IDEC

Prosiding Seminar Nasional

Industrial Engineering Conference

2014

IDEC Industrial Engineering Conference

Supported by

BSN

GS PT. GUNUNG SUBUR SOLO

Batik Putra Bengawan

BADAN KERJASAMA PENYELENGGARA PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK INDUSTRI INDONESIA

IDEC | Industrial Engineering Conference

email idec2014@ft.uns.ac.id
website idec2014.ft.uns.ac.id

PROSIDING SEMINAR NASIONAL INDUSTRIAL ENGINEERING CONFERENCE 2014

Diterbitkan oleh:

Jurusan Teknik Industri

Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Kentingan, Surakarta 57126

Telp/Fax 0271-632110

Website: www.industri.ft.uns.ac.id

Copyright 2014, Teknik Industri – UNS, Surakarta

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Cetakan pertama, Mei 2014

Dicetak oleh Tiara Jaya

Surakarta 2014

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-nya Prosiding Seminar Nasional Industrial Engineering Conference (IDEC) 2014 dapat diterbitkan. Prosiding ini disusun berdasarkan kumpulan makalah IDEC 2014 yang bertema " Peran Standardisasi Dalam Penguatan Daya Saing Industri Nasional". Seminar ini diselenggarakan pada tanggal 20 Mei 2014 di Gedung Pusdiklat Universitas Sebelas Maret, oleh Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

Seminar ini diselenggarakan sebagai media sosialisasi hasil penelitian di bidang Teknik Industri. IDEC 2014 diharapkan dapat menjadi sarana berbagi informasi dan pengalaman, diskusi ilmiah, peningkatan kerjasama, dan kemitraan antara akademisi dan praktisi di bidang Teknik Industri.

Melalui presentasi makalah diharapkan dapat memberikan masukan serta mendukung pengembangan ide-ide baru penelitian di bidang Teknik Industri. Semoga penerbitan Prosiding IDEC 2014 dapat memberi kontribusi sebagai pendukung data sekunder dan pengembangan penelitian di masa mendatang, serta memacu para akademisi dan praktisi Teknik Industri untuk saling bersinergi demi kemajuan bangsa dan negara.

Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan dari pihak yang telah berkontribusi dalam kegiatan ini, baik pembicara utama, panelis, reviewer, pemakalah, peserta, dan seluruh panitia yang terlibat. Mohon maaf apabila dalam kegiatan ini terdapat kekurangan atau kesalahan pada penyusunan Prosiding IDEC 2014. Semoga partisipasi kita dapat memberikan hasil yang positif bagi masing-masing individu, maupun bidang Keilmuan Teknik Industri.

Surakarta, 20 Mei 2014

Ketua Panitia

Dr. Bambang Suhardi, S.T., M.T.
NIP. 19740520 2000 12 1001

SUSUNAN PANITIA

INDUSTRIAL ENGINEERING CONFERENCE (IDEC) 2014

"Peran Standardisasi Dalam Penguatan Daya Saing Industri Nasional"

Pelindung	:	Prof. Dr. Kuncoro Diharjo S.T, M.T
		(Dekan Fakultas Teknik UNS)
Penanggung Jawab	:	Dr. Cucuk Nur Rosyidi, S.T., M.T.
		(Ketua Jurusan Teknik Industri UNS)
Ketua	:	Dr. Bambang Suhardi, ST, MT
Sekretaris	:	Pringgo Widyo Laksono, ST, M.Eng
Bendahara	:	Ajeng Sista Palupi C
		Sheila Amalia S
Divisi Kesekretariatan	:	Argadia Teguh Widodo
		Anastasia Puspita Sari
		Devy Kusumoningtyas Utami
		Ade Putri Kinanthi
		Andhika Ayu Valentina Estianto
		Durkes Herlina
		Eva Kholisoh
		Febriana Kusuma Wardhani
		Virda Hersy
		Budhy Rahmawati
		Fita Permatasari
		Mariana Sianipar

Divisi Acara	:	Wakhid Ahmad Jauhari, ST, MT
		Anindya Rachma
		Benazir Imam Arif Muttaqin
		Danis Eka Prasetya Wicaksana
		Mega Aria Pratama
		Irfan Hilmi Hamdani
Divisi Sponsorship	:	Dr. Wahyudi Sutopo, ST, M.Si
		Citra Kusuma
		Dana Prianjani
		Zaesar Prasetyo
		Ika Shinta
		Niken Aristyawati
Divisi Konsumsi	:	Retno Wulan Damayanti, ST, MT
		Arinda Soraya Putri
		Melani Sukirman
Divisi Publikasi, Dekorasi dan Dokumentasi	:	Albertus Suryadipa Inanda Putra
		Jihad Bagus Cahyadin
		Purwoko Aji Juniarto
Divisi Perlengkapan	:	Ilham Priyadithama, ST, MT
		Aji Bayu Sadewo
		Catur Adi Prasetiyo
		Petra Radite
		Rahmad Sulistyanto
		Raksaka Ardi Damara
		Aris Wahyu Nugroho

		Ibnu Pandu B.P
Divisi Informasi Teknologi	:	Ikhsan Aditama
	:	Ardhy Yuliawan
Divisi Perizinan	:	Agung Pamungkas
		Fandy Achmad P.U
		Rendy Dwi Septian

INFORMASI SEMINAR

Tema **:** PERAN STANDARDISASI DALAM PENGUATAN DAYA SAING INDUSTRI NASIONAL

Waktu Pelaksanaan **:** Selasa, 20 Mei 2014

Panitia Pelaksana **:** Program Studi Teknik Industri
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Tempat **:** Pusdiklat Universitas Sebelas Maret Surakarta

Sekretariat **:** Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Kampus Kentingan, Surakarta, 57126
Telp / Fax : (0271) 632110
E-mail : idec2014@ft.uns.ac.id

Website Seminar **:** idec2014.ft.uns.ac.id

DAFTAR ISI

Simulasi Sistem Persediaan Bahan Baku di Perusahaan Pembuat Pakan Ternak 1

Gigih Anggoro Jati, Baju Bawono

Perancangan Promosi Jabatan di PT.X 8

Dewi Shofi M, Agus Nana Supena, Kiki Purnamasari

Evaluasi Penilaian Resiko Postur Kerja pada Pekerja Gerabah 18

Indah Pratiwi, Purnomo, Rini Dharmastiti, Lientje Setyawati

Perencanaan Produksi untuk Mereduksi *Lead Time* dengan Strategi *Make To Stock* (MTS) dan *Make To Order* (MTO) 26

Reni Amaranti, Chaznin R. Muhamad, Nia Rusniani

Perbaikan Sistem Kerja pada Industri Rumah Tangga Sepatu di Cibadayut Bandung untuk Meminimasi Beban Kerja Mental 36

Yanti Sri Rejeki, Nur Rahman As'ad, Eri Achiraeniwati, Martinda Akbar Taofiq

Perancangan Sistem Pemotongan Horisontal Mesin Strip Tablet di PT.X 45

Andreas Twistiaji Mulyawan, Paulus Wisnu Anggoro

Sistem Penilaian Kinerja Karyawan dengan Pendekatan *Mix Model* di PT. X 54

Nurul Ummi

Perencanaan Persediaan Multi Item pada *Consumable* Part Mesin *Packaging* 62
Bernardus Sukma Wijayanto, Slamet Setio Wigati

Analisis Persediaan Barang Multi Item dengan *Demand* dan *Leadtime*
Probabilistik dan Kapasitas Gudang Terbatas 70
Daniel Wahyu Perbawa, Slamet Setio Wigati

Peranan Kepercayaan Individu dan Dukungan Lingkungan dalam Membangkitkan
Daya Kreativitas (Studi Kasus : Mahasiswa Peserta Mata Kuliah Manajemen Inovasi
Program Studi Teknik Industri UNISBA) 75
Aviasti

Rancangan Implementasi Sistem Manajemen Keamanan Pangan pada UKM
Pengolahan Ikan Rakyat di Sukabumi 83
Sawarni Hasibuan, Fia Sri Mumpuni, Hermawan Thaheer

Analisis Keseimbangan Bahan pada Kaji Awal Lingkungan Perencanaan Sistem
Manajemen Lingkungan ISO 14001:2004 Industri Minuman Sari Buah 90
Hermawan Thaheer, Sawarni Hasibuan

Identifikasi Hambatan dan Permasalahan Penerapan Kebijakan Produksni
untuk Produk dalam Perencanaan Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah 100

Hery Suliantoro, Nia Budi Puspitasari, Diana Puspitasari, Aries Susanti, Muhdam Azhar

Usulan Perbaikan Pelayanan Swalayan Berdasarkan Analisis Tingkat Kepentingan dan Tingkat Kepuasan Pelanggan 111
Puti Renosori, Otong Rukmana, Soni Jaka Maulana

Pengaruh Kerja Lembur Terhadap Kesejahteraan Keluarga
M. Yusuf, I Made Anom Santiana 119

Evaluasi Beban Kerja pada Pekerja Pembajak Sawah di Kabupaten Tabanan. 128
Anom Santiana,M. Yusuf

Pengembangan Model Persediaan Pemasok Tunggal-Pembeli Tunggal dengan Mempertimbangkan Diskon Kuantitas Pembelian dan Diskon Kuantitas Pengiriman 135
Kartika Winingsih,Wakhid Ahmad Jauhari, Azizah Aisyati

Implementasi *Lean Manufacturing* untuk Meminimalisir *Waste* di Perusahaan Daerah Air Minum Banyuwangi 144
Harliwanti Prisilia

Perancangan Mesin *Bokashi Two In One*untuk Meningkatkan Perekonomian Peternak di Lingkungan Pesisir Sobo Kabupaten Banyuwangi 152
Endang Suprihatin

Simulasi Model Analisis Kelayakan Alternatif Bentuk Komersialisasi Perusahaan

Mini Plant Baterai Lithium-Ion di Indonesia 157

Levinia Dian Laraswati, Wahyudi Sutopo, Nur Atikah

Analisis Indeks Persaingan Usaha Sektor Penerbangan dari Sudut Pandang Konsumen 163

Aam Hamid Al Ghabid, Nur Atikah, Roni Zakaria, Wahyudi Sutopo

Analisis Faktor Penghambat dan Faktor Pendorong Penerapan Manajemen Kinerja Perusahaan Kecil dan Menengah : Studi Kasus 173

Ahmad Faiz Haqqoni, Nerissa Arviana Putri, Wahyudi Sutopo

Penanganan Risiko Berbasis *Traceability* dalam Menciptakan Rantai Pasok Makanan yang *Robust* 180

Dwi Iryaning Handayani

Analisis Pengaruh *Marketing Mix*Terhadap Keputusan Pembelian Samsung Galaxy Tab 187

Rudy Vernando Silalahi, Laurence, Wilson

Analisis Faktor yang Mempengaruhi Mahasiswa UPH dalam Memilih *Varian* Blackberry Berdasarkan Dimensi Kualitas Produk 196

Rudy Vernando Silalahi, Ishak, Albertus

Analisis Sistem Antrian Unit Rawat Jalan Subspesialis untuk Minimasi Waktu Tunggu Pasien 206

Agus Darmawan, Dinda Fauzia Anindar

Penentuan Variabel - Variabel yang Berpengaruh terhadap Pemilihan Sebuah Mal di Surabaya (Studi Kasus : Plaza Tunjungan, Delta Plaza, Galaxy Mal) 213

Suparto, Mimin Noviani

Analisis Kualitas Layanan Pengemudi Kendaraan Umum Eksekutif di DKI Jakarta 224 Ibnu Annishfu Sya'ban,

Raihan, Mulki S

Analisa Pengelompokan Pengeluaran untuk Perhitungan BEP pada PT. XYZ 231

Budhi Santri Kusuma

Ekolabel Sebagai Strategi Meningkatkan Daya Saing Studi Kasus pada Industri Furnitur Kayu di Jawa Tengah dan Yogyakarta

Haryo Santoso 241

Analisa Variabilitas Cacat pada Produksi dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* 247

Miftakhur Rojib , Suhartini

Analisis Indeks Persaingan Usaha Biro Perjalanan di Surakarta 251

Arinda Soraya Putri, Rina Wiji Astuti, MurmanBudijanto, Wahyudi Sutopo

Pengembangan Model Kebijakan Promosi Investasi pada Kawasan Teknopolitan 260

Ayu Erliza, Wahyudi Sutopo, Anugerah Widiyanto

Evaluasi Penerimaan Insentif Pembebasan Pajak Penghasilan dengan Indikator

Nilai WACC: Studi Kasus 269
Nur Atikah, Wahyudi Sutopo

Hazard dan Penilaian Risiko pada Industri Pengecoran Logam Sistem Tungku Induksi (Studi Kasus Di PT. X Ceper, Klaten) 274
Wahyu Susihono

Ergonomics Approach Analysis sebagai Dasar Identifikasi dan Perbaikan Kondisi Kerja pada Industri Pengecoran Logam Sistem Dapur Induksi (Studi Kasus di PT. X Ceper, Klaten) 284
Wahyu Susihono

Kerangka Pengukuran Kesiapan Pendirian *University Spin-Offs*: Studi Kasus 291
Rina Wiji Astuti,Yuniaristanto Wahyudi Sutopo

Analisis Indeks Persaingan Usaha untuk UMKM Penerima Kredit Perbankan 299
Citra Kusuma, Yuniaristanto, Wahyudi Sutopo

Perkembangan Riset Bidang *Supply Chain Management*: Studi Komparatif 306
Danis Eka Prasetya Wicaksana, Muhammad Hisjam, Wahyudi Sutopo

Perancangan Tata Letak Area Produksi Preparation Collar di PT. Ungaran Sari Garment III Unit Pringapus 1 dengan Metode *Systematic Layout Planning* 314
Muhammad Iqbal Hidayat, AzizahAisyati, PringgoWidyo Laksono

Penentuan Harga dan Waktu Produksi Order pada Perusahaan *Make To Order* dengan Mempertimbangkan *Orde* Kontingensi untuk

Memaksimasi Profit (Studi Kasus: CV. Barokah Alumunium) 326

Bara Bimantara Putra, Azizah Aisyati, Pringgo Widyo Laksono

Inovasi Kemasan untuk Industri Rumah Tangga Menuju Standar Keamanan Pangan 340

Esti Dwi Rinawiyanti, Alasen Sembiring Milala

Analisis Pengaruh Motivasi terhadap Kinerja Petugas Lapangan PJTKI Menggunakan

Metode Analisis Diskriminan (Studi Kasus di PT. Rimba Ciptaan Indah) 348

Diana Puspita Sari, Hery Suliantoro, Gusti Agung Chandra Dewi

Efektivitas Transfer Teknologi Berkelanjutan pada Klaster Industri Kerajinan

Tembaga di Tumang Boyolali 358

Naniek Utami Handayan, Haryo Santoso, Dhimas Aji Adhitya Yulianto

Perancangan Casing Berkemampuan Noise Shielding pada Modul Pengolah Sinyal

Mioelektrik (SME) dengan Elektroda Permukaan Tanpa Eksternal Stimulator 369

Adnan Prabowo, Susy Susmartini, Ilham Priadythama

Penjadwalan dan Penentuan Rute Distribusi Produk di PT.XYZ dengan

Menggunakan Metode *Savings Matrix* 376

Elly Wuryaningtyas Yunitasari

Perancangan Sistem Informasi Manajemen Persediaan Obat pada Gudang Farmasi

Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat Purworejo 385
Ringgo Ismoyo Buwono, Yusuf Priyandari, Wakhid Ahmad Jauhari

Penentuan Kriteria Daya Saing Industri Tekstil, Pakaian Jadi dan Kulit Berdasarkan Metode AHP 397
Lukmandono, Alva Edy Tontowi, Andi Sudiarso, Hargo Utomo

Analisa Pengendalian Kualitas Produksi dalam Usaha Mengurangi Produk Cacat 404
Ni luh Putu Hariastuti

Sifat Fisis dan Mekanis Akibat Perubahan Temperatur Komposit Serat Batang Pisang yang di *Treatment* Menggunakan $KMnO_4$dengan *Matrik Polyester* 412
Ngafwan, Rendy Dwi Wibowo

Pengaruh Motivasi, Pengembangan Karir, dan Kepuasan Kerja terhadap Kinerja Karyawan 419
Putiri Bhuana Katili, Shanti K. Anggraeni, Audra Bianca

Pemetaan Model Interaksi Pertumbuhan Bisnis 429
Arman Hakim Nasution, Alva Edy Tontowi, Bertha Maya Shopa, Budi Hartono

Pemetaan Model Pertumbuhan Kinerja Berbasis Simulasi 439
Arman Hakim Nasution, Alva Edy Tontowi, Bertha Maya Shopa, Budi Hartono

Analisis Waktu *Standart*untuk Menentukan *Output* Produksi Secara Optimal 446

Jaka Purnama, Suhartini

Peningkatan Kinerja *Impak* pada Rekayasa Bahan Komposit Berpenguat Serat Kelapa Bermatrik *Gypsum* untuk *Panelling* 456

Agus Hariyanto

Industri Kreatif Keranjang Rotan di Beton-Menganti 463

Sufiana

Penerapan Konsep *Poka Yoke* di Laboratorium APK untuk Memperbaiki Kinerja Praktikan dalam Praktikum Proses Produksi 475

Sri Rahayu ,Pram Eliyah Yuliana

Penentuan Jumlah dan Lokasi Gudang Distribusi Aspal Batu Buton untuk Wilayah Indonesia 483

Asep Toto Kartaman, Miranty Biru

Formulasi Model *Pricing* dan Keputusan *Order/Delivery* pada Skenario Koordinasi *Supply Chain* Ritel Modern 490

Evi Yuliawati, Luky Agus Hermanto

Analisa Pengaruh Penurunan Stok Ikan Lemuru Terhadap Keberlanjutan Industri Pengolahan Ikan Muncar Banyuwangi dengan Model Sistem Dinamik 498

Ratna Purwaningsih

Evaluasi Efektivitas Mesin *Shredder* dengan Pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Perusahaan Karet Remah 509
Heri Wibowo, Emy Khikmawati

Penyusunan Draft SKKNI Bidang Industri Pengolahan Kakao 518
Yusep Ikhrawan, Rizki Wahyuniardi, Tantan Widiantara, Sidik Nurjaman

Model *Capacitated Lot Sizing Problem* (CLSP) untuk Meminimasi Biaya Setup dan Biaya Simpan untuk Menentukan *Lot Sizing Optimal*pada Industri Jamu Tradisonal 525
Azizah Aisyati, Wakhid Ahmad Jauhari, Esti Setyorini

Desain Stasiun Kerja *Blanket* Basah Berbasis Ergonomi Mereduksi Beban Kerja dan Waktu Siklus Proses Produksi Di PT. Sunan Rubber Palembang 536
Heri Setiawan

Penyelesaian *Vehicle Routing Problems* (VRP) Menggunakan *Algoritma Adaptive Large Neighborhood Search*(ALNS) 543
Ratna Ekawati **,** *Maria Ulfa, Desi Sulistiani*

Penentuan Konsumsi Oksigen (VO2) Maksimal Terpapar Temperatur 553
Annisa Purbasari, Nur Aini Masruroh, Rini Dharmastiti

Uji Akurasi *Training Sample* untuk Klasifikasi Terawasi Data Penginderaan

Jauh Resolusi Menengah 559

Wiweka, Etty Parwati, Teguh Prayogo, Yennie Marini, Syarif Budiman

Pengaruh Orientasi Pasar, Kelengkapan Produk dan Efektivitas Saluran Distribusi Terhadap Kinerja Pemasaran (Studi Kasus Klaster Industri Kecil Menengah Oleh-Oleh Keripik Tempe Sanan Malang) 567

Dinda Arlini Cahya, Dearma Elfridawati Purba, Realyandieto, Yudha Adikusuma, Agustina Eunike

Penyusunan Dokumen Kerjasama Waralaba di CV. Proners Layanan Prima 580

Kautzar Rizka Igaputra, Roni Zakaria, Yusuf Priyandari

Tren Keilmuan Manajemen Keuangan di Bidang Rekayasa dan Bisnis 558

Wahyudi Sutopo, Citra Kusuma

Optimisasi Model Keamanan Pangan pada Sistem Manajemen Industri Pakan Unggas 594

Legis Tsaniyah, Hartisari Hardjomidjojo, Sapta Raharja

Desain Peningkatan Produktivitas Melalui Perbaikan Metode Kerja dan Perancangan Ulang Fasilitas Pendukung Proses *Finishing* pada PT. Lees (Persero) Probolinggo 602

Rony Prabowo

Perencanaan Kebijakan Perawatan Mesin Guna Mencapai Ekspektasi Pendapatan Maksimum Dengan Pendekatan Rantai Markov di Cv. Alextra Travel 612

Suparjo

Model Implementasi Manajemen Kualitas Berdasarkan ISO 9001:2008 dan *Quality*

Award 619

Retno Wulan Damayanti

Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Operator pada Stasiun Penjahitan (Studi Kasus : Perusahaan Konveksi AG) 626

Rahmaniyah Dwi Astuti, Aryanto Dwi Nugroho

Analisis Kinerja Pengemudi Truk Kontainer dengan Menggunakan Metode *Plibel* dan *Occupational Vibration Method* 630

Boy Nurtjahyo Moch., Erlinda Muslim, Mars Rekhy, Deo G. N. Laksana

Perbandingan Tiga Macam Gerakan Rukuk dan Dua Macam Gerakan Sujud dengan Metode *Posture Evaluation Index* (PEI) 639

Boy Nurtjahyo Moch., Erlinda Muslim, Adi Zulfikar, Maulida Bellafaransi

Pendekatan Makroergonomi dalam Tahapan Proses Pengembangan Produk pada Usaha Kecil Menengah (UKM) Kreatif di Indonesia yang Berorientasi Ekspor 647

Erlinda Muslim, Boy Nurtjahyo Moch., Muhammad Zidni Mubarok, Hardini R. Dewi

Analisis Tampilan dan Penyusunan Informasi pada Papan Menu *Coffee Shop* Berbasis *Eye-Tracker* 654

Erlinda Muslim, Boy Nurtjahyo Moch., Sherly Juanita, Maria Helena Lado

Desain Kamar Mandi untuk Orang Lanjut Usia (Studi Kasus Panti Wredha Dharma Bakti) 661

Bambang Suhardi, Brian Pujo Utomo, Taufiq Rochman

Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Kelas Mahasiswa (Studi Kasus Ruang Kelas 303

Jurusan Teknik Mesin UNS) 672
Bambang Suhardi, Pringgo Widyo Laksono, dan Bekti Budisantosa

Penentuan Konfigurasi Rancangan Tempat Kerja yang Ergonomis pada *Station Numbering* dan *Press* Melalui *Virtual Environment Modeling* 680
Boy Nurtjahyo Moch, Erlinda Muslim, Anggraini Oktavianingrum, Rinda Ramadhiani

Penentuan Konfigurasi Desain Tempat Kerja Terhadap Postur Pekerja yang Ergonomis pada Area *Material Cutting* Industri Mebel Menggunakan *Virtual Human Modelling* 688
Maya Arlini Puspasari, Boy Nurtjahyo Moch., Malouna Fellisa, Dita Dirganta Asyrof

Evaluasi Desain Ergonomi Pemicu / *Trigger* Senjata Api Jenis Pistol 697
Maya Arlini Puspasari, Erlinda Muslim, Tansha Muwarman Tidan, Danar Nugroho

Penentuan Jumlah Pejabat Fungsional Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah Berdasarkan Analisis Beban Kerja 705
Arizal Noor Hakim, Yusuf Priyandari, Bambang Suhardi

Perancangan Alat Pengering Simplisia Menggunakan Tenaga Matahari 718
Ferry Tri Susilo, Ilham Priyadythama,Rahmaniyah Dwi Astuti

Identifikasi Tren Bisnis di Kalangan Mahasiswa (Studi Kasus di Universitas Surabaya) 728
Esti Dwi Rinawiyanti,Linda Herawati Gunawan

Analisis Kekuatan *Bending Green Composite* limbah kertas CD/SekamPadi/ Lem Kanji sebagai *Core* Papan Partikel 735
Vicky Ganis Rengganis, R. Hari Setyanto, Ilham Priyadhitama

Rekayasa dan Manufaktur Papan Partikel Berbahan Ampas Tebu yang Berkarakteristik Hambat Panas 742
Rohandi Latif, R. Hari Setyanto, Ilham Priadythama

Rekayasa Papan Partikel Hambat Panas dari Limbah *Bagasse – Polivinil Asetat* Sebagai Partisi Rumah Hunian 749
Adhe Chandra S.G, Susy Susmartini, R. Hari Setyanto

Analisis *Manual Material Handling* (MMH) Menggunakan NIOSH *Equation* (Studi Kasus Wanita Penjual Jamu Gendong di Medan) 756
Kimberly Febrina Kodrat

Preventive Maintenance pada Konveyor Kapasitas 45 Ton/Jam dan Penyebab Terjadinya Kerusakan di PT.XYZ 766
Melliana, Trisna Mesra, Sahrul

Pengembangan *Standar Operating Procedure* (SOP) Pengolahan Pasca Panen Rimpang Kunyit pada Klaster Biofarmaka Karanganyar dengan Pendekatan*Plan, Do, Check, Dan Act (*PDCA*)* 774
Fakhrina Fahma

Analisis Produktivitas Kerja Menggunakan Tabel Standar Kerja (TSK) dan *Loading Chart* pada Proses Produksi 783
Siti Nandiroh, Joko Priyono

Analisis Kebutuhan Mesin *Weighing* untuk Mengurangi *Work In Process* Menggunakan Metode *Value Stream Mapping* (Studi Kasus :Lini 7 *Factory B* PT.GarudaFood Putra Putri Jaya) 791
Hadid Triyono, Cucuk Nur Rosyidi

Pengukuran Beban Kerja Mental dalam Shift yang Berbeda di Divisi *Finishing* Printing PT. Dan Liris 798
Etika Muslimah, Irfan Achmad Riyadi, Muchlison Anis

Analisis Prioritas *In-Store Marketing* Berbasis *Eye- Tracking*
Erlinda Muslim, Boy Nurtjahyo Moch., Regina Prisilia, 805
Triasni M. L. Sibarani

Model Kebijakan Distribusi Bantuan Dan Penentuan Jalur Evakuasi Korban Bencana Gunung Merapi 814
Azizah Aisyati, Aditya Respati, Wakhid Ahmad Jauhari ,
Pringgo Widyo Laksono

Analisis *Human Error* Operator Mesin *Ring Yarn* Dengan Metode *Human Error Assessment And Reduction Technique* (Heart) 827
Mila Failasufa, Purwanto, Ratnanto Fitriadi

Identifikasi Hambatan dan Permasalahan Penerapan Kebijakan SNI dalam Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah 835
Hery Suliantoro, Nia Budi Puspitasari, Diana Puspitasari, Aries Susanti, Muhdam Azhar

SIMULASI SISTEM PERSEDIAAN BAHAN BAKU DI PERUSAHAAN PEMBUAT PAKAN TERNAK

Gigih Anggoro Jati[1], Baju Bawono[2]
Program StudiTeknikIndustri, FakultasTeknologiIndustri, UniversitasAtma Jaya Yogyakarta
Jl. Babarsari 43 Yogyakarta, Indonesia
Telp. 0274-487711
Email: gigihanggarajati@gmail.com,baju@mail.uajy.ac.id

ABSTRAKS
Ketersediaan bahan baku merupakan bagian terpenting dalam sebuah perusahaan pembuatan pakan ternak. Tingginya jumlah peternak yang setiap tahun meningkat didaerah jawa tengah dan sekitanya memberi dampak terhadap jumlah produksi pakan ternak didaerah tersebut. Semua jenis bahan baku memiliki peranan penting terhadap kelangsungan produksi. Jenis bahan baku dengan prosentase paling banyak adalah jagung, tepung kedelai, tepung batu, dan wheat bran pellet.Penelitian dilakukan di sebuah perusahaan di Sragen, Jawa Tengah yang bergerak di bidang produksi pakan ternak. Persediaan bahan baku di perusahaan merupakan kunci dalam kelancaran proses produksi. Penumpukan persediaan mengakibatkan biaya simpan menjadi lebih besar sedangkan kekurangan persediaan mengakibatkan biaya pinalti, biaya ini berakibat semakin besarnya total biaya. Manajemen perusahaan tentang persediaan bahan baku masih belum optimal, terbukti masih terjadi penumpukan bahan baku berlebih (out of stock), sehingga biaya yang ditimbulkan juga semakin besar.Simulasi menggunakan software Microsoft Excel 2007, dilakukan untuk mencari skenario pemesanan bahan baku terbaik supaya biaya yang terjadi tetap optimal. Permintaan beras yang disimulasikan merupakan hasil pembangkitan bilangan random dengan distribusi probabilitas yang didapatkan dari data tahun 2013. Skenario yang dikembangkan dalam simulasi ada 3 yaitu berdasarkan periodik, berdasarkan reorder point serta gabungan antara periodik dengan reorder point.

***Kata kunci** : Persediaan, Simulasi*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Berdasarkan data dari departemen pertanian dan peternakan tahun 2013, jumlah populasi ayam ras pedaging, ayam ras petelur, maupun ayam ras buras di daerah jawa tengah terus meningkat.Pembangunan disektor peternakan sangat memerlukan dukungan dari industri pakan, karena pakan memiliki peranan penting dalam usaha peternakan. Pakan ternak merupakan input utama dalam usaha peternakan dan memiliki proporsi biaya yang besar, yaitu sekitar 60%-70%.Semua perusahaan baik perusahaan jasa maupun perusahaan produksi selalu memerlukan persediaan, tanpa adanya persediaan,para pengusaha akan dihadapkan pada resiko bahwa perusahaannya tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen.Kemajuan atau keberhasilan suatu industri salah satunya dipengaruhi oleh pengendalian persediaan (*invertory control*), karena pengendalian persediaan diharapkan dapat meningkatkan keuntungan perusahaan dengan meminimumkan biaya-biaya yang ditimbulkan dari persediaan.

PT.X merupakan salah satu perusahaan pakan ternak yang terletak dijalan raya Sragen-Solo km 4.5, Kecamatan Sidoharjo, Sragen. Selama ini PT.X menguasai sebagian besar pasar di daerah Jawa Tengah dan DI.Yogyakarta untuk pakan ternak jenis*Broiler Starter*, *Broiler Finisher*, *Layer* Komplit, Konsentrat *Layer*.

Ketersediaan bahan baku bagi perusahaan merupakan hal yang sangat penting dalam kelancaran preses produksi, tanpa adanya pengendalian bahan baku yang baik, proses produksi dapat terhenti karena tidak ada bahan baku untuk diproses (*out of stock*). Persediaan bahan baku yang terlalu sedikit dalam perusahaan juga dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan produksi, yang berakibat timbulnya biaya akibat produksi terhenti (*downtime cost*). PT.*X* sangat menghindari terjadinya *out of stock*, sehingga perusahaan melakukan penimbunan bahan baku yang terlalu besar (*over stock*) yang mengakibatkan biaya pemeliharaan dan penyimpanan dalam gudang, serta memungkinkan terjadinya penyusutan dan penurunan kualitas bahan baku. Penulis melakukan penelitian di PT.*X* dengan tujuan menentukan jumlah pesanan bahan baku yang tepat dan kapan pemesanan harus dilakukan untuk meminimalkan biaya total persediaan.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengendalikan sistem persediaan bahan baku di PT.*X* secara optimal.

TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan jumlah optimal pembelian bahan baku yang perlu dilakukan oleh PT.*X* pada tahun 2014.
2. Mendapatkan kapan PT.*X* perlu melakukan pemesanan bahan baku kembali pada periode produksi tahun 2014.
3. Mendapatkan perkiraan total biaya persediaan bahan baku yang dikeluarkan oleh PT.*X* pada tahun 2014.

METODOLOGI

Di dalam penelitian untuk mendapatkan hasil yang optimal pengendalian sistem persedia untuk PT.*X*, maka tahap-tahap penelitian yang dilakukan dalam rangka penyusunan proposal tugas akhir ini antara lain:

1. Mencari disribusi sebagai data permintaan
2. Merancang *influence diagram* sebagai dasar pembuatan simulasi
3. Membangkitkan bilangan random
4. Perancangan model simulasi
5. Melakukan verifikasi model agar sesuai dengan rancangan yang digunakan
6. Melakukan validasi untuk mewakili system yang sudah ada
7. Membuat skenario dan sub skenario sesuai dengan *influence diagram* yang sudah ditetapkan
8. Menjalankan Simulasi
9. Membuat Replikasi
10. Memilih Skenario Terbaik

Tahap ini merupakan tahap terakhir dimana hasil penelitian dan pengolahan data ditarik kesimpulannya serta memberikan rekomendasi terbaik kepada sistem persediaan yang sudah ada.

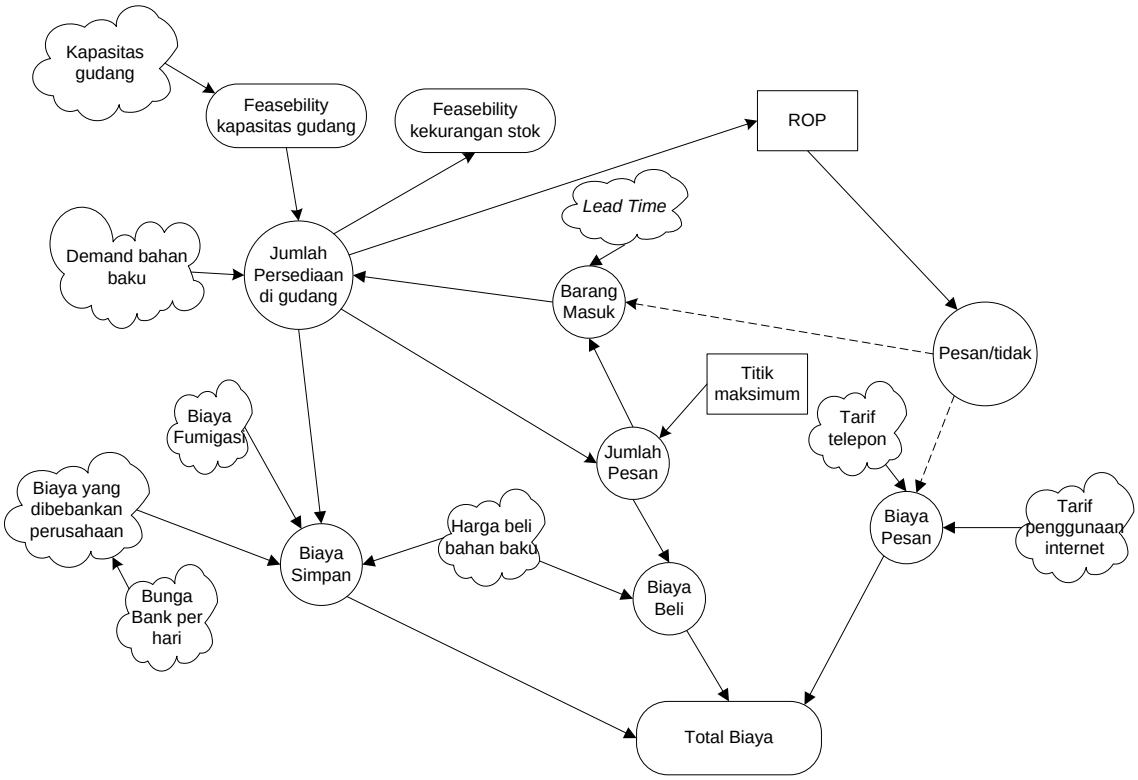
ANALISIS

Deskripsi Sistem

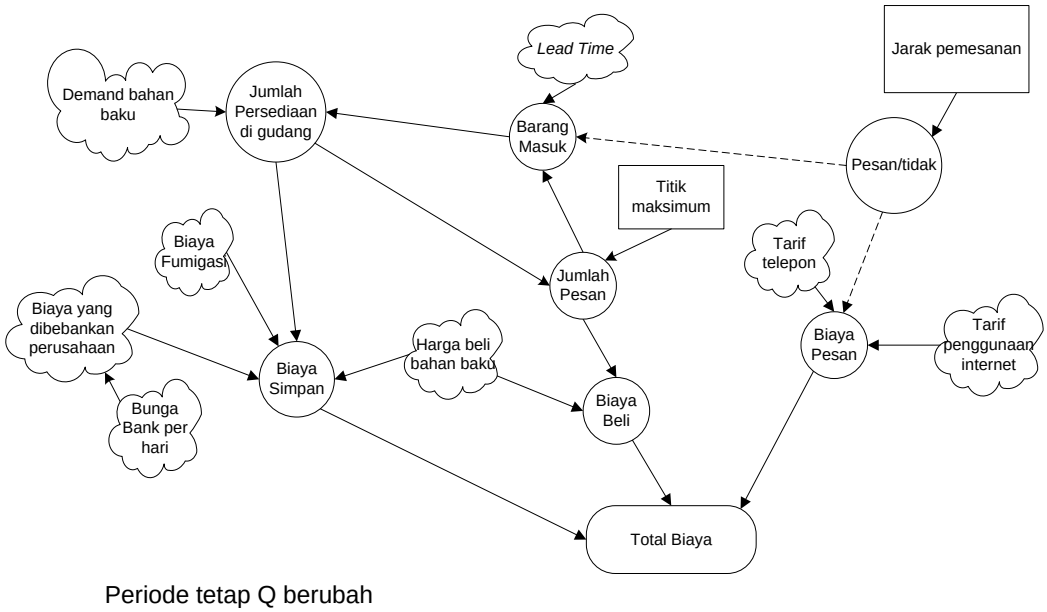
PT. X memproduksi pakan unggas jenis *Broiler* dan *Layer*. Bahan baku utama yang digunakan adalah Jagung. Persediaan bahan baku ini tidak boleh mengalami kekurangan supaya proses produksi dapat berjalan lancar. Selama ini pembelian bahan baku dilakukan berdasarkan peramalan pemakaian bahan baku untuk bulan berikutnya ditambah *safety stock* yang telah ditetapkan oleh perusahaan.Biaya-biaya persediaan secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu biaya pemesanan bahan baku, biaya simpan, dan biaya pembelian bahan baku. Biaya pemesanan bahan baku terjadi apabila perusahaan melakukan pemesanan bahan baku kepada *supplier*. Pemesanan bahan baku dilakukan melalui media komunikasi berupa telepon, *mobile messenger* dan surat elektronik (*email*). Biaya simpan merupakan beban biaya yang dipengaruhi oleh banyaknya jumlah persediaan bahan baku dalam gudang. Jumlah persediaan ini dipengaruhi oleh bahan baku yang masuk dan penggunaan bahan baku. Biaya pembelian bahan baku merupakan biaya yang dipengaruhi oleh ketersediaan bahan baku di pasar dan permintaan jagung saat itu. Daftar harga yang digunakan dalam model simulasi ditentukan berdasarkan rata-rata harga bahan baku selama tahun 2013.

Influence Diagram

Influence diagram atau diagram pengaruh dibuat untuk perancangan model, sehingga semua variable keputusan system terdiskripsi dengan jelas.



Gambar 1.Influence diagram system persediaan dengan *re-order point, quantity* berubah



Gambar 2.Influence diagram system persediaan dengan periode tetap, *quantity* berubah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Verifikasi pemakaian bahan baku

Dalam proses simulasi, penggunaan bahan baku ditentukan dari distribusi probabilitas permintaan produksi, kemudian dibagi menurut prosentase yang telah ditentukan, sehingga diketahui berapa

penggunaan bahan baku per harinya. Proses pembangkitan berdasarkan pola distribusi tahun 2013 dengan menggunakan software arena, sehingga didapat jumlah pemakaian bahan baku seperti table dibawah.

Tabel 1. Verifikasi penggunaan bahan baku

Hari ke-	Bulan	Tanggal	RND Penggunaan BBP	Broiler Starter	Pemakaian Bahan Baku Item 1 (60%)
0		30-Des-13			
0		31-Des-13			
1	Januari	01-Jan-14	0.008756812	34	12,240
2		02-Jan-14	0.810004965	532	284,380
57		26-Feb-14	0.259458531	299	120,012
58		27-Feb-14	0.116871413	215	81,112
59		28-Feb-14	0.141196178	233	88,829
60	Maret	01-Mar-14	0.160361983	246	94,402

Verifikasi pesan atau tidak

Pemesanan dilakukan secara periodik.

Tabel 2. Verifikasi pemesanan periode tetap

Hari ke-	Bulan	Tanggal	RND Penggunaan BBP	Pesan/tidak	Tanggal Pesan	Lead Time (hari)	Tanggal Datang
0		30-Des-13					
0		31-Des-13					
1	Januari	01-Jan-14	0.844597477	PESAN	01-Jan-14	6	07-Jan-14
2		02-Jan-14	0.475334419				
3		03-Jan-14	0.686687728				
4		04-Jan-14	0.464774197				
5		05-Jan-14	0.637493858				
17		17-Jan-14	0.899398624	PESAN	17-Jan-14	7	24-Jan-14

Dalam proses simulasi yang direncanakan, pemesanan bahan baku dilakukan secara periodik setiap 16hari sekali dengan kuantitas pemesanan berubah. Pada tabel 2. dapat dilihat pemesanan terjadi pada tanggal 1 Januari 2014 dan terulang lagi setelah 16 hari yaitu pada tanggal 17 Januari 2013, maka model simulasi yang dibuat sudah benar.

Pemesanan dilakukan secara *re-order point.*

Tabel 3. Verifikasi pemesanan re-order point

Hari ke-	Bulan	Tanggal	Persediaan Bahan Baku	Pesan/tidak	Lead Time (hari)
0		30-Des-13	4,747,123		
0		31-Des-13			0
1	Januari	01-Jan-14	4,504,662	PESAN	0
2		02-Jan-14	4,302,007		0
13		13-Jan-14	2,517,947		0
14		14-Jan-14	2,478,449		5
15		15-Jan-14	2,275,793		4
16		16-Jan-14	1,966,058	PESAN	3

Dalam proses simulasi yang direncanakan secara *reorder point*, pemesanan dilakukan apabila total persediaan bahan baku mencapai titik pemesanan kembali (ROP) sebesar 2.800.000 kg. Pada tabel 3. dapat dilihat pada hari ke-20 yaitu pada tanggal 20 Januari 2013 terjadi pemesanan karena total persediaan pada hari sebelumnya berada di bawah ROP 2.800.000 kg yaitu sebesar titik maksimum dikurangi persediaan hari terakhir, maka dapat dikatakan bahwa model simulasi yang dibuat sudah benar.

Verifikasi lead time dan barang masuk

Tabel 4. Verifikasi lead time

Persediaan Bahan Baku	Pesan/ Tidak	Lead Time (hari)	Total Pesan	5	6	7	8	Barang masuk	
								Tanggal	
4,747,123								30-Des-12	0
		0						31-Des-12	0
4,504,662		0	0					01-Jan-13	0
4,302,007		0	0					02-Jan-13	0
2,517,947		0	0	0	0	0	0	13-Jan-13	0
2,478,449	PESAN	5	1,982,053	0	0	0	0	14-Jan-13	0
2,275,793		4	0	0	0	0	0	15-Jan-13	0
1,966,058		3	0	0	0	0	0	16-Jan-13	0
1,818,423		2	0	0	0	0	0	17-Jan-13	0
1,588,511		1	0	0	0	0	0	18-Jan-13	0
3,358,914		0	0	1,982,053	0	0	0	19-Jan-13	1,982,053
2,988,460		0	0	0	0	0	0	20-Jan-13	0

Pada tabel 4. dilihat bahwa terdapat pemesanan yang dilakukan pada tanggal 21 Januari 2014 sebesar 1.878.299 kg dengan *lead time* selama 6 hari. Barang masuk tepat 6 hari seletah barang itu dipesan.

Verifikasi biaya pesan

Tabel 5. Verifikasi biaya pesan

Pesan/ Tidak	Total Pesan	Biaya Pesan	Biaya Pembelian
	0	Rp -	Rp -
PESAN	1,939,018	Rp 11,500.00	Rp 6,831,161,823
	0	Rp -	Rp -
	0	Rp -	Rp -
	0	Rp -	Rp -
	0	Rp -	Rp -
	0	Rp -	Rp -
	0	Rp -	Rp -
PESAN	2,099,179	Rp 11,500.00	Rp 7,395,408,322
	0	Rp -	Rp -

Pada tabel 5. terjadi pemesanan terhadap bahan baku, maka untuk masing-masing pemesanan dikenai biaya pesan yang sudah ditentukan yaitu sebesar Rp 11.500. Maka dapat dikatakan bahwa model simulasi yang dibuat sudah benar.

Biaya pemesanan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk keperluan telepon, sms, *email* serta administrasi ketika melakukan pemesanan bahan baku. Besar biaya pemesanan dipengaruhi oleh tarif internet dan tarif telepon. Tarif internet yang diperhitungkan oleh perusahaan sebesar Rp 3000 per jam. Durasi pemesanan diasumsikan 30 menit. Apabila pemesanan melalui telepon, diasumsikan besarnya tidak jauh berbeda. Biaya administrasi pemesanan Rp 10.000. Maka biaya yang harus dikeluarkan yaitu Rp 11.500 untuk tiap kali pemesanan bahan baku.

Verifikasi biaya simpan

Tabel 6. Verifikasi biaya simpan

Total Pemakaian Jagung Lokal	Persediaan Jagung	Biaya Simpan			Total Biaya Persediaan
		Jagung Lokal	Fumigasi	Total Biaya Simpan	
	4,747,123				
117,953	4,629,170	Rp2,823,793	Rp 12,500,000	Rp 15,323,793	Rp15,323,793
77,613	4,551,557	Rp2,776,450	Rp -	Rp2,776,450	Rp2,776,450
264,622	4,286,935	Rp2,615,030	Rp -	Rp2,615,030	Rp2,615,030
120,012	4,166,923	Rp2,541,823	Rp -	Rp2,541,823	Rp2,541,823
48,859	4,118,064	Rp2,512,019	Rp -	Rp2,512,019	Rp2,512,019
133,067	3,984,997	Rp2,430,848	Rp -	Rp2,430,848	Rp2,430,848
121,436	3,863,561	Rp2,356,772	Rp -	Rp 2,356,772	Rp2,356,772

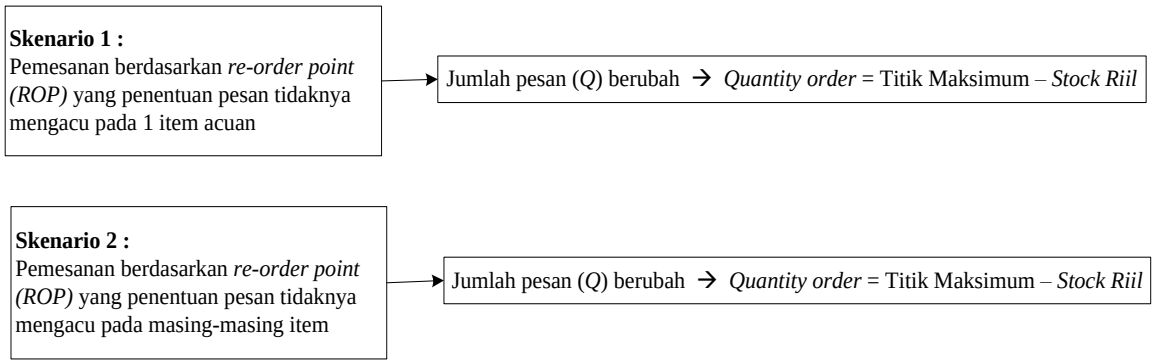
Pada tabel 6,persediaan bahan baku pada hari ke-4 adalah 4.166.923, sehingga muncul biaya simpan sebesar Rp 2.541.823,-. Pada hari ke-1 terdapat biaya fumigasi sebesar Rp 12.500.000 sehingga total biaya simpan menjadi Rp 15.323.793,-. Maka model simulasi yang dibuat sudah benar.

Biaya simpan yang dipengaruhi bunga bank saat itu, yaitu (persen bunga bank per hari) x (jumlah inventori di gudang) x (harga pembelian). Bunga bank per tahun yang dipakai adalah sebesar 7,5%, persen bunga bank per hari diperoleh dari 0,075 dibagi 365 yaitu 0.000205479.

Biaya kekurangan terjadi apabila permintaan konsumen melebihi persediaan yang ada. Biaya ini merupakan keuntungan yang hilang akibat tidak dapat terpenuhinya permintaan konsumen. Ketika permintaan lebih besar daripada bahan baku yang dapat diproduksi saat itu, maka perusahaan mengambil langkah strategis dengan membeli bahan baku dari supplier kecil atau langsung dari petani tetapi dengan harga yang relatif mahal. Berikut ini biaya kekurangan yang harus dikeluarkan jika terjadi kekurangan pada bahan baku.

Skenario dan sub skenario

Skenario merupakan gambaran mengenai apa yang mungkin terjadi di masa mendatang, untuk itu pengembangan skenario disesuaikan dengan kondisi yang mungkin bisa terjadi di lapangan.



Gambar 3. Skenario dan sub skenario pemesanan bahan baku

Hasil simulasi

Tabel 7. Hasil simulasi Pemesanan Bahan baku

Skenario		Bahan baku
Re-order point	ROP	2.800.000 kg
	Titik maksimum	4.500.000 kg
	rata-rata replikasi	237,946,745,749
Periode tetap	Jarak antar pemesanan	16 hari
	Titik maksimum	6.100.000 kg
	rata-rata replikasi	244,972,327,288

Berdasarkan tabel diatas diketahui biaya yang paling optimal adalah *re-order point* dengan total biaya Rp. 237,946,745,749,-.

KESIMPULAN

Hasil yang direkomendasikan untuk sistem persediaan PT.X menggunakan *Re-order point* dengan mengacu pemesanan pada semua item. Hal ini dikarenakan mempunyai total biaya mimimum dan telah dilakukan pengecekan tidak mempunyai nilai stok yang negatif. Sekenario tidak dapat dibandingkan dengan sistem yang riil. Nilai maksimal setiap item bisa dilihat pada tabel 1. Menggunakan system re-order point, dengan titik ROP 2.800 ton, titik maksimum 4.500 ton, total biaya Rp. 237,946,745,749,-.

DAFTAR PUSTAKA

Law, A.M., dan Kelton, W.D. (2000). *Simulation Modelling and Analysis* (Ed. 3). New York: McGraw-Hill Companies Inc.

Baroto, T., (2002). "*Perencanaan dan Pengendalian Produksi*", Jakarta:Ghalia Indonesia.

Tersine, R.J. (1994). "*Principles of Inventory adn Material Management*". Ed.4. Pentice Hall International. London

PERANCANGAN PROMOSI JABATAN DI PT. X

Dewi Shofi M[1], Agus Nana Supena[2], Kiki Purnamasari[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung
Jl. Taman Sari No. 1 Bandung 40116
Telp. 022-4203368
Email : dewishofi@gmail.com,agusns1967@yahoo.co.id,kyky_yn@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Promosi jabatan merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan karier dalam suatu organisasi. PT. X merupakan perusahaan di bidang perkebunan dan pengelolaan kelapa sawit. yang belum mempunyai sistem promosi yang jelas dan dirasa adil. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk merancang penyusunan promosi jabatan berdasarkan analisis jabatan, mengetahui faktor dan subfaktor yang menjadi dasar penilaian jabatan, mengetahui derajat masing – masing dari faktor dan subfaktor, mengetahui bobot masing – masing faktor dan sub faktor serta ingin diketahui adalah nilai – nilai relatif setiap jabatan. Dalam penelitian ini penyelesaian masalah menggunakan metode Point System. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan faktor dan subfaktor yaitu : 1. Kecakapan (pendidikan, pengalaman pelatihan dan ketrampilan), 2.Tanggung jawab (terhadap rahasia perusahaan, terhadap pekerajaan bawahan, terhadap peralatan dan mesin),3.Usaha (mental dan fisik) dan 4. Kondisi atau lingkungan kerja (kondisi lingkungan kerja dan bahaya atau resiko yang mungkin timbul). Dari hasil pengolahan data tersebut, kemudian dihasilkan Nilai Relatif Jabatan yang menjadi dasar untuk promosi jabatan.

***Kata kunci** : Analisis Jabatan, Penilaian Jabatan, Point System dan Promosi Jabatan*

PENDAHULUAN

Sumber daya manusia mempunyai arti penting karena manusia berperan aktif dan dominan dalam setiap kegiatan organisasi. Sumber daya manusia dalam organisasi atau yang sering disebut dengan karyawan berperan sebagai penentu, pelaku, dan perencana dalam mencapai tujuan perusahaan sekaligus menentukan maju mundurnya perusahaan.

Salah satu faktor yang dapat memberikan motivasi kerja kepada karyawan yaitu promosi. Dengan sistem pelaksanaan promosi jabatan yang adil dan merata maka karyawan akan termotivasi bekerja dengan lebih baik karena mereka mempunyai anggapan bahwa mereka juga memiliki kesempatan untuk dipromosikan apabila mereka memiliki kinerja yang baik.

Berdasarkan uraian latar belakang rumusan permasalahan dalam penelitian ini yaitu faktor – faktor apa saja yang termasuk dalam penilaian jabatan? Bagaimana menerapkan metode penilaian jabatan? Bagaimana menentukan nilai – nilai relatif setiap jabatan terutama untuk dijadikan dasar dalam promosi jabatan?

Adapun tujuan penelitian adalah:

1. Mengidentifikasi faktor – faktor yang termasuk dalam penilaian jabatan di **PT.X**.
2. Menerapkan metode penilaian jabatan dengan metode point system.
3. Menentukan nilai – nilai relatif setiap jabatan yang mana nantinya nilai – nilai relatif setiap jabatan tersebut dijadikan dasar dalam promosi jabatan.

TINJAUAN PUSTAKA

a) Promosi Jabatan

Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai pengertian promosi jabatan, berikut dikemukakan beberapa definisi promosi jabatan menurut beberapa ahli lain :

Menurut Edwin B. Flippo yang dikutip oleh H. Malayu S.P Hasibuan (2012): "Promosi berarti perpindahan dari suatu jabatan ke jabatan yang lain yang mempunyai status yang lebih tinggi. Biasanya perpindahann ke jabatan yang lebih tinggi ini disertai dengan peningkatan gaji atau upah lainnya, walaupun tidak selalu demikian."

Menurut Andrew F. Sikula yang dikutif oleh Malayu S.P Hasibuan (2012): "Secara teknis promosi adalah suatu perpindahan didalam organisasi dan posisi lainnya yang melibatkan baik peningkatan upah maupun status."

Asas promosi harus dituangkan dalam program promosi secara jelas sehingga karyawan mengetahui dan perusahaan mempunyai pegangan untuk mempromosikan karyawan. Menurut Malayu S.P Hasibuan (2012) asas- asas promosi adalah kepercayaan, keadilan, dan formasi.

Dasar - Dasar Promosi Jabatan

Program promosi hendaknya memberikan informasi yang jelas, apa yang dijadikan sebagai dasar pertimbangan untuk mempromosikan sesorang karyawan dalam perusahaan tersebut. hal ini penting supaya karyawan dapat mengetahui dan memperjuangkan nasibnya. Pedoman yang dijadikan dasar untuk mempromosikan karyawan diantaranya pengalaman, kecakapan (*ability*), kombinasi pengalaman dan kecakapan.

Syarat-syarat Promosi Jabatan

Dalam mepromosikan karyawan, terlebih dahulu harus ditentukan syarat-syarat mengenai promosi perusahaan. Syarat-syarat promosi di dalam rencana program promosi perusahaan. Syarat-syarat promosi harus diinformasikan kepada semua karyawan, hal ini bertujuan agar setiap karyawan mengetahui persyaratan tersebut dengan jelas. Persyaratan promosi yang dimilki oleh perusahaan tidaklah sama antara satu perusahaan dengan perusahaan lainnya. Masing – masing perusahaan memiliki kebijakan yang berbeda dalam menentukan syarat – syarat promosi.

Beberapa syarat-syarat umum promosi yang biasa digunakan oleh perusahaan dalam promosi yaitu kejujuran, disiplin, kerja sama, prestasi kerja, dan kecakapan.

Tujuan Promosi Jabatan

Promosi jabatan dilakukan oleh perusahaan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk memberikan pengakuan, jabatan, dan imbalan jasa yang semakin besar kepada karyawan yang berprestasi kerja tinggi.
2. Dapat menimbulkan kepuasan dan kebangaan pribadi, satus sosial yang lebih tinggi, dan penghasilan yang semakin besar.
3. Untuk merangsang agar karyawan lebih bergairah kerja, disiplin tinggi, danmemperbesar produktifitas kerjanya.
4. Untuk menjamin stabilitas kepegawaian dengan realisasinya promosi kepada karyawan dengan dasar dan pada waktu yang terat serta penilaian yang jujur.
5. Kesempatan promosi yang dapat menimbulkan keuntungan berantai dalam perusahaan karena menimbulkan lowingan berantai.
6. Memberikan kesempatan kepada karyawan untuk mengembangkan kreativitas dan inovasinya inovasinya yang lebih baik dari keuntungan optimal perusahaan.
7. Untuk menambah / meperluas pengetahuan serta pengalaman kerja kepada Para karyawan dan ini merupakan daya dorong bagi karyawan lainnya.
8. Untuk mengisi kekosong jabatan karena pejabatnya berhenti, agar jabatan tidak kosong maka dipromosikan karyawan lainnya.
9. Karyawan di promosikan kepada jabatan yang tepat, semangat, kesenangan,dan ketenangan dalam berkerja semakin mingingkat sehinnga produktivitaskerjanya juga meningkat.
10. Untuk mempermudah penarikan pelamaran sebab dengan adanya perangsangan bagi pelamar – pelamar memasukkan lamaranya.
11. Promosi akan memperbaiki status karyawan dari karyawan sementara menjadi karyawan tetap setelah lulus dalam masa percobaannya.

b) Analisis Jabatan

Analisis jabatan adalah suatu kegiatan yang mempelajari, mengumpulkan, dan mencatat informasi – informasi atau fakta – fakta yang berhubungan dengan masing – masing jabatan secara sistematis dan teratur.

Analisis jabatan merupakan dasar program manajemen kepegawaian, karena hasil – hasilnya dapat dipergunakan untuk hampir semua program kepegawaian.

Dengan demikian informasi jabatan yang dihasilkan oleh analisis jabatan dapat dipergunakan untuk :

1. Mengorganisasikan dan mengintegrasikan seluruh tenaga kerja berdasarkan kewajiban dan tanggung jawab jabatan.
2. Menerima, memilih, dan menempatkan pegawai berdasarkan syarat – syarat perseorangan, sifat – sifat, kepandaian, kecakapan, dan sebagainya.
3. Mengadakan program pelatihan, guna memberikan pengetahuan dan kecakapan yang diperlukan (menurut analisis jabatan) untuk menyelesaikan jabatan dengan sebaik – baiknya.

4. Administrasi upah dan gaji, yang berusaha memberikan kompensasi berdasarkan kecakapan yang diperlukan, sukarnya tugas, beratnya tanggung jawab, kondisi kerja, dan syarat – syarat perseorangan yang diperlukan.
5. Sebagai dasar dalam melakukan penilaian jabatan.
6. Mengadakan pemindahan dan kenaikan jabatan pegawai berdasarkan syarat – syarat pengetahuan, kecakapan, dan pengalaman untuk tiap – tiap jabatan. Analisis jabatan menunjukkan jabatan – jabatan mana yang mempunyai syarat – syarat yang sama, yang dengan demikian mempermudah *Production transfers*(pemindahan atas inisiatif manajemen untuk mempercepat produksi). Analisis juga menunjukkan bagaimana pentingnya pengalaman dari suatu jabatan untuk jabatan atau jabatan – jabatan yang lain. Dengan demikian analisis jabatan memberikan dasar yang baik untuk kenaikan jabatan. Dengan kata lain analisis jabatan menunjukkan garis – garis promosi. Atas dasar analisis jabatan semua sistem promosi dari jabatan – jabatan yang tidak begitu penting ke jabatan – jabatan yang lebih penting dapat direncanakan.
7. Mengatasi rasa tidak puas pegawai dengan memberikan tanggung jawab, tugas dan perbandingan tingkat pembayaran seadil – adilnya.
8. Memperbaiki kondisi kerja yang menurut analisis jabatan berbahaya, tidak menyenangkan, atau tidak sehat.
9. Menentukan standar produksi melalu studi gerak dan waktu.
10. Meningkatkan produktovitas pegawai melalui penyederhanaan kerja dan perbaikan metode berdasarkan analisis jabatan.
11. Mempermudah perencanaan organisasi, dengan memberikan perumusan yang jelas dari tiap – tiap jabatan dan menunjukkan hubungan jabatan – jabatan itu satu sama lain.

c) Uraian Jabatan

Uraian jabatan adalah gambaran tertulis mengenai pekerjaan sesorang dan mengandung kewajiban – kewajiban, tanggung jawab – tanggung jawab dari pekerjaan yang dilakukan dan perlengkapan yang digunakan .

Uraian jabatan lebih banyak berhubungan dengan jabatan itu sendiri ketimbang dengan orang atau pegawai yang mengerjakannya. Titik berat uraian jabatan adalah menguraikan apa yang dilakukan, menguraikan kegiatan atau fungsi. Oleh karena itu uraian jabatan merupakan standar fungsi, uraian jabatan menunjukkan isi jabatan atau isi pekerjaan.

Dalam menyusun uraian jabatan tidak perlu panjang lebar, tetapi dapat dilakukan secara garis besar dan terperinci, yang penting disini uraian jabatan jelas dan mudah dimengerti.

d) Persyaratan Jabatan

Persyaratan jabatan adalah suatu catatan mengenai syarat – syarat orang yang minimum yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu jabatan dengan sebaik – baiknya.

e) Sistem Penilaian Jabatan

Adapun mengenai sistem penilaian jabatan yang penting ada 4 macam. Kempat macam sistem ini adalah *Ranking system, Grading System, Point System* dan*Faktor Comparison System.*

1). *Ranking System*(sistem pengurutan)

Dalam organisasi – organisasi yang kecil dipandang dari sudut jumlah pegawainya, sistem penilaian jabatan yang sedrhana danmurah adalah sangat berfaedah.

Ranking itu mencakup pembuatan gambaran – gambaran jabatan yang singkat, meskipun beberapa perusahaan hanya memberikan derajat kepada nama – nama jabatan. Gambaran jabatan ini diberikan kepada suatu panitia penilai dengan instruksi untuk menempatkannya menurut urutan nilai, tanpa memandang orang – orangnya yang sekaranga mengerjakan jabatan – jabatan itu, atau banyaknya upah yang diberikan. Tidak ada faktor – faktor khusus yang dijadikan bahan petimbangan, tetapi penilai pada umumnya berusaha membandingkan syarat- syarat kecakapan, kegiatan, kondisi kerja, dan sebagainya.

2) *Grading System atau Classification System*

Sistem pemberian tingkat (*Grading System*) disebut juga sistem penggolongan (*Classification System*), karena jabatan – jabatan itu digolongkan. Dalam sistem pengurutan (ranking system) seperti yang telah diuraikan, tidak ada ukuran nilai yang ditentukan atau yang dibuat terlebih dahulu. Dalam sistem penggolongan ini ada suatu ukuran (skala) nilai yang terdiri atas golongan – golongan atau tingkat – tingkat jabatan. Jabatan – jabatan diukur atau dinilai sebagai jabatan – jabatan secara keseluruhan, tidak dinilai melalui faktor – faktornya atau unsur – unsurnya.

Dalam sistem ini dibuat suatu skala nilai dengan mana jabatan – jabatan dan uraian – uraian jabatanya dapat dibandingkan. Skala ini terdiri atas tingkat – tingkat dan uraian – uraian tingkat.

3) ***Point System***

Metode penilaian jabatan yang paling lazim dipergunakan ialah sistem angka (*point system*). Seperti halnya dengan sistem perbandingan faktor, sistem angka ini mengandung suatu pendekatan analitis, kuantitatif dan lebih terinci untuk mengukur mengukur nilai jabatan.

Prosedur *Point System* Adalah Sebagai Berikut

1. Memilih faktor – faktor jabatan
2. Membuat atau menyusun suatu skala atau ukuran nilai untuk masing – masing factor jabatan.
3. Menilai semua jabatan dengan ukuran itu.

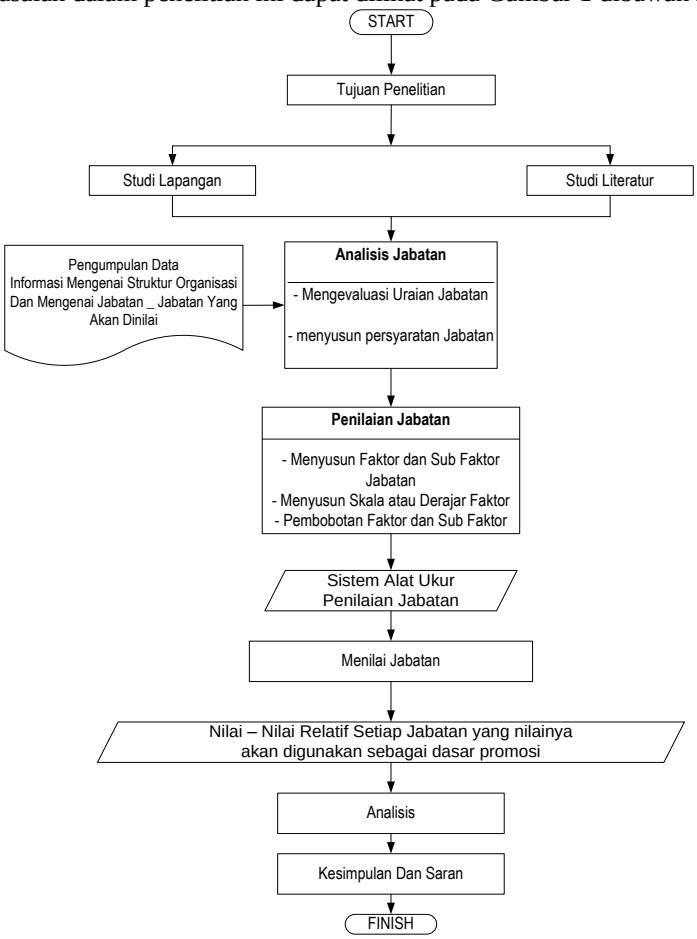
4) ***Faktor Comparison System***

Sistem yang ke-4 adalah sistem perbandingan faktor. Langkah – langkah dalam sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Memilih faktor – faktor jabatan.
2. Memilih jabatan – jabatan kunci.
3. Menentukan nilai yang tepat daripada jabatan – jabatan kunci.
4. Mengatur/menyusun jabatan – jabatan kinci di bawah masing – masing faktor jabatan.
5. Membagi nilai yang tepatdari masing – masing jabatan kunci di antara faktor – faktor jabatan.
6. Menilai semua jabatan yang lain dalam hubunganya dengan ukuran – ukuran faktor lain.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian haruslah terlebih dahulu dilakukan perumusan langkah – langkah untuk pemecahan masalah, tujuannya adalah untuk mempermudah dalam penelitian agar terarah dengan lebih baik dalam penyelesaian masalah – masalah tersebut. Adapun langkah – langkah dalam penyelesaian masalah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini:

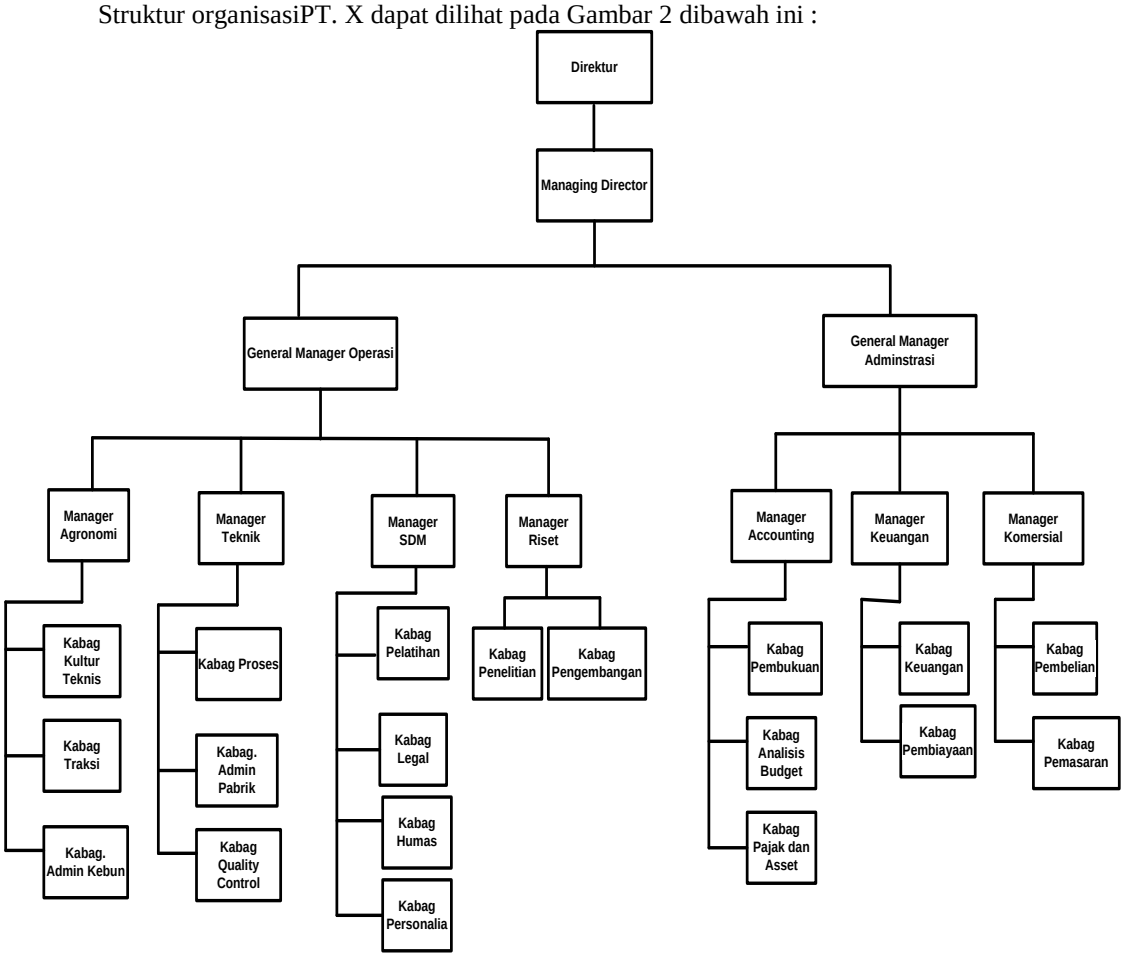


Gambar 1. Flowchart kerangka Pemecahan Masalah

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

a) Struktur Organisasi

Struktur organisasiPT. X dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Struktur Organisasi

b) Proses Analisis Jabatan

Analisis jabatan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran tentang fakta – fakta dari jabatan yang nantinya berguna dalam tahap penilaian jabatan.

c) Proses Penilaian Jabatan

Penentuan Faktor dan Sub Faktor Jabatan

Langkah pertama dalam proses penilaian jabatan adalah menentukan faktor dan subfaktor untuk masing – masing jabatan yang disesuaikan dengan lingkungan perusahaan dan kebutuhan penggunanya. Pemilihan ini dilakukan oleh penulis bersama pihak perusahaan yang berkepentingan setelah sebelumnya diberi pengertian mengenai guna dari penentuan faktor dan sub faktor jabatan ini, serta hal – hal yang berhubungan dengan pemilihan faktor dan sub faktor.

Pertama pihak perusahaan diberikan beberapa faktor dan sub faktor yang telah ditentukan penulis berdasarkan referensi dari buku dan sebagainya, kemudian di lakukan diskusi untuk menyempurnakan faktor – faktor serta sub faktor – sub faktor usulan tersebut. Sehingga pada akhirnya terpilih 4 faktor dan 14 subfaktor yang menjadi dasar penilaian jabatan.

1. Faktor Kecakapan

a. Tingkat pendidikan
b. Pengalaman Kerja
c. Pelatihan atau Kursus
d. Keterampilan
   - Kemampuanan membuat perencanaan
   - Kemampuan mengambil keputusan
   - Kekemampuan menganalisa
   - Keahlian berbahasa asing (Inggris)

2. Faktor Tanggung Jawab
   a. Tanggung jawab terhadap rahasia perusahaan
   b. Tanggung jawab terhadap pekerjaan orang lain atau bawahan
   c. Tanggung jawab terhadap peralatan dan mesin

3. Faktor Usaha
   a. Usaha Fisik
   b. Usaha Mental

4. Faktor Keadaan atau Kondisi Kerja
   a. Kondisi lingkungan Kerja
   b. Bahaya atau Resiko yang Mungkin Timbul

Penentuan Derajat Faktor dan sub Faktor

Faktor dan sub faktor yang telah ditentukan sebelumnya, perlu ditentukan derajatnya, maksudnya untuk mendapatkan skala penilaian faktor dan sub faktor yang sesuai dengan keadaan perusahaan. derajat ini ditentukan dengan menetapkan atau mendefinisikan keadaan maksimal sampai keadaan minimal yang mungkin ada diperusahaan untuk faktor dan sub faktor yang bersangkutan.

Keadaan derajat tertinggi menunjukkan bahwa derajat faktor dan subfaktor tersebut memberikan kontribusi terbesar terhadap perusahaan. sedangkan derajat terendah menunjukkan kontribusi terkecil.

Setelah dilakukan pembobotan faktor atau subfaktor, selanjutnya menentukan nilai dari setiap derajat faktor atau subfaktor. Penentuan tersebut dilakukan dengan cara membagikan bobot masing – masing faktor atau subfaktor kedalam masing – masing derajat atau tingkatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1dibawah ini, yang mana tabel tersebut adalah tabel yang digunakan untuk penilaian jabatan:

Tabel 1. Penentuan Derajat Faktor atau Subfaktor

NO	FAKTOR/SUBFAKTOR	TINGKATAN/DERAJAT FAKTOR/SUBFAKTOR				
		1	2	3	4	5
1	pendidikan	23,75	47,5	71.25	95	
2	Lama Pengalaman Kerja	20	40	60	80	
3	Pelatihan	14	28	42	56	70
4	Kemampuan Menganalisa	20	30	60		
5	Kemampuan Perencanaan	18,33	36.66	55		
6	Kemampuan Membuat Keputusan	16,66	33,32	50		
7	Kemampuan Berbahas Inggris	10	20	30	40	
8	Tanggung Jawab Terhadap Rahasia Perusahaan	38,75	77,5	116,25	155	
9	Tanggung Jawab Terhadap Pekerjaan Orang Lain atau Bawahan	33,33	66,66	100		
10	Tanggung Jawab Terhadap Peralatan Dan Mesin	31,66	63,23	95		
11	Usaha Mental	12,5	25	50	50	
12	Usaha Fisik	7,5	15	22,5	30	
13	Kondisi Lingkungan Kerja	6.25	12.5	18.75	25	
14	Bahaya Yang Mungkin Timbul	15	30	45		

Penilaian Jabatan Untuk Semua Jabatan Yang Telah Ditentukan

Untuk mengetahui nilai – nilai relatif setiap jabatan maka akan dilakukan penilaian jabatan dengan menggunkaan tabel yang telah ditentukan yang mana jabatan yang akan dinilai telah ditentukan sebelumnya, penilaian ini dilakukan dengan cara mencocokkan uraian jabatan dengan sistem alat ukur tersebut. Berikut Tabel 2. Rekapitulasi dari nilai relatif jabatan.

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Relatif Jabatan (NRJ)

NO.	JABATAN	NRJ
1	Manager Agronomi	607,66
2	Manager Teknik	683
3	Manager SDM	598,16
4	Manager Riset	619,66
5	Manager Accounting	737,16
6	Manager Keuangan	723,16
7	Manager Komersil	623,16
8	Kabag. Kultur Teknis	406,48
9	Kabag. Quality Control	460,64
10	Kabag. Personalia	505,97
11	Kabag. Penelitian	490,47
12	Kabag. Analisis Budget	508,48
13	Kabag. Keuangan	510,98
14	Kabag. Pemasaran	434,31

ANALISA

Penilaian jabatan dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh suatu nilai relatif jabatan yang akan digunakan sebagai dasar promosi jabatan. Seperti yang telah diuraikan dalam bab sebelumnya bahwa penilain jabatan menggunakan metode *point system* (sistem angka). Adapun analisis dilakukan terhadap langkah yang dilakukan dalam proses penilaian jabatan sebagai berikut.

Faktor dan subfaktor yang ditentukan oleh penyusun bersama dengan pihak perusahan sebagai dasar dalam evaluasi atau penilaian jabatan terdiri dari 4 faktor yang dikembangkan menjadi 14 subfaktor. Faktor dan subfaktor ini dinilai sudah cukup baik dan dapat mempresentasikan atau mewakili seluruh jabatan yang dinilai karena ditentukan atas dasar referensi dari buku – buku atau literatur dan berdasarkan diskusi dengan pihak perusahaan yang bersangkutan, juga telah disesuaikan dengan kondisi aktual perusahaan.

Namun untuk memperoleh hasil yang lebih optimal faktor dan subfaktor ini masih perlu dikembangkan lebih jauh lagi sehingga faktor dan subfaktor yang dipilih bisa lebih banyak lagi dengan demikian hasil dari evaluasi jabatan yang dilakukan akan lebih baik.

Derajat faktor dan subfaktor ditentukan untuk mendapat skala penilaian faktor dan subfaktor yang sesuai dengan keadaan di perusahaan. derajat ditentukan dengan menetapkan atau mengidentifikasi keadaan maksimum sampai keadaan minimum yang mugkin ada di perusahaan untuk faktor dan subfaktor yang bersangkutan. Keadaan derajat tertinggi menunjukkan bahwa derajat faktor dan subfaktor tersebut memberikan kontribusi terbesar terhadap perusahaan. Sedangkan derajat terendah menunjukkan kontribusi terkecil terhadap perusahaan.

Misalnya dalam penelitian ini derajat dari faktor Kecakapan dan subfaktor kecakapan terhadap pendidikan ditentukan dengan 4 derajat, dengan derajat tertinggi adalah minimal lulusan S2. Dimana jika ingin menduduki jabatan yang lebih tinggi harus memiliki pendidikan minimal S2.

Pembobotan ini dilakukan oleh manager SDM yang dianggap dapat mewakili dari jabatan – jabatan lain yang dinilai dalam penilaian jabatan. Manager SDM dianggap dapat mewakili untuk memberikan nilai atau bobot untuk faktor dan subfaktor yang digunakan dalam penilaian jabatan ini.karena manager SDM sendiri mempunya tugas yang selalu berhubungan dengan semua karyawan – karyawan diperusahaan, sehingga manager SDM dianggap paling pas untuk mewakili dalam penilaian ini.

Faktor dan subfaktor yang mendapatkan nilai tertinggi sampai dengan nilai terendah dilihat dari kepentingan yang paling tinggi sampai kepentingan yang paling rendah dalam penilaian jabatan. Adapun faktor yang mendapatkan bobot yang paling tinggi adalah faktor kecakapan dan bobot terendah adalah faktor keadaan atau kondisi kerja. Dan untuk pemberian bobot pada subfaktor juga dilakukan sama seperti pembobotan faktor. Manager SDM menentukan subfaktor yang memiliki kepentingan tertinggi sampai terendah dalam sub faktor tersebut.

Penilaian jabatan dilakukan dengan mencocokkan aspek – aspek atau subfaktor – subfaktor jabatan pada nilai derajat yang sesuai dengan jabatan tersebut, yaitu dengan menandai angka atau nilai yang sudah tersedia pada skala nilai dalam tabel nilai derajat.

Dalam hasil penilaian jabatan tersebut selanjutnya disusun daftar nilai relatif jabatan. Nilai relatif jabatan ini diperoleh dengan menjumlahkan nilai relatif semua derajat faktor dan subfaktor sesuai dengan jabatan tersebut. kemudian nilat relatif jabatan inilah yang dijadikan dasar untuk promosi jabatan di perusahaan.

Dalam penerapan nilai – nilai relatif jabatan untuk menjadi dasar promosi jabatan dapat dilakukan dengan cara membuat tabel kemungkinan suatu jabatan dapat dipindahkan ke jabatan lain berdasarkan nilai – nilai relatif jabatan yang telah ditentukan pada bab sebelumnya. Penentuan pemindahan dilakukan dengan cara melihat nilai relatif terkecil sampai nilai relatif terbesar. Yaitu jabatan yang memiliki nilai terkecil dapat dipindahkan kejabatan yang lebih tinggi. Dengan salah contoh dari kabag. Personalia dipindahkan ke jabatan yang lebih tinggi yaitu manager SDM. Adapun tabel kemungkinan pemindahan jabatan ke jabatan lain tersebut dapat dilihat pada Tabel 3, 4 dan 5 dibawah ini :

Tabel 3. Kemungkinan Pemindahan Jabatan (Antara Manager satu dengan Manager yang lain)

Nama Jabatan	M.Agronomi	M.Teknik	M. SDM	M.Riset	M.Accounting	M.keuangan	M.komersial
M. Agronomi		=		=	=	=	=
M. Teknik					=	=	
M.SDM	=	=		=	=	=	=
M. Riset		=			=	=	=
M. Accounting							
M. Keuangan					=		
M. Komersial		=			=	=	

Ket: lambang sama dengan (=) menunjukkan tanda bahwa 1 jabatan bisa dipindahkan ke jabatan lain.

Tabel 4. Kemungkinan Pemindahan Jabatan (dari Kabag Ke Manager)

Nama Jabatan	M.Agronomi	M.Teknik	M. SDM	M.Riset	M.Accounting	M.keuangan	M.komersial
Kb. Kultur Teknis	=	=	=	=	=	=	=
Kb. Quality Control	=	=	=	=	=	=	=
Kb. Personalia	=	=	=	=	=	=	=
Kb. Penelitian	=	=	=	=	=	=	=
Kb. Analisi Budget	=	=	=	=	=	=	=
Kb. Keuangan	=	=	=	=	=	=	=
Kb. Pemasaran	=	=	=	=	=	=	=

Ket: lambang sama dengan (=) menunjukkan tanda bahwa satu jabatan bisa dipindahkan ke jabatan lain.

Tabel 5. Kemungkinana Pemindahan Jabatan (dari kabag ke kabag)

Nama Jabatan	Kb. Kultur Teknis	Kb. Quality Control	Kb. Personalia	Kb. Penelitian	Kb. Analisi Budget	Kb. Keuangan	Kb. Pemasaran
Kb. Kultur Teknis		=	=	=	=	=	=
Kb. Quality Control			=	=	=	=	=
Kb. Personalia					=	=	=
Kb. Penelitian			=		=	=	
Kb. Analisi Budget						=	
Kb. Keuangan							=
Kb. Pemasaran		=	=	=	=	=	

Ket: lambang sama dengan (=) menunjukkan tanda bahwa satu jabatan bisa dipindahkan ke jabatan lain.

Berdasarkan tabel diatas memberikan informasi – informasi diantaranya yaitu :Kemungkinan pemindahan jabatan yang dapat dilakukan untuk suatu jabatan ke jabatan lain.

Dari informasi – informasi tersebut dapat mempermudah pimpinan untuk mengambil keputusan dalam hal melakukan promosi jabatan. Dan untuk lebih jelasnya, akan dikemukakan salah satu contoh jabatan dalam penerapan nilai – nilai relatif jabatan yang digunakan sebagai dasar promosi.

Pada tabel diatas jabatan kepala bagian personalia mempunyai kemungkinan dapat dipindahkan ke manager SDM dengan kenaikan nilai dari jabatan kepala bagian personalia ke jabatan manager SDM sebesar 92,12. Kenaikan nilai tersebut disebabkan karena perbedaan beberapa faktor dan subfaktor. Yang mana perbedaan itu terdapat pada faktor pengalaman kerja, kemampuan menganalisa, kemampuan merencana, kemampuan mengambil keputusan dan tanggung jawab terhadap rahasia perusahaan dan bawahan. Dari informasi – informasi tersebut diatas memberikan informasi kepada pemimpin atau bagian yang bersangkutan untuk hal – hal apa atau kebijakan – kebijakan apa yang harus dilakukan untuk menaikkan nilai tersebut.

Dilihat dari tabel kemungkinan pemindahan – pemindahan jabatan dari jabatan awal kejabatan lain yang memiliki nilai yang lebih tinggi. Peluang untuk seorang jabatan dipromosikan yaitu berpeluang dari jabatan awal ke jabatan langsung diatasnya dan dari jabatan awal bisa berpindah ke jabatan diatasnya tetapi dibidang yang berbeda atau kejabatan yang satu level tetapi memiliki nilai yang lebih tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis pengolahan data maka diperoleh kesimpulan yang berdasarkan terhadap tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Melakukan identifikasi faktor – faktor yang menjadi dasar penilain jabatan bertujuan untuk mengetahui faktor – faktor apa saja yang menjadi dasar dalam penilaian jabatan. Proses yang dilakukan dalam identifikasi adalah terlebih dahulu menentukan beberapa faktor- faktor yang akan digunakan dalam penilain jabatan, kemudian setelah menentukan beberapa faktor maka dipilih faktor yang akan mewakili beberapa faktor yang lain yang mana faktor tersebut juga bisa digunakan untuk penilain untuk semua jabatan yang ada di perusahaan. Sehingga pemilihan faktor tersebut harus dilakukan dengan benar. Pemilihan faktor – faktor tersebut dilakukan oleh penulis dan pihak perusahaan yang berkepentingan.
2. Hasil pengolahan data yang menggunakan metode point system untuk penilaian jabatan sebagai dasar promosi, didapatkan hasil dengan 4 faktor penilaian yaitu faktor kecakapan, faktor tanggung jawab, faktor usaha, dan faktor keadaan / kondis kerja dan dikembangkan menjadi 14 sub faktor. Kemudian penentuan faktor dan sub faktor tersebut selanjutnya dilakukan pembobotan untuk masing – masing faktor dan subfaktor. Yang juga diikuti dengan penentuan derajat atau tingkatan untuk masing – masing faktor dan subfaktor. Untuk nilai atau bobot dari masing – masing faktor dan subfaktor yaitu : 1. Kecakapan = 450 (pendidikan = 95, pengalaman = 80, pelatihan = 70, kemampuan menganalisa = 60, kemampuan perencanaan = 55, kemampuan membuat keputusan = 50, kemampuan berbahasa inggris). 2. Tanggung Jawab = 350 (terhadap rahasia perusahaan = 155, terhadap pekerjaan orang lain

atau bawahan = 100, terhadap mesin dan peralatan = 95). 3. Usaha = 80 (mental 50 dan fisik 30). 4. Kondisi kerja = 70 (lingkungan kerja 25 dan bahaya yang mungkin timbul = 45).

3. Nilai relatif jabatan yang didapat dari proses penilaian jabatan digunakan untuk menjadi dasar promosi jabatan. Yang mana informasi yang didapatkan dari nilai – nilai relatif setiap jabatan tersebut yaitu : kemungkin pemindahan jabatan yang dapat dilakukan untuk suatu jabatan ke jabatan lain, kenaikan nilai yang diperlukan apabila suatu jabatan dipindahkan ke jabatan lain yang lebih tinggi dari jabatan yang lagi dijabat, menjadi tolak ukur untuk semua karyawan dalam promosi jabatan yaitu yang berisikan hal – hal atau faktor – faktor apa yang harus dimiliki setiap karyawan untuk menduduki jabatan – jabatan tersebut. Nilai – nilai relatif jabatan tersebut adalah nilai yang tertinggi terdapat pada jabatan Manager Accounting yaitu sebesar (737,16) sedangkan nilai jabatan yang paling rendah terdapat pada jabatan Kabag. Kultur Teknis yaitu sebesar (406,48).

Saran

Dalam pelaksanaan proses penilaian jabatan sebaiknnya melibatkan langsung karyawan yang menjabat suatu jabatan yang akan dinilai. Sehingga tidak timbul rasa ketidakadilan dari berbagai pihak. Walaupun pada dasarnya pada saat proses penilaian jabatan diwakilkan oleh jabatan atau karyawan yang memang mengetahui faktor – dan sub faktor yang menjadi itu juga bisa dilakukan, tetapi alangkah lebih baikknya melibatkan jabatan yang bersangkutan sehingga hasil yang diperoleh akan lebih baik.

Dalam penelitian selanjutnya sebaiknya menggunkan metode lain sebagai pembanding dari hasil penilaian jabatan yang telah dilakukan agar dapat mengetahui metode mana yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

Hasibuan, Malaya S.P. (2012). Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta : PT Bumi Aksara.
James A.F. Stoner/Charles Wankel. 2010. Manajemen. CV Intermedia.
Moekijat. (2010). Manajemen Sumber Daya Manusia. Bandung : CV. Mandar Maju.
Moekijat. (2011). Analisis Jabatan. Bandung : CV. Mandar Maju.

EVALUASI PENILAIAN RESIKO POSTUR KERJA PADA PEKERJA GERABAH

Indah Pratiwi[1)2)], Purnomo[3)], Rini Dharmastiti[3)], Lientje Setyawati[3)]
[1)] Program Studi Teknik Industri – Universitas Muhammadiyah Surakarta
[2)] Mahasiswa Program Doktor Teknik Mesin – Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
[3)] Staf Pengajar Program Doktor Teknik Mesin – Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Email : Indah.Pratiwi@ums.ac.id

ABSTRACT
Penelitian ini dilakukan pada pekerja pembuat gerabah di Desa Kasongan – Bantul – Daerah Istimewa Yogyakarta. Gerabah adalah produk yang dibuat dari tanah liat dibentuk menggunakan lima tahapan proses, yaitu (1) proses mencampur bahan baku melalui penggilingan, (2) proses pembentukan melalui tiga cara, yaitu teknik putar, teknik cetak, dan teknik pin spilin, (3) proses pembakaran, (4) proses finishing melalui pengecatan, dan (5) proses pengepakan. Hampir 60-70% pekerjaan yang mengerahkan tenaga manusia adalah proses pembentukan, sehingga postur kerja ini yang dipilih sebagai obyek penelitian.Tujuan penelitian adalah menilai dan mengevaluasi postur kerja pembuat gerabah terutama pada proses pembentukan untuk mengurangi keluhan work-related muskuloskeletal disorders,Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil sepuluh postur berdasarkan capture melalui camera video. Kemudian data postur meliputi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, punggung, bagian lengan dan kaki, variabel SI (intensitas tenaga yang dikeluarkan, durasi usaha/lama bekerja, usaha permenit/frekuensi pekerjaan permenit, posisi dari tangan/pergelangan tangan, kecepatan kerja, durasi waktu kerja perhari). Pengolahan data menggunakan metode : RULA, REBA, OWAS, SI dan QEC. Output yang didapat berupa Action Categories dan Recommendation for Action yang menunjukkan apakah postur kerja yang dilakukan sudah aman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa postur 3 dan 8 pada metode RULA, REBA, OWAS, SI dan QEC mendapatkan hasil action level 3 bahwa level resiko tinggi sehingga tindakan perbaikan perlu segera dilakukan dan 4 bahwa kondisi ini berbahaya maka pemeriksaan dan perubahan diperlukan dengan segera (saat itu juga). Rekomendasi perbaikan yaitu perubahan sikap/postur pekerja bagian kaki dan punggung, karena pada bagian tersebut mengalami pembebanan akibat postur kerja yang salah, perubahan tata letak peralatan, pengurangan beban dan perancangan maupun penambahan alat bantu.

***Keywords** : postur kerja, work-related musculoskeletal disorders, pekerja gerabah*

PENGANTAR

Penggunaan tenaga manusia dalam dunia industri masih dominan, terutama kegiatan penanganan material secara manual (*Manual Material Handling*/MMH). Beban kerja yang berat, postur kerja yang salah dan perulangan gerakan yang tinggi, serta adanya getaran terhadap keseluruhan tubuh merupakan keadaan yang memperburuk penyakit tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, keluhan pada sistem muskuloskeletal diakibatkan penggunaan postur kerja yang tidak baik.

Gerabah adalah produk yang dibuat dari tanah liat dibentuk menggunakan lima tahapan proses, yaitu (1) proses mencampur bahan baku melalui penggilingan, (2) proses pembentukan melalui tiga cara, yaitu teknik putar, teknik cetak, dan teknik pin spilin, (3) proses pembakaran, (4) proses finishing melalui pengecatan, dan (5) proses pengepakan. Hampir 60-70% pekerjaan yang mengerahkan tenaga manusia adalah proses pembentukan, sehingga postur kerja ini yang dipilih sebagai obyek penelitian.

Rumusan permasalahan dalam penelitian ini : Bagaimanakah postur kerja yang aman pada pekerjaan pembuatan Gerabah berdasarkan metode RULA, REBA, OWAS, SI dan QEC. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisa dan mengevaluasi postur kerja untuk meminimalkan cidera otot pada tulang belakang pekerja pembuat gerabah menggunakan metode penilaian postur kerja.

TEORI

Postur kerja merupakan pengaturan sikap tubuh saat bekerja. Sikap kerja yang berbeda akan menghasilkan kekuatan yang berbeda pula. Pada saat bekerja sebaiknya postur dilakukan secara alamiah sehingga dapat meminimalisasi timbulnya cidera *musculoskeletal*. Kenyamanan tercipta bila pekerja telah melakukan postur kerja yang baik dan aman.

Cumulative Trauma Disorders (dapat juga disebut sebagai *Repetitive Motion Injuries* atau *Musculoskeletal Disorders*) adalah cidera pada sistem kerangka otot yang semakin bertambah secara bertahap sebagai akibat dari trauma kecil yang terus menerus yang disebabkan oleh desain yang buruk yaitu desain alat sistem kerja yang membutuhkan gerakan tubuh dalam posisi yang tidak normal serta penggunaan perkakas *handtools* atau alat lainnya yang terlalu sering.

Rapid Upper Limb Assesment (RULA) adalah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi yang menginvestigasikan dan menilai posisi kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas. Peralatan ini tidak melakukan piranti khusus dalam memberikan pengukuran postur leher, punggung, dan tubuh bagian atas sejalan dengan fungsi otot dan beban eksternal yang ditopang oleh tubuh. Penilaian dengan menggunakan metode RULA membutuhkkan waktu sedikit untuk melengkapi dan melakukan *scoring general* pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang diakibatkan pengangkatan fisik yang dilakukan operator. RULA diperuntukkan dan dipakai pada bidang ergonomi dengan bidang cakupan yang luas.

Penilaian menggunakan RULA merupakan metode yang telah dilakukan oleh McAtamney dan Corlett (1993). Tahap-tahap menggunakan metode RULA adalah sebagai berikut :

Tahap 1 : Pengembangan metode untuk pencatatan postur kerja

Tahap 2 : Perkembnagan sistem untuk pengelompokan skor postur bagian tubuh

Tahap 3 : Pengembangan *Grand Score* dan Daftar Tindakan

Rapid Entire Body Assesment (REBA) adalah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan dan kaki seorang operator. Selain itu metode ini juga dipengaruhi oleh faktor *coupling*, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktivitas pekerja. Penilaian dengan menggunakan REBA tidak membutuhkan waktu lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring general* pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang diakibatkan postur kerja operator (Mc Atamney and Hignett, 2000).

Penilaian menggunakan REBA yang telah dilakukan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn McAtamney melalui tahapan-tahapan sebagai berikut (McAtamney and Hignett, 2000).

Tahap 1 : Pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto.

Tahap 2 : Penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja.

Tahap 3 : Penentuan berat benda yang diangkat, *coupling* dan aktivitas pekerja.

Tahap 4 : Perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan.

Perkembangan OWAS dimulai pada tahun tujuh puluhan di perusahaan *Ovako Oy Finlandia* (sekarang *Fundia Wire*). Metode ini dikembangkan oleh Karhu dan kawan-kawannya di Laboratorium Kesehatan Buruh Finlandia (*Institute of Occupational Health*). Lembaga ini mengkaji tentang pengaruh sikap kerja terhadap gangguan kesehatan seperti sakit pada punggung, leher, bahu, kaki, lengan dan rematik. Penelitian tersebut memfokuskan hubungan antara postur kerja dengan berat beban.

Metode OWAS mengkodekan sikap kerja pada bagian punggung, tangan, kaki dan berat beban. Masing-masing bagian memiliki klasifikasi sendiri-sendiri. Metode ini cepat dalam mengidentifikasi sikap kerja yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja yang menjadi perhatian dari metode ini adalah sistem *musculoskeletal* manusia. Postur dasar OWAS disusun dengan kode yang terdiri empat digit, dimana disusun secara berurutan mulai dari punggung, lengan, kaki dan berat beban yang diangkat ketika melakukan penanganan material secara manual.

Strain index (SI) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisa resiko kerja yang ditimbulkan dari adanya pekerja yang komplek/rumit dan banyak. *Index* yang dihasilkan dengan memasukkan *variable* yang ada akan digunakan untuk melihat seberapa tinggi tingkat resiko dari pekerjaan tersebut. Langkah-langkah penilaian menggunakan metode *Strain Index* adalah sebagai berikut:
Langkah 1: Pengumpulan Data, ditentukan oleh enam *variable* yaitu:

1. Intensitas tenaga yang dikeluarkan,
2. Durasi usaha/lama bekerja

$$\text{Persamaan \% Durasi/lama bekerja} = \frac{usahayangterukursel amaobservasi}{waktutotal observasi} \times 100 \quad \text{... (1)}$$

3. Usaha per menit/frekuensi pekerjaan per menit

$$\text{Usaha per menit} = \frac{jumlahpengulanganaktivitas\,\text{ker}\,ja}{waktutotal observasi} \quad \text{... (2)}$$

4. Posisi dari tangan/pergelangan tangan
5. Kecepatan kerja

6. Durasi waktu kerja per hari

Langkah 2 : Penentuan Faktor Pengali

Formulasi skor *Strain Index* adalah sebagai berikut (Moore, J.S. dan Garg, 1995).

$$SI\ score = IEM \times DEM \times EMM \times HPM \times SWM \times DDM \quad ...(3)$$

Langkah 3 : Analisis Hasil Skor *Strain Index*

Metode QEC akan memberikan penilaian dengan skala empat level tingkat bahaya dari postur untuk mengoreksi postur tersebut. Metode tersebut hanya menilai postur suatu individu sehingga untuk menilai postur kerja pada bagian produksi perlu dikembangkan sehingga mampu mengakomodasi postur dari seluruh operator dengan waktu singkat dan mudah. Tahapannya sbb :

Tahap 1 : Pengembangan metode untuk merekam postur kerja

Tubuh dibagi dalam segmen-segmen yang membentuk lima kelompok atau grup yaitu grup A, B, C, D, E dan F. Hal ini untuk memastikan bahwa seluruh postur tubuh terekam, sehingga segala kejanggalan atau batasan postur oleh punggung atau leher yang mungkin saja mempengaruhi postur anggota tubuh atas dapat tercakup dalam penilaian.

1. Grup A Penilaian Untuk Postur Punggung (A1-A3)
2. Grup a Penilaian Berat Maksimum yang diangkat Secara Manual (a1-a2)
3. Grup B Penilaian Untuk Pergerakan Punggung (B1-B5)
4. Grup b Penilaian waktu rata-rata yang dikeluarkan per hari pada pekerjaan ini (b1 – b3)
5. Grup C Penilaian Untuk Postur Bahu/Lengan (C1-C3)
6. Grup c penilaian level tekanan maksimum dengan menggunakan satu tangan (c1 – c3)
7. Grup D Penilaian Untuk Pergerakan Bahu/Lengan (D1-D3)
8. Grup d untuk mengetahui seberapa besar getaran yang ada pada pekerjaan ini (d1-d3)
9. Grup E Penilaian Untuk Postur Tangan/Pergelangan Tangan (E1-E2)
10. Grup e apakah ketajaman mata dibutuhkan dalam pekerjaan ini (e1-e2)
11. Grup F Penilaian Untuk Pergerakan Tangan/Pergelangan Tangan (F1-F3)
12. Grup f apakah ada kesulitan dalam melakukan pekerjaan ini (f1-f3)
13. Grup G Penilaian Untuk Postur Leher (G1-G3)
14. Grup g apakah ada tekanan atau stress dalam malakukan pekerjaan ini (g1- g4)
15. Penilaian Pekerja pada Pekerjaan Yang Sama
16. Perhitungan dari Total skor Penilaian

Tahap 2 : Pengembangan sistem skor untuk pengelompokkan bagian tubuh, meliputi : (1) Penilaian Punggung, (2) Penilaian Bahu/Lengan, (3) Penilaian Tangan/Pergelangan, (4) Penilaian Leher, (5) Penilaian Pekerja.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada industri pembuatan Gerabah di Desa Kasongan – Bantul – Yogyakarta.

Langkah-langkah penelitian :

1. Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah
2. Menentukan tujuan penelitian
3. Pengumpulan Data, yaitu : Postur pekerja yang meliputi lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, punggung dan kaki dan Data dari keluhan pekerja (*Nordic Body Map).*
4. Pengolahan Data Dengan Metode RULA, melalui 3 tahap yaitu :
   a) Tahap 1 : Pengembangan metode untuk pencatatan postur kerja, tubuh dibagi menjadi dua bagian, yaitu grup A dan grup B. Grup A meliputi lengan atas dan lengan bawah serta pergelangan tangan. Sementara grup B meliputi leher, badan dan kaki.
   b) Tahap 2 : Perkembangan sistem untuk pengelompokan skor postur bagian tubuh, dengan cara menentukan skor untuk masing-masing postur A dan B. Kemudian skor tersebut dimasukkan dalam tabel A untuk memperoleh skor A dan tabel B untuk memperoleh skor B.
   c) Tahap 3 : Pengembangan *Grand Score* dan Daftar Tindakan, penentuan *Grand Score* untuk memperoleh nilai *action level* dan tindakan yang harus dilakukan.
5. Pengolahan dengan metode REBA
   Input dari metode REBA adalah postur kerja lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, leher, punggung, kaki, berat beban yang diangkat serta *coupling* yang digunakan berdasarkan pengamatan di tempat kerja. Selanjutnya mengolah data postur-postur kerja yang telah didapatkan dengan metode REBA yaitu memberikan penilaian-penilaian sesuai postur kerja

kemudian menghasilkan berupa kategori *action level*. Terdapat empat kategori *action level* beserta dengan rekomedasi tindakan yang harus dilakukan terhadap postur tersebut.

6. Pengolahan data menggunakan metode *Strain Index* mencakup kegiatan :
a) Pengumpulan data enam variabel kerja
b) Menetapkan faktor pengali berdasarkan rating yang telah ditetapkan.
c) Menentukan *Strain Index Score* = IEM × DEM × EMM × HPM × SWM × DD
d) Mengidentifikasi hasil, sehingga dapat dianalisis apakah sebuah aktivitas kerja aman
7. pengolahan data menggunakan metode QEC, adalah :
a) Tahap 1 : Pengembangan metode untuk merekam postur kerja
b) Tahap 2 : Pengembangan sistem skor untuk pengelokpokkan bagian tubuh.
c) Tahap 3 : Pengembangan skor dan daftar tindakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

(a) (b)

Gambar 1. Postur Kerja Proses Pembentukan Gerabah (a) Postur 3 (b) Postur 8

Tabel 1 menunjukkan langkah-langkah perhitungan RULA dan REBA untuk postur 3, sedangkan tabel 2 untuk postur 8.

Tabel 1. Perhitungan RULA dan REBA pada Postur 3 (Pratiwi, 2014)

Step	RULA			REBA		
	Lokasi	Keterangan	Score	Lokasi	Keterangan	Score
1	Lengan atas	Posisi besar sudut lengan atas terhadap beban sebesar $102,5^0$ ($0 = +1$, 20-45 = +2, 45-90 = +3, > 90^0 = +4) = + 4	4	Leher	Posisi besar sudut gerakan leher terhadap punggung besarnya 18^0 (0-20 = +1, > 20 = +2) = +1	1
2	Lengan bawah	Posisi besar sudut lengan bawah terhadap lengan atas sebesar $153,1^0$ (0-60 = +2, 60-100 = +1, > 100^0 = +2) = +2	2	Punggung	Posisi besar sudut punggung dengan garis vertical besarnya $84,2^0$ (0^0 = +1, 0-20^0 = +2, 20-60 = +3, > 60^0 = +4) = +4	4
3	Telapak tangan	Posisi telapak tangan (lurus=0,kebawah/keatas<15^0=+1,kebawah/keatas>15^0=+2	1	Kaki	Posisi sudut kaki terhadap garis vertical besarnya $21,8^0$ = +1	1
4	Putaran telapak tangan	Berputar setengah=+1,berputar penuh=+2	1	Tabel A	Nilai table A diambil dari koordinat garislurusdari poin no. 1, 2, 3.	3
5	Tabel A	Nilai table A diambil dari koordinat garis lurus dari poin no. 1, 2, 3,4	4	Beban	Nilai beban 5kg-10kg= 1	1
6	Nilai Otot	Jika pekerjaan berulang selama 4x dalam 1menit=+1	1	Nilai A	Nilai score A diperoleh dari penambahkan step 4 dan step 5 yang berada pada poin no.4 dan 5	4
7	Tenaga	Nilai tenaga	3	Lengan atas	Posisi besar sudut lengan atas terhadap beban sebesar $102,5^0$ ($0 = +1$, 20-45 = +2, 45-90 = +3, > 90^0 = +4) = + 4	4

8	Nilai baris C	Diambil dari penjumlahan poin no.5,6,7	8	Lengan bawah	Posisi besar sudut lengan bawah terhadap lengan atas sebesar $153,1^0$ (0-60 = +2, 60-100 = +1, > 100^0 = +2) = +2	2
9	Leher	Posisi besar sudut gerakan leher terhadap punggung besarnya 18^0 (0-10 = +1, 10- 20 = +2,>20=+3,mendongak=+4) = +2	2	Telapaktangan	Posisi telapak tangan kebawah (keatas = +1, kebawah = +2) = +2	2
10	Punggung	Posisi besar sudut punggung dengan garis vertical besarnya $84,2^0$ (0^0 = +1, 0-20^0 = +2, 20-60 = +3, > 60^0 = +4) = +4	4	Tabel B	Nilai table B diambil dari koorninat garis dari poin no. 7,8,9.	6
11	Kaki	Jika kaki mendukung=+1,jika tidak=+2	1	Handle	Posisi pemegangan tangan (handle cople) dinilai kategori fair = +1	1
12	Tabel B	Nilai table B diambil dari koordinat garis lurus dari poin no. 9,10,11	5	Niali B	Nilai poin no. 10 ditambah poin no. 11	7
13	NilaiOtot	Jika pekerjaan berulang selama 4x dalam 1menit=+1	1	Nilai C	Nilai tabel C diambil dari poin no.6 dan poin no.12	7
14	Tenaga	Nilai tenaga	3	Nilaiaktivitas	Activity score	1
15	Nilai kolom C	Diambil dari penjumlahan poin no.12,13,14	9	Final REBA	Score in table C ditambah nilai activity score	8
Final		Score in table C	7			

Postur kerja 3, menggunakan RULA hasil *grand score* 7 dengan *action level* 4, menggunakan metode REBA *grand score* 8 dengan *action level* 3 sehingga perlu dilakukan perbaikan sesegera mungkin (Tabel 1).

Tabel 2. Perhitungan RULA dan REBA pada Postur 8 (Pratiwi, 2014)

Step	RULA			REBA		
	Lokasi	Keterangan	Score	Lokasi	Keterangan	Score
1	Lengan atas	Posisi besar sudut lengan atas terhadap beban sebesar $83,4^0$ (0^0 = +1, 20^0-45^0 = +2, 45^0-90^0 = +3, > 90^0 = +4) = + 4	+3	Leher	Posisi besar sudut gerakan leher terhadap punggung besarnya $33,5^0$ (0^0-20^0 = +1, > 20^0 = +2) = +2	+2
2	Lengan Bawah	Posisi besar sudut lengan bawah terhadap lengan atas sebesar $127,7^0$ (0^0-60^0 = +2, 60^0-100^0 = +1, > 100^0 = +2) = +2	+2	Punggung	Posisi besar sudut punggung dengan garis vertikal besarnya $39,6^0$ (0^0 = +1, 0^0-20^0 = +2, 20^0-60^0 = +3, > 60^0 = +4) = +4	+3
3	Telapak tangan	Posisi ltelapak tangan menekuk ke atas sebesar $14,7^0$ = +2	+2	Kaki	Posisi sudut kaki besarnya $23,2^0$ = +1	+1
4	Ruas jari	Besar sudut $14,7^0$ = +1	+1	Tabel A	Nilai tabel A diambil dari koordinat garis lurus dari poin no. 1, 2, 3.	+4
5	Tabel A	Nilai tabel A diambil dari koordinat garis lurus dari poin no. 1, 2, 3, 4.	+4	Beban	Nilai beban < 5 kg	0
6	Otot	Bentuk postur diam (statis)	+1	Nilai A	Nilai score A diperoleh dari menambahkan step 4 dan step 5 yang berada pada poin no.4 dan 5	+4
7	Tenaga (Beban)	Tenaga kurang dari 2 kg	0	Lengan atas	Posisi besar sudut lengan atas terhadap beban sebesar $83,4^0$ (0^0 = +1, 20^0-45^0 = +2, 45^0-90^0 = +3, > 90^0 = +4) = + 4	+3
8	Nilai A (Wrist &Arm)	Nilai score A diperoleh dari penambahan step 5, step 6 dan step 7	+5	Lengan bawah	Posisi besar sudut lengan bawah terhadap lengan atas sebesar $127,7^0$ (0^0-60^0 = +2, 60^0-100^0 = +1, > 100^0 = +2) = +2	+2

9	Leher	Posisi besar sudut gerakan leher terhadap punggung besarnya $33,5^0$ (0^0-10^0 = +1, 10^0-20^0 = +2, > 20^0 = +3	+3	Telapak tangan	Posisi telapak tangan ke atas sebesar $14,7^0$ = +1	+1
10	Punggung	Posisi besar sudut punggung dengan garis vertikal besarnya $39,6^0$ (0^0 = +1, 0^0-20^0 = +2, 20^0-60^0 = +3, > 60^0 = +4) = +4	+3	Tabel B	Nilai tabel B diambil dari koordinat garis dari poin no. 7,8,9.	+4
11	Kaki	Posisi sudut kaki terhadap garis vertikal besarnya$23,2^0$ = +2	+2	Handle	Posisi pemegangan tangan (handle cople) dinilai kategori fair = +1	+1
12	Tabel B	Nilai tabel B diambil dari koordinat garis dari poin no. 9, 10, dan 11.	+5	Nilai B	Niali poin no. 10 ditambah poin no. 11	+5
13	Otot	Bentuk postur diam (statis)	+1	Nilai C	Nilai tabel C diambil dari poin no.6 dan poin no.12	+5
14	Tenaga (Beban)	Tenaga kurang dari 2 kg	0	Nilai aktivitas	Activity score (postur tetap selama > 1 menit)	+1
15	Nilai B	Nilai score B diperoleh dari penambahan step 12, step 13 dan step 14	+6			
Final	Tabel C	Score in tabel C dari koordinat garis dari poin no. 8 dan 15	7		Score in tabel C ditambah nilai activity score	6

Postur kerja 8, menggunakan RULA hasil *grand score* 7 dengan *action level* 4, menggunakan metode REBA *grand score* 6 dengan *action level* 3 sehingga perlu dilakukan perbaikan sesegera mungkin (Tabel 1).

Tabel 3. Perhitungan OWAS pada Postur 3 dan Postur 8

Step	Sikap Postur 3		Sikap Postur 8	
	Postur	Skor	Postur	Skor
1	Punggung	2	Punggung	2
2	Lengan	1	Lengan	1
3	Sikap Kaki	4	Sikap Kaki	4
4	Berat Beban	1	Berat Beban	1
Final	Skor	3	Skor	3

Postur kerja 3 dan postur 8, menggunakan OWAS hasil final skor berupa kategori 3 yaitu pada sikap ini berbahaya pada sitem musculoskeletal (postur kerja mengakibatkan pengaruh ketegangan yang sangat signifikan) perlu perbaikan sesegera mungkin (Tabel 3).

Tabel 4. Perhitungan QEC pada Postur 3 dan Postur 8

Uraian		Postur 3	Postur 8
Penilaian Punggung	Skor 1	6	6
	Skor 2	2	4
	Skor 3	2	6
	Skor 4	6	6
	Skor 5	4	4
Penilaian Bahu/Lengan	Skor 1	4	6
	Skor 2	4	6
	Skor 3	2	6
	Skor 4	4	6
	Skor 5	4	6
Penilaian Tangan/Pergelangan	Skor 1	8	6
	Skor 2	8	6
	Skor 3	4	6
	Skor 4	6	6
	Skor 5	4	6

Penilaian Leher	Skor 1	6	6
	Skor 2	2	4
Penilaian Pekerja		9	6
Total Skor		83	102

Menggunakan QEC, postur kerja 3 dengan total skor 83 dan postur 8 dengan total skor 102, masuk dalam range 82-123 dengan penanganan investigasi lebig lanjut dan dilakukan penanganan segera (Tabel 4).

Tabel 5. Perhitungan SI pada Postur 3 dan Postur 8

Uraian	Postur 3		Postur 8	
	Rating Values	*Multipliers for SI*	*Rating Values*	*Multipliers for SI*
Nilai Intensitas Tenaga	3	6	3	6
Durasi Usaha/Lama Bekerja	3	1.5	3	1.5
Usaha per menit/frekuensi Usaha per menit	2	1.0	2	1.0
Posisi tangan/pergelangan tangan	3	1.5	4	2.0
Kecepatan Kerja	3	1.0	3	1.0
Durasi waktu kerja per hari	4	1.0	4	1.0
Total Skor		13.5		18

Menggunakan metode SI, hasil yang peroleh adalah : postur 3 dengan total skor 13.5 dan postur 8 adalah 18, dimana masuk dalam aktivitas kerja berbahaya untuk dilakukan, sehingga perbaikan mutlak diperlukan (Tabel 5).

KESIMPULAN

Postur 3 dan postur 8 dilakukan evaluasi menggunakan metode RULA, REBA, OWAS, QEC dan SI menunjukkan aktivitas berbahaya untuk dilakukan investigasi lebih lanjut dan dilakukan penanganan sesegera mungkin, sehingga perbaikan mutlak diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

Drinkaus, Phillip. 2003. *The Strain Index: Using Task Level Outputs to Evaluate Job Risk*. Universitas Utah.

Karhu, etc. 1981. "*Observing Working Posture in Industry*: *Example of OWAS Aplication"*. *APPLIED ERGONOMICS*

Li, G. and Buckle, E. 1999. *Further Development of The Usability and Validity of The Quick Exposure Check* (QEC). http://www.hse.gov.uk/research/crr .

Lueder, R. 1996. A Proposed RULA for Computer Users, *Procceding of the Ergonomic Summer Workshop*, San Francisco.

Luopajarvi, T. 1990. *Ergonomic, Analysis of Workplace and Postural Load*, Taylor & Francis Ltd, London.

McAtamney, L. and Corlett, E.N., 1993. *"RULA : A Survey Based Method for the Investigation of Work Related Upper Limb Disorders"*, *Applied Ergonomics*, 24(2).91-99.

McAtamney,L. and Hignet, S.,2000. REBA : *Rapid Entire Body Assessment*, Applied Ergonomics, 31 : 201-205

McCormick, E.J. and M.S, Sanders. Human *Factors in Engineering and Design* 7th ed. New York : McGraw-Hill Inc,1993.

Moore, J. Steeven and Arun Garg, 1995. *The Strain Index : a proposed method to analyze job for risk of distal upper extremity disorders*. Journal of Industrial Engineering.

Niebel, B.W and Freivald, A. 1999. *Methods Standards & Work Design*, 10th edition, International Edition.

Pourmahabadian, M, Saraji, J.N, Aghabeighi, M. dan Saddeghi-Naeeni, H. 2005. *Risk Assessment of Developing Distal Upper Extremity Disorders by Strain Index Method in an Assembling Electronic*. *University of Medical Sciences*.

Pratiwi, 2014, *Evaluasi Postur Kerja Pengrajin Gerabah Menggunakan RULA dan REBA*, Prosiding Seminas Nasional IENACO di Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta, 28 Maret 2014

Pratiwi, 2011, *Analisis Postur Kerja Operator Menggunakan Metode Strain Index dan Quick Exposure Checklist (QEC)*, Prosiding Seminar nasional RAPI UMS 13 Desember 2011

Pratiwi, 2010, *Analisis Resiko Kerja dengan Strain Index*, Prosiding Seminar Nasional RAPI UMS, 4 Desember 2010

Pratiwi, 2009, *Analisa Postur Kerja dan Perancangan Alat Bantu Untuk Aktivitas Manual Material Handling*, Prosiding Seminar Nasional Ergonomi di Universitas Diponegoro Semarang, ISBN 978-979-704-802-0, 17-18 Nopember 2009

Pratiwi, 2008, *Analisis Postur Kerja Operator Dengan Menggunakan Metode Quick Exposure Checklist (QEC) di Industri Tahu*, Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri VII , ISSN 1414-9612, 18 Desember 2008, Hal. I.01-08

Pratiwi, 2008, *Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode RULA dan REBA*, National Conference on Applied Ergonomics, ISBN 978-979-18304-0-9, 29 Juli 2008, Hal. 41

Tayyari, F. and Smith, J. L. 1997. *Operational Ergonomics, Principles and Application*, Chapman & Hall, London.

PERENCANAAN PRODUKSI UNTUK MEREDUKSI LEAD TIME DENGAN STRATEGI MAKE TO STOCK (MTS) DAN MAKE TO ORDER (MTO)

Reni Amaranti[1], Chaznin R. Muhamad[2], Nia Rusniani[3]
[1,2,3] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung
Jalan Tamansari No.1 Bandung 40116
Telp. 022-4203368 Ext. 139
Email: reniamaranti2709@yahoo.com, chaznin_crm@yahoo.co.id, neeya.rusniani@gmail.com

ABSTRAKS
Kegiatan manufaktur atau kegiatan produksi tidak terlepas dari perencanaan produksi. Perencanaan produksi mengatur serangkaian kegiatan produksi dimulai dari pemesanan material yang dibutuhkan hingga produk siap dikirim ke pelanggan. Pembuatan perencanaan produksi sering menjadi kendala bagi perusahaan dengan kegiatan produksi yang berdasarkan pada order pelanggan. Apabila perencanaan produksi tidak dibuat dengan baik maka lead time akan sangat panjang. Hal ini juga terjadi pada perusahaan tempat studi kasus dilakukan yaitu perusahaan karoseri mobil yang produksinya berdasarkan pada pesanan pelanggan. Lead time sangat panjang dan sering terjadi keterlambatan penyampaian pesanan kepada pelangan karena proses produksi dimulai dari proses pemesanan material kepada pemasok, padahal ada beberapa material yang dapat disimpan perusahaan sebagai persediaan. Untuk itu dibuat perbaikan perencanaan produksi dengan menggabungkan dua pendekatan yaitu pendekatan make to stock (MTS) dan make to order (MTO).Pendekatan MTS dilakukan untuk merencanakan pembelian material tertentu yang dapat disimpan sebagai persediaan, sedangkan MTO dilakukan setelah pesanan tiba untuk memesan komponen khusus yang tidak dapat disimpan. Berdasarkan penggabungan dua pendekatan tersebut, perusahaan dapat mereduksi lead time dari 37 hari menjadi 28 hari, yang akhirnya akan berpengaruh pada penurunan biaya produksi dan peningkatan keuntungan serta kepuasan pelanggan.

***Kata kunci**: perencanaan produksi,lead time, Make to Stock (MTS), Make to Order (MTO)*

PENDAHULUAN

Produksi merupakan fungsi pokok dalam setiap organisasi yang mencakup aktivitas yang bertanggung jawab untuk menciptakan nilai tambah produk yang merupakan *output* dari setiap organisasi industri. Perencanaan produksi merupakan suatu proses penetapan tingkat *outputmanufacturing* secara keseluruhan untuk memenuhi tingkat penjualan yang direncanakan dan *inventory* yang diinginkan (Gasperszt, 1998). Sebuah perusahaan harus dapat menentukan strategi yang tepat dalam melakukan berbagai upaya perbaikan produksi sesuai dengan sumber daya yang dimiliki agar mampu berkompetisi dengan perusahaan lain. Perbaikan produksi harus dilakukan secara terus menerus dan memerlukan sebuah perencanaan yang tepat untuk dapat menyeimbangkan target produksi dengan kapasitas yang dimiliki.

Perencanaan produksi merupakan bagian dari rencana strategi perusahaan dan dibuat secara harmonis dengan rencana bisnis *(Business Planning)* dan rencana pemasaran *(Marketing Planning*). Perencanaan produksi bisa diartikan juga sebagai proses untuk menentukan jumlah produksi, persediaan, dan *workforce level* untuk memenuhi permintaan yang berfluktuasi (Smith dalam Purnomo, 2010).Perencanaan produksi adalah proses perencanaan yang berkenaan dengan pengelolaan keseluruhan aktivitas untuk merencanakan penyesuaian tingkat permintaan yang berasal dari peramalan (*forecasting*) dan pesanan, dengan kapasitas yang dimiliki pada jangkauan waktu tertentu. Perencanaan produksi menentukan tingkat atau kecepatan produksi pabrik yang dinyatakan secara *agregat* yaitu perencanaan yang dibuat untuk seluruh produk yang menggunakan sumber yang samatanpa dirinci kedalam masing-masing produk yang berbeda *(end item).* Perencanaan produksi yang belum tepat dapat menimbulkan beberapa permasalahan diantaranya perusahaan sulit untuk menentukan jumlah barang yang akan diproduksi, kapan produksi akan dilakukan, jumlah tenaga kerja yang diperlukan, material yang dibutuhkan dan waktu untuk pemesanan material. Sebaliknya, perencanaan produksi yang tepat akan dapat meminimalkan waktu yang diperlukan untuk produksi dan secara langsung akan meminimalkan ongkos produksi.

Pada perusahaan yang melakukan produksi berdasarkan pesanan pelanggan seperti perusahaan karoseri mobil, kegiatan perencanaan produksi menjadi salah satu tahapan yang sangat penting dan berpengaruh pada ketepatan penyampaian produk kepada pelanggan. Adanya *lead time* yang panjang

dalam kegiatan produksi dapat menyebabkan keterlambatan penyampaian pesanan kepada pelanggan. *Lead time* yang semakin pendek pasti menjadi salah satu kekuatan dalam iklim persaingan yang semakin kompetitif. Pada dasarnya, tidak ada *customer* yang mau menunggu dalam waktu relatif lama saat membeli.Oleh karena itu, untuk dapat mereduksi *lead time* yang panjang, perusahaan harus dapat menentukan prioritas pengadaan material, proses produksi, hingga produk diserahkan ke pelanggan tepat waktu. Upaya mereduksi *lead time* yang panjang tersebut dapat dilakukan dengan memperbaiki perencanaan produksi, yaitu dengan memetakan atau memodelkan bagaimana perencanaan produksi yang biasa dilakukan, mengidentifikasi proses-proses apa saja yang menyebabkan *customer lead time* menjadi lama, dan melakukan perbaikan perencanaan produksi untuk mereduksi *customer lead time*. Makalah ini menjelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan produksi dengan tujuan mereduksi *lead time* dengan strategi *Make to Stock (MTS)* dan *Make to Order (MTO)* pada perusahaan karoseri mobil yang melakukan produksi berdasarkan pesanan pelanggan.

METODE PENELITIAN

Perencanaan produksi merupakan suatu proses perencanaan untuk merencanakan tingkat *output* berdasarkan keinginan pada jangkauan waktu tertentu. Perencanaan produksi *agregat* umumnya terdiri dari perencanaan output yang diinginkan dan rentang antara tiga bulan sampai satu tahun. Semakin jauh perkiraan yang masuk ke masa depan, semakin kecil kemungkinan untuk menjadi akurat. Menyadari hal ini, perencanaan dan pengendalian produksi dilakukan atas dasar permintaan kelompok atas kisaran menengah dan panjang (Narasimhan dkk, 1995). Sedangkan menurut Assauri (2008), perencanaan produksi (*production planning*) merupakan perencanaan dan pengorganisasian mengenai orang-orang, bahan-bahan, mesin-mesin dan peralatan lain serta modal yang diperlukan untuk memproduksi barang-barang pada suatu periode tertentu di masa depan sesuai dengan yang diperkirakan atau diramalkan. Menurut *American Production and Inventory Control Society* (APICS), pengendalian produksi adalah fungsi untuk menggerakan barang melalui siklus manufaktur keseluruhan dari pengadaan bahan baku sampai dengan pengiriman produk jadi, sedangkan pengendalian persediaan adalah aktivitas-aktivitas dan teknik-teknik penjagaan *stock* barang-barang pada tingkat tertentu, baik berupa bahan baku, barang dalam proses dan produk jadi (Smith dalam Hadiguna dan Machfud, 2008).

Perencanaan produksi merupakan penyesuaian antara permintaan yang berasal dari peramalan dengan kapasitas yang dimiliki pada tingkat perencanaan produksi. Perencanaan produksi diperlukan karena ketidakpastian hasil peramalan itu sendiri, adanya ongkos yang timbul setiap kali kita mengubah level produksi atau jika kita membuat persediaan, dan tipe dari *response* permintaan berdasarkan *lead time*. Barang yang direncanakan akan diproduksi pada suatu periode harus memenuhi beberapa syarat, yaitu harus dapat diproduksi atau dibuat pada waktu tertentu, harus dapat dikerjakan, dan harus sesuai atau dapat memenuhi dengan keinginan pelanggan sesuai dengan ramalan baik mengenai harga, kuantitas, kualitas dan waktu yang dibutuhkan.

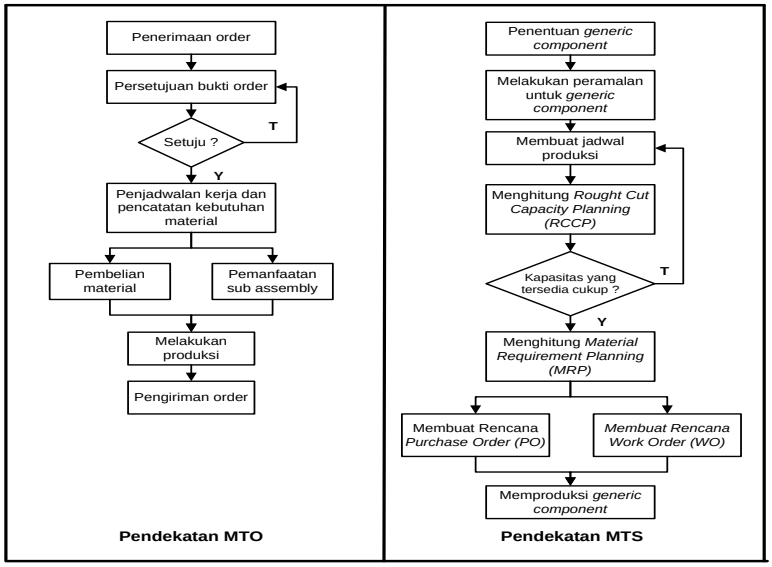
Pembuatan rencana produksi untuk mereduksi *lead time* dengan menggunakan strategi Make *to Stock (MTS)* dan *Make to Order (MTO)* ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data
2. Identifikasi proses produksi saat ini
3. Identifikasi penyebab keterlambatan penyampaian pesanan kepada pelanggan
4. Pembuatan rencana produksi usulan
   - Menentukan *decoupling point*(pendekatan *Make to Stock* dan *Make to Order*)
     Penentuan *Decoupling point* dilakukan untuk melakukan penyimpanan sesuai *forecasting* dengan menentukan *generic component* dari tiap komponen karoseri yang dapat dijadikan sebagai persediaan (Pendekatan MTS), sehingga komponen persediaan tersebut dapat dibuat terlebih dahulu sebelum pesanan tiba di perusahaan.Sedangkan MTO dilakukan setelah ada *order* dari pelanggan.

   - Membuat rencana produksi dengan pendekatanan MTS
     Pendekatan MTS dimulai dari pemesanan material yang dibutuhkan berdasarkan hasil dari peramalan untuk melakukan produksi sebelum pesanan pelanggan tiba. Dalam hal ini perusahaan dapat menggunakan pendekatan MTS untuk melakukan pemesanan material *generic component* tertentu sebagai persediaan untuk melakukan produksi, sehingga dapat mencegah terjadinya kekurangan dari material yang dibutuhkan saat pesanan tiba. Adapun pendekatan MTS meliputi
     - Penentuan *Generic Component*, yaitu menentukan komponen karoseri yang dapat disimpan sebagai persediaan, sehingga bisa dibuat terlebih dahulu sebelum pesanan tiba diperusahaan.

- Melakukan Peramalan terhadap *Generic Component*
- Pembuatan Jadwal Produksi Induk (JPI)yaitu menentukan jumlah kapasitas dari *regular time* dan *over time* yang tersedia berdasarkan jumlah jam kerja, kemudian membuat jadwal produksi indukkaroseri yang akan diproduksi
- *Perhitungan Rough Cut Capacity Planning* (RCCP), yaitu menghitung kebutuhan kapasitas kasar yang dimiliki perusahaan untuk memproduksi karoseri untuk mengambil tindakan perbaikan apabila ditemukan adanya ketidaksesuaian antara penjadwalan produksi induk dan kapasitas yang tersedia.
- Perhitungan *Material Requirement Planning (MRP*)

- Membuat rencana produksi dengan pendekatanan MTO
  Pendekatan *Make to Order* (MTO) baru dilakukan setelah perusahaan menerima pesanan dari konsumen atau pelanggan. Setelah pesanan tiba, kemudian perusahaan baru melakukan pesanan ke *supplier* sesuai dengan pesanan yang diinginkan pelanggan. Dalam hal ini perusahaan menggunakan pendekatan MTO mulai dari pesanan datang dari konsumen atau pelanggan untuk melakukan pesanan ke *supplier* berdasarkan pesanan khusus yang tidak dilakukan penyimpanan berdasarkan keinginan pelanggan tersebut untuk dilakukan proses produksi.



Gambar 1. Langkah-Langkah Pendekatan Make to Stock (MTS) dan Make to Order (MTO)

STUDI KASUS

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan studi kasus pada CV. Karoseri Sanggar Karya, perusahaan karoseri mobil di kota Bandung. Permasalahan yang ada di perusahaan adalah sering terjadi keterlambatan penyampaian *order* ke pelanggan dan sistem penerimaan order yang tidak memperhatikan kapasitas yang dimiliki sehingga menyebabkan keterlambatan. Pada saat ini, perusahaan belum melakukan perencanaan produksi dengan baik sehingga lead time menjadi panjang bahkan lebih lama dari yang dijanjikan kepada pelanggan.

Proses produksi saat ini

CV. Sanggar Karya memproduksi berdasarkan pesanan pelanggan sehingga selama ini perencanaan produksi yang dilakukan menggunakan pendekatan *make to order* (MTO) yaitu produksi baru akan dimulai setelah perusahaan menerima pesanan dari pelanggan. Produk yang diproduksi perusahaan ini antara lain karoseri Isuzu Elf, Mitsubishi FE 104-304, Mitsubishi L-300 T 120 SS, Suzuki Futura ST 150 dan kijang kapsul, Kijang Innova ambulance , Isuzu Panther, Toyota Hilux ambulance, Hino Dutro dan Double Cabin, Mikrobus, Ambulance atau Jenazah, mobil jualan makanan (Moko), OB Van, medium bus, dan mobil perpustakaan.Tahapan produksi yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. **Proses Pemesanan Material**
Setelah pesanan ada dari pelanggan kemudian dilakukan pemesanan ke *supplier* untuk membuat karoseri pesanan pelanggan. Material yang dipesan meliputi *chassis*, komponen pembuatan *body*, cat, dempul, asesoris, dan komponen pendukung lainnya. Adapun proses pemesanan material yaitu:
- Bagian gudang melakukan pengecekan barang yang akan dipesan untuk membuat karoseri, dan membuat daftar pesanan yang kemudian diserahkan ke bagian pembelian.
- Bagian pembelian melakukan pemesanan/pembelian barang sesuai dengan daftar pesanan dari bagian gudang ke *supplier*.
- *Supplier* menyediakan barang yang dipesan dan melakukan pengiriman barang bersamaan dengan nota pembayaran.
- Bagian pembelian menyampaikan barang pesanan ke bagian gudang, kemudian bagian gudang melakukan pengecekan barang, membuat laporan penerimaan barang, dan melakukan pembayaran ke *supplier*.

b. **Proses Produksi Karoseri**
Proses produksi pembuatan karoseri melibatkan 5 bagian yang terdiri dari bagian komponen, bagian perakitan, bagian pendempulan, bagian pengecatan, dan bagian f*inishing*.

Tabel 1. Waktu operasi masing-masing stasiun kerja

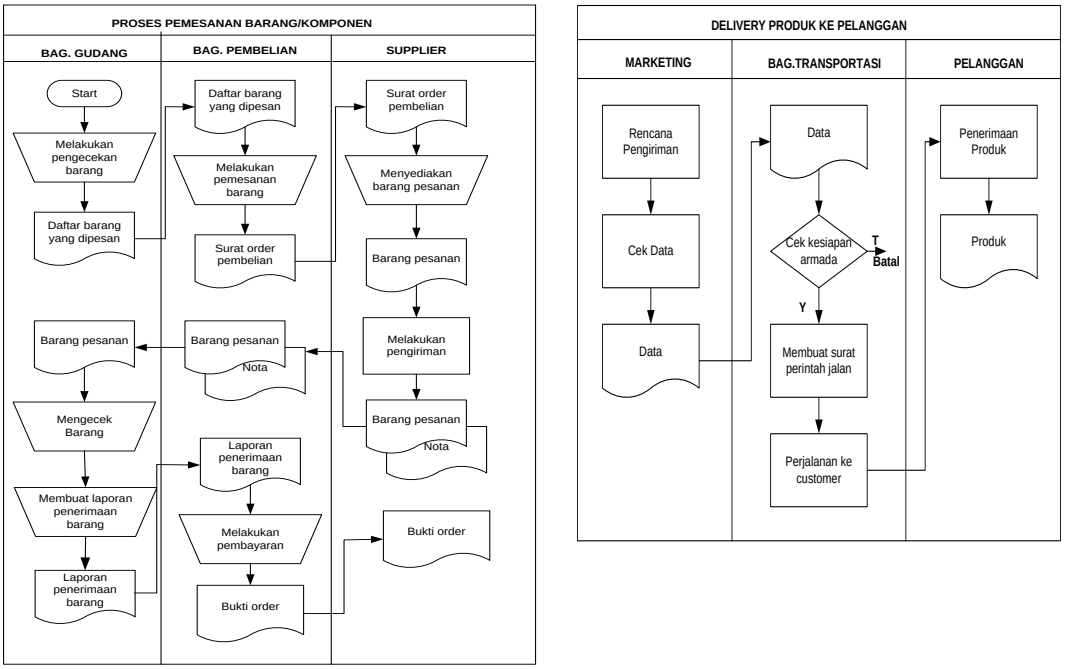
SK	Bagian	Waktu (menit)
1	Pengukuran	51
	Pemotongan	40
	Pengefreisan	28.5
	Matress dan Las Titik	40
	Pembentukan	120
2	Perakitan	2500
3	Pendempulan & Epoxy	1785
4	Pengecatan	630
5	Finishing	2160

c. **Proses Pengiriman Produk ke Konsumen**
Proses pengiriman produk ke konsumen setelah produk karoseri selesai di produksi yaitu
- Bagian *marketing* membuat rencana pengiriman karoseri, kemudian mengecek data produk yang akan dikirim. Data tersebut diserahkan ke bagian transportasi
- Bagian transportasi mengecek kesiapan armada untuk melakukan pengiriman produk, jika siap maka langsung membuat surat jalan dan melakukan perjalanan pengiriman produk, tapi jika tidak maka dibatalkan untuk dilakukan pengecekan kembali.
- Produk diterima pelanggan.

Identifikasi proses yang mempengaruhi keterlambatan penyerahan produk

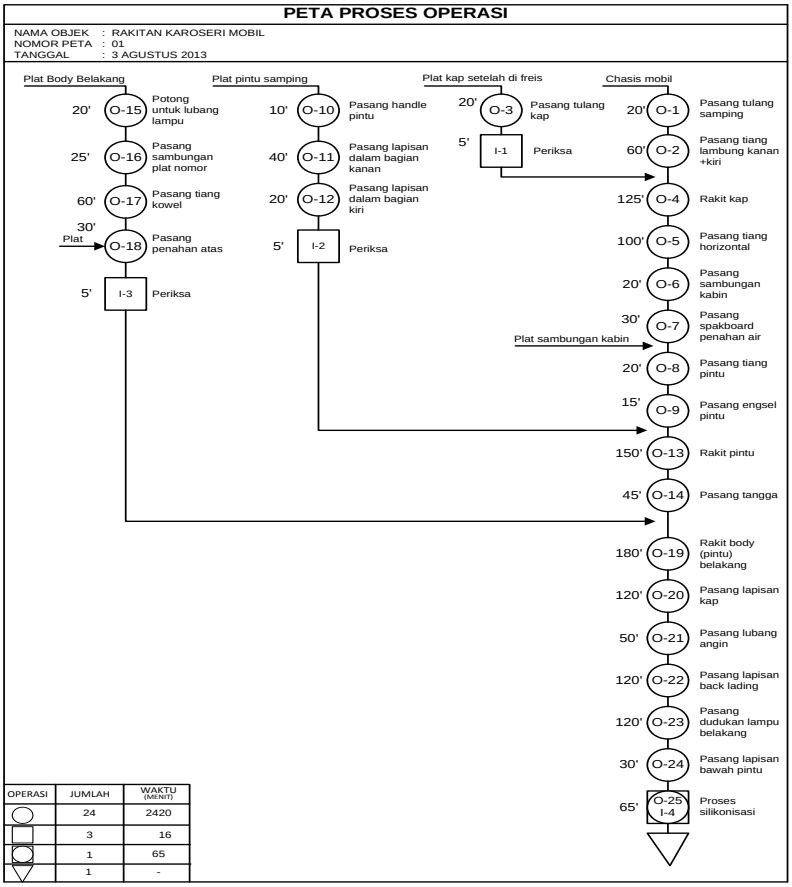
Rata-rata waktu yang dibutuhkan mulai dari pemesanan hingga penyerahan produk sampai ke pelanggan yaitu 37 hari.Perusahaan tidak selalu dapat menyelesaikan proses produksi pembuatan karoseri tepat waktu yang mengakibatkan terjadi keterlambatan dalam penyerahan produk atau dengan kata lain melebihi batas waktu yang telah ditentukan atau disepakati antara pelanggan dan perusahaan. Keterlambatan penyerahan produk sampai ke pelanggan ini dikarenakan oleh beberapa hal baik itu faktor internal perusahaan maupun eksternal perusahaan.Rata-rata keterlambatan penyerahan produk berkisar 1 sampai 3 hari. Penyebab keterlambatan yang terjadi selama ini diantaranya:

- Proses pemesanan material untuk produksi yang dilakukan setelah *order*dari pelanggan diterima. Lama waktu pemesanan material tergantung pada waktu yang dijanjikan oleh *supplier* sehingga *lead time* pemesanan cenderung fluktuatif dan sulit untuk diprediksi.
- Proses produksi terhambat karena ketidaktersediaan komponen yang dibutuhkan sehingga proses produksi harus menunggu material tiba di perusahaan, terjadinya kecelakaan kerja pada proses produksi yang disebabkan karena mesin/stasiun kerja mengalami kerusakan, sistem kerja yang tidak teratur yaitu operator bersifat pekerja lepas dan tidak ada mekanisme jelas untuk memantau kehadiran operator.
- Proses administrasi kelengkapan surat-surat dan data yang dibutuhkan untuk proses *delivery* ke pelanggan memerlukan waktu kurang lebih 1 hari.



a. Proses pemesanan barang b. Proses pengiriman produk ke pelanggan

Gambar 2. Proses pemesanan barang dan pengiriman produk ke pelanggan



Gambar 3. Peta Proses Operasi

Penentuan *Decoupling Point*

Penentuan *decoupling point* dilakukan untuk menentukan batas *make to stock* (MTS) dan *make to order* (MTO) agar dapat memperpendek jarak antara *order* dan *delivery*. Berdasarkan produk yang dibuat, karoseri mobil secara garis besar dibedakan menjadi tiga jenis yaitu minibus, moko, dan *ambulance*. Penentuan *decoupling point* dilakukan untuk melakukan penyimpanan sesuai peramalan beberapa *generic component* sesuai dengan Bill of Material (BOM) sehingga bisa dibuat terlebih dahulu sebelum pesanan tiba di perusahaan. Penentuan *decoupling point* dilakukan dengan pendekatan *Make to Stock* dan *Make to Order* sehingga dapat ditemukan urut-urutan proses yang dapat memperpendek waktu antara penanganan order dengan delivery.

a) Menggunakan Pendekatan MTS

Pada dasarnya, pendekatan MTS digunakan untuk menentukan komponen-komponen atau *sub assembly part* yang sama untuk semua jenis produk karoseri yang selama ini diproduksi yang dapat dipesan atau diproduksi untuk disimpan sebagai persediaan. Selanjutnya diuraikan semua kegiatan perencanaan produksi mulai dari peramalan untuk *generic component* hingga diperoleh rencana Work Order dan rencana Purchase Order. Dengan pendekatan ini perusahaan dapat menentukan jumlah persediaan untuk beberapa material tertentu sehingga dapat mencegah terjadinya kekurangan dari material yang dibutuhkan saat pesanan tiba. Pendekatan MTS dilakukan dengan melakukan pengelompokan material yang dapat dibuat atau bibeli untuk disimpan yaitu material yang mempunyai karakteristik sama dalam pembuatan jenis minibus, moko dan *ambulance* sehingga pengadaan material atau komponen tersebut tidak memerlukan pesanan pelanggan terlebih dahulu.

Chassis dapat dibuat untuk semua jenis baik itu minibus, *ambulance* maupun moko. *Chassis* yang ada di Karoseri tergantung pada ATPM (Agen Tunggal Pemegang Merk). Biasanya *Chassis* yang masuk ke karoseri kebanyakan berasal dari produk Jepang seperti Mitsubishi, Isuzu, Toyota, dan Suzuki. Selain itu juga ada yang berasal dari produk Korea seperti Kia dan Hyundai. Dari BOM yang ada untuk semua produk yang dihasilkan, diperoleh beberapa *generic component* yang memiliki karakteristik yang sama sehingga dapat disimpan sebagai persediaan (Tabel 2).

Tabel 2. *Generic component* yang disimpan

No	NAMA BARANG	SAT	Kebutuhan Minibus	Kebutuhan Moko	Kebutuhan *Ambulance*
1	BESI PLAT 0,9mm X 1220 X 2440	LBR	6	2,5	6
2	BESI PLAT 1mm X 1220 X 2440	LBR	7	1	7
3	BESI PLAT 1,2mm X 1220 X 2440	LBR	2	1,5	2
4	BESI PLAT 2 mm X 1220 X 2440	LBR	1	0,5	1
5	BAUT MUR 14*20	PCS	16	26	26
6	PLAT BORDEST	LBR	2	2	2

Khusus untuk *generic component* besi plat, perhitungan kebutuhan untuk setiap jenis produk (minibus, moko, atau *ambulance*) dihitung setelah dikonversi ke dalam ukuran lembaran plat besi, karena besi plat tersedia di pasaran dalam bentuk lembaran. Selain yang memiliki karakteristik komponen yang sama antara ketiga jenis produk tersebut, ada juga beberapa komponen dari masing-masing jenis produk yang dapat disimpan sebagai persediaan (Tabel 3).

Tabel 3. Komponen Lainnya yang disimpan

Kebutuhan Minibus	Kebutuhan Moko	Kebutuhan *Ambulance*
Besi UNP (3)	Bracket Chassis kecil (4)	Bracket Chassis kecil (2)
Besi siku (3)	Bracket Chassis besar (2)	Bracket Chassis besar (2)
Karet Ganjel (2)	Bracket Stir (3)	Bracket Stir (3)
Rangka jok Pipa ¾ (7)	Lapokan Chassis Bawah (2)	Lapokan Chassis Bawah (2)
	Tutup Bracket Chassis (10)	Tutup Bracket Chassis (10)

Setelah melakukan penggolongan komponen yang dapat disimpan maka selanjutnya yaitu melakukan peramalan terhadap *Generic Component*, membuat jadwal produksi induk, menghitung RCCP, menghitung MRP, dan membuat *Purchase Order* dan atau *Work Order*. Dari kegiatan tersebut dapat diketahui berapa jumlah persediaanyang harus disiapkan untuk periode ke depan jika terdapat pesanan dari pelanggan sehingga dapat mengurangi keterlambatan dan produk dapat sampai sesuai dengan kesepakatan yang telah dibuat.

Tabel 4. Identifikasi rencana pembelian dan rencana produksi komponen

No	Rencana Pembelian	Rencana Produksi
1	Besi Plat 0.9 mm	Tulang samping, Lapisan dalam bagian kanan, Lapisan dalam bagian kiri
2	Besi Plat 1 mm	Plat panel, Tiang pintu
3	Besi Plat 1,2 mm	Tulang atap, lapisan kap
4	Besi Plat 2 mm	Penahan atas
5	Baut mur	
6	Plat bordes	
7	Besi UNP	
8	Besi Siku	
9	Bracket Chassis Kecil	
10	Bracket Chassis Besar	
11	Lapokan chassis bawah	
12	Karet Ganjel	
13	Besi untuk rangka jok	Rangka jok ¾

b) Menggunakan Pendekatan MTO

Strategi pendekatan MTO dilakukan untuk menentukan kegiatan-kegiatan yang dapat dilakukan setelah perusahaan menerima pesanan dari pelanggan. Pendekatan MTO meliputi memproses pesanan dari pelanggan, menentukan jadwal kerja, identifikasi kebutuhan material atau bahan baku produksi, kegiatan pemesanan untuk komponen-komponen yang memiliki karakteristik khusus dan berdasar pada keinginan pelanggan.Beberapa komponen khusus yang tidak dapat dilakukan penyimpanan yaituKain jok, Karpet, Cat*Body* mobil dan Accesoris interior. Untuk mobil **Minibus** yaitu AC, Televisi, dan lain-lain. Untuk ambulan yaitu Lemari, matras, wastapel dan lain-lain Sedangkan untuk jenis **Moko** sebagai berikut :

- ✓ Moko untuk jualan bakso : kompor, perangkat jualan tempat penyimpanan, westapel, dan lain sebagainya.
- ✓ Moko untuk jualan roti : Lemari, kursi kecil
- ✓ Moko untuk jualan es krim : Kulkas, lemari, dan lain-lain
- ✓ Moko untuk perpustakaan : rak buku.

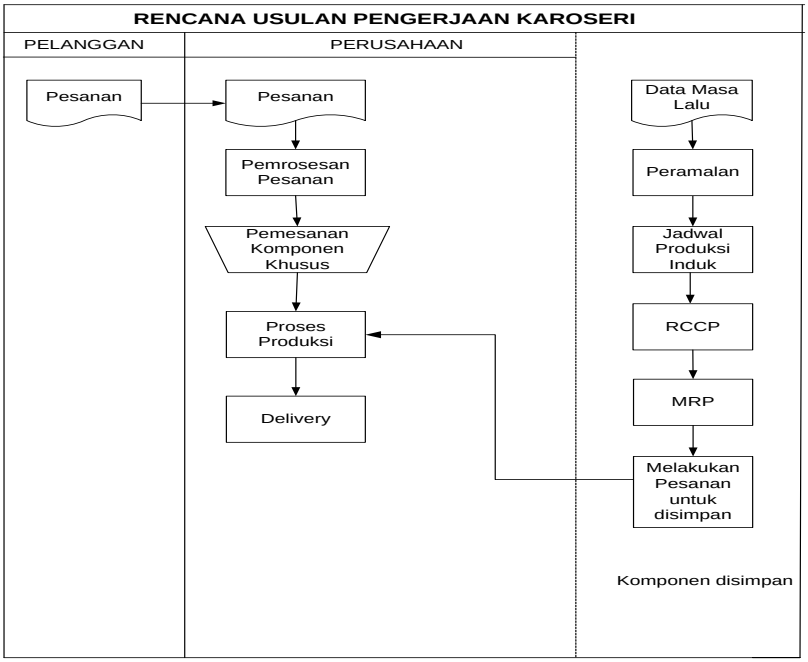
Berdasarkan jenis komponen yang memiliki karakteristik tertentu yang tidak dilakukan penyimpanan maka digunakan pendekatan MTO, komponen tersebut baru dipesan setelah mendapat pesanan dari pelanggan.

Membuat Rencana Produksi Usulan

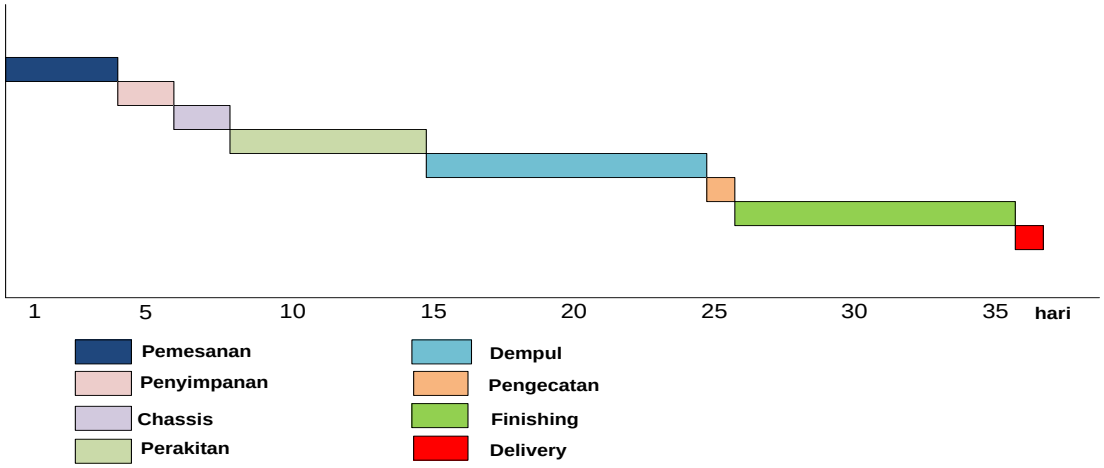
Rencana produksi usulan dibuat dengan menggabungkan strategi *Make to Stock* dan *Make to Order* seperti yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya. Tujuan dari pembuatan rencana produksi usulan ini adalah untuk mereduksi *lead time* hingga dapat mengurangi terjadinya keterlambatan penyampaian produk kepada pelanggan dan meningkatkan keuntungan.

Rencana produksi yang diusulkan adalah melakukan dua pendekatan tersebut secara bersamaaan yaitu melakukan perencanaan produksi dengan pendekatan MTS untuk *generic component* (mulai dari peramalan sampai penentuan rencana pembelian dan rencana produksi) dan melakukan pendekatan MTO untuk komponen-komponen yang khusus dan sangat tergantung pada pesanan dari pelanggan. Waktu pemesanan bagian komponen yang langsung dipesan diperkirakan membutuhkan waktu antara 5 sampai 6 hari sehingga waktu dapat tertutupi dengan adanya pengerjaan proses produksi yang sedang berlangsung. Tahapan pekerjaan rencana produksi usulan dilihat pada Gambar 4.

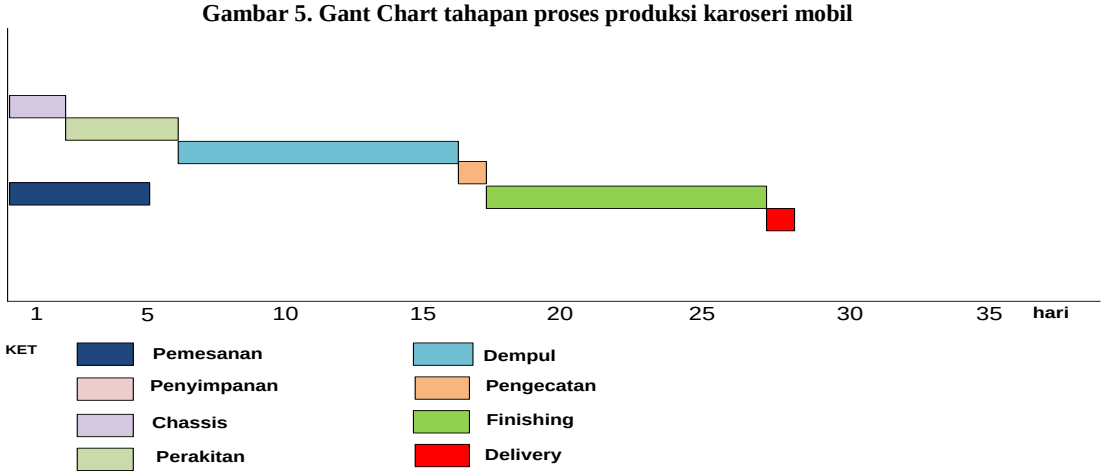
Sebelum usulan pemesanan dilakukan setelah pesanan tiba di perusahaaan, kemudian perusahaan melakukan pemesanan ke *supplier* untuk komponen yang dibutuhkan dalam proses produksi karoseri. Pemesanan dilakukan secara berurutan mulai dari tahap awal sampai produk di serahkan ke pelanggan. Waktu pembuatan karoseri mulai dari pemesanan sampai produk di serahkan ke pelanggan adalah sebanyak 37 hari (Gambar 5). Berdasarkan usulan yang dibuat dengan menggunakan pendekatan MTS dan MTO, maka komponen plat yang sudah disimpan untuk dirakit membuat *body* mobil dapat langsung dkerjakan pada proses perakitan, dan pemesanan juga dapat langsung dilakukan untuk komponen tertentu yang sesuai dengan keinginan pelanggan, sehingga tidak diperlukan waktu untuk menunggu pesanan karena perusahaan langsung melakukan kegiatan produksi tahap selanjutnya. Adanya komponen yang disimpan mengurangi waktu menunggu untuk pesanan yaitu selama 4 hari, waktu penyimpanan 2 hari dan waktu pembuatan komponen 3 hari , sehingga total waktu penyelesaian produk menjadi 28 hari (Gambar 6).



Gambar 4. Proses Pengerjaan Produk Usulan



Gambar 5. Gant Chart tahapan proses produksi karoseri mobil



Gambar 6. Gant Chart tahapan proses produksi karoseri mobil dengan perencanaan produksi usulan

Uraian lengkap mengenai waktu yang dibutuhkan untuk pengerjaan (*lead time*) karoseri mobil sebelum dan sesudah usulan dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan penjelasan tahapan perencanaan produksi usulan mulai dari pembuatan *generic component*hingga produk diterima pelanggan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 4. Perbedaan waktu untuk proses produksi

No	Uraian	Sebelum Usulan	Sesudah Usulan
1	Pesanan datang	Di proses untuk melakukan produksi	Di proses untuk melakukan produksi
2	Pemesanan Komponen	4 Hari	Sudah dilakukan *stock*
3	Penyimpanan	2 Hari	
4	Chassis	2 Hari	2 hari
5	Pembentukan dan Rakit	7 Hari	4 Hari
6	Dempul	10 hari	10 Hari
7	Pengecatan	1 Hari	1 Hari
8	Finishing	10 Hari	10 Hari
9	Delivery	1 Hari	1 Hari
Total		**37 Hari**	**28 Hari**

Tabel 5. Tahapan Perencanaan Produksi Usulan

No	Uraian	Waktu	Keterangan
1	Pemesanan *generic component*	4 hari	Pemesanan dilakukan berdasarkan rencana kebutuhan material (MRP)
2	Pembuatan (produksi) *generic component*	3 hari	Untuk disimpan
3	Komponen disimpan: • Tulang samping, lapisan dalam bagian kanan, lapisan dalam bagian kiri, plat panel, tiang pintu, tulang atap, lapisan kap, penahan atas • Besi plat, baut mur, besi UNP, besi siku, bracket chassis besar, bracket chassis kecil, lapokan chassis bawah, karet ganjel • Rangka jok		Sudah tersedia (disimpan)
4	Pesanan tiba diperusahaan		
5	Pemesanan komponen khusus	5 hari	Dilakukan setelah datang pesanan
6	Pemesanan Chassis	2 hari	
7	Perakitan komponen yang telah disimpan	4 hari	
8	Pendempulan	10 hari	
9	Pengecatan sesuai keinginan pelanggan	1 hari	
10	Finishing (tahap akhir pemasangan aksesoris bagian dalam dan luar)	10 hari	
11	Delivery	1 hari	
Total waktu penyelesaian		28 Hari	

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa perusahaan dengan karakteristik produksi berdasarkan pada pesanan pelanggan dapat pada dasarnya tidak dapat melakukan perencanaan produksi hanya dengan pendekatan *Make to Order* karena akan menyebabkan waktu penyelesaian produk atau *lead time* produk menjadi sangat panjang atau bahkan dapat menyebabkan keterlambatan penyampaian pesanan kepada pelanggan karena ketidakpastian ketersediaan material atau bahan baku. Hasil studi kasus yang dilakukan dalam penelitian ini menjelaskan bahwa untuk perusahaan yang produksinya berdasar pada pesanan pelanggan, perencanaan produksi dengan menggabungkan pendekatan *Make to Stock* dan *Make to Order* dapat mengurangi lead time produk secara signifikan.

Penelitian-penelitian selanjutnya diharapkan dapat mempelajari mengenai berapa besar pengurangan *lead time* berpengaruh terhadap pengurangan biaya produksi, pengaruh peningkatan inventory untuk generic component terhadap biaya produksi, pendekatan–pendekatan lain yang dapat digunakan untuk mempersingkat *lead time* sebagai upaya untuk optimasi penggunaan sumber daya atau kapasitas produksi, dan menentukan model perencanaan produksi lebih menyeluruh untuk karakteristik

produksi yang berdasarkan pada pesanan pelanggan sehingga dapat digunakan sebagai panduan bagi perusahaan-perusahaan sejenis dalam membuat perencanaan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

Agus, Purnomo., (2010), Perancangan Produksi dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku pada Pengrajin Tahu dan Tempe "IM" Cibogo Bandung, Jurnal Logistik Bisnis Politeknik Pos Indonesia, volume 1, ISSN: 2086-8561.

Beigel, John E., (2009), Pengendalian Produksi Suatu Pendekatan Kuantitatif, CV Akademika Pressindo, Jakarta.

Edi, Herjanto., (1997), Manajemen Produksi dan Operasi, PT Gramedia Widiasarana Indonesia (Grasindo), Jakarta.

Fogarty, B Hoffman., (1991), Production & Inventory Management, 2D Edition., South-Western Publishing Co. Cincinnati, Ohio.

Gaspersz, Vincent., (1998),Production Planning and Inventory ControlBerdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 2,PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Makridakis, Spyros. Wheelwright, S.C. dan Mcgee, V.E., (1993), Metode dan Aplikasi Peramalan, Erlangga, Jakarta.

Narasimhan,SL., McLeavey ,Dennis W., dan Billingtoon, Peter J., (1995), Production Planning and Inventory Control Second Edition, Prentice Hall international.

Oden, Howard W., (1998), Handbook of Material & Capacity Requirements Planning, McGraw-Hill.

Orlicky, Joseph., (1994),Material Requirements Planning, Mc. Graw – Hill.

Rika Ampuh, Hadiguna dan Mahfud., (2008), Model Perencanaan Produksi pada Rantai Pasok Crude Palm Oil dengan Mempertimbangkan Preferensi Pengambilan Keputusan, Jurnal Teknik Industri, Volume 1, 38-49.

Sipper, Daniel., Bulfin, JR, dan Robert L., (1997), Production Planning, Control, and Integration, The McGraw-Hill Companies, Inc.

Sofjan, Assauri., (2008), Manajemen Produksi dan Operasi edisi revisi, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.

Tersine, Richard J., (1994), Principles of Inventory and Material Management, Prentice – Hall.

White, John A., (1987), Production Handbook, John Wiley & Sons.

Van Donk, Dirk Pieter., (2000), Make to Stock or Make to Order: The Decoupling Point in the food processing industries, International journal of production economics 297-306.

PERBAIKAN SISTEM KERJA PADA INDUSTRI RUMAH TANGGA SEPATU DI CIBADUYUT BANDUNG UNTUK MEMINIMASI BEBAN KERJA MENTAL

Yanti Sri Rejeki[1], Nur Rahman As'ad[2], Eri Achiraeniwati[3], Martinda Akbar Taofiq[4]
[1,2,3,4]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung
Jl. Tamansari No. 1 Bandung
Telp. 022-4203368 ext. 139
Email: ysrejeki@yahoo.com, nur_asad@yahoo.co.id, eri_ach@yahoo.co.id, martinda_11@yahoo.com

ABSTRAKS
Cibaduyut merupakan sentra industri sepatu yang berada di kota Bandung Jawa Barat. Proses produksi dilakukan secara manual dengan fasilitas kerja yang tidak memperhatikan aspek kenyamanan, keselamatan dan kesehatan kerja. Penelitian terdahulu menghasilkan perbaikan metode kerja dan pembuatan fasilitas kerja dengan mempertimbangkan aspek ergonomi, dengan tujuan untuk meminimasi resiko kerja terhadap segmen anggota tubuh pekerja serta diharapkan pekerja merasa nyaman dengan fasilitas tersebut sehingga berdampak pada peningkatan produktivitas kerja. Pencapaian tujuan tersebut memerlukan adaptasi pengrajin dalam menerapkan metode kerja dan menggunakan fasilitas kerja hasil rancangan, sehingga dibutuhkan usaha yang besar dari para pengrajin, karena disamping beradaptasi dengan sistem kerja dan fasilitas kerja yang baru para pengrajin harus memenuhi target produksi yang telah ditetapkan. Hal ini memungkinkan pengrajin akan mengalami beban mental tinggi, yang mengakibatkan menurunnya performance kerja dan berimbas pada menurunnya produktivitas perusahaan. Oleh karena itu diperlukan pengkajian terhadap beban mental pengrajin dalam menerapkan sistem kerja baru tersebut dengan metoda NASA TLX. Hasil yang diperoleh nilai rata-rata Weighted Workload (WWL) 53% responden diatas 80, hal ini menunjukkan pekerjaan tersebut dikategorikan agak berat, sedangkan nilai WWL 47% responden berkisar 50-80, menunjukkan pekerjaan dikategorikan sedang. Upaya untuk meminimasi beban kerja mental melakukan perbaikan ulang terhadap fasilitas rancangan dan metoda kerja.

Kata kunci: *beban mental, NASA TLX, Weighted Workload*

PENDAHULUAN

Cibaduyut merupakan sentra sepatu, yang terletak di kota Bandung Jawa Barat. Sentra sepatu ini terbentuk sejak tahun 1920. Proses produksi alas kaki Cibaduyut terdiri dari proses pemolaan, penjahitan, pemasangan sol dan proses *finishing*. Semua proses tersebut dilakukan secara manual dengan fasilitas kerja sederhana tanpa memperhatikan aspek kenyamanan, keselamatan dan kesehatan kerja. Pada penelitian terdahulu telah dilakukan perbaikan metode kerja dan pembuatan fasilitas kerja dengan mempertimbangkan aspek-aspek ergonomis dalam proses perancangannya, dengan tujuan untuk meminimasi resiko kerja terhadap segmen anggota tubuh pekerja serta diharapkan pekerja merasa nyaman dengan fasilitas tersebut sehingga berdampak pada peningkatan produktivitas kerja.

Pencapaian tujuan di atas memerlukan proses adaptasi pengrajin dalam menerapkan metode kerja dan penggunaan fasilitas kerja hasil rancangan tersebut, sehingga dibutuhkan usaha yang besar dari para pengrajin, karena disamping beradaptasi dengan sistem kerja dan fasilitas kerja yang baru para pengrajin harus memenuhi target produksi yang telah ditetapkan. Hal ini memungkinkan pengrajin akan mengalami beban mental yang tinggi.

Beban mental yang tinggi mengakibatkan menurunnya *performance* kerja yang akan berimbas pada menurunnya produktivitas perusahaan. Oleh karena itu diperlukan pengkajian terhadap beban mental yang dialami oleh pengrajin dalam menerapkan sistem kerja yang baru tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Beban Kerja Mental

Beban kerja mental adalah selisih antara tuntutan beban kerja dari suatu tugas dengan kapasitas maksimum beban mental seseorang dalam kondisi termotivasi (Hancock & Meshkati, 1988). Terdapat dua (2) cara dalam mengukur beban kerja mental yang dialami oleh seseorang yaitu dengan cara pengukuran objektif dan pengukuran subyektif.

Menurut Hancock & Meshkati (1988) berpendapat bahwa pengukuran beban mental secara objektif yaitu suatu pengukuran beban kerja dimana sumber data yang diolah bersifat data-data

kuantitatif.Sedangkan pengukuran kerja mental secara subyektif yaitu pengukuran beban kerja dimana sumber data yang diolah adalah data-data yang bersifat kualitatif.Pengukuran beban kerja mental secara subyektif merupakan salah satu pendekatan psikologi dengan cara membuat skala psikometri untuk mengukur beban kerja mental. Terdapat beberapa metode untuk mengukur beban kerja mental secara subyektif yaitu NASA-TLX (*TASK LOAD INDEX*), *Harper Qoorper Rating* (QOR), *Task Difficulty Scale*, *Subjective Workload Assesment Technique* (SWAT). Evaluasi beban kerja mental merupakan kunci dalam penelitan dan pengembangan interaksi antara manusi mesin (peralatan), dengan tujuan kenyamanan, kepuasan, efisiensi, dan keamanan di tempat kerja (Rubio, et.al, 2004)

NASA-TLX (*TASK LOAD INDEX*)

NASA-TLX (*TASK LOAD INDEX*) adalah alat penilaiansubjektifmultidimensiyang mengukur beban kerjayang dirasakan, untuk menilaitugas, sistem, atauefektivitas timatauaspek lain dari kinerja **(**Hancock & Meshkati, 1988). Metode NASA-TLX 'dikembangkan oleh Sandra G. Hart dari NASA-Ames Research Center serta Lowell E. Staveland dari *San Jose State University* pada tahun 1981' (Hancock dan Meshkati, 1988). Metode ini berupa kuesioner dikembangkan berdasarkan munculnya kebutuhan pengukuran subjektif yang lebih mudah tetapi le bih sensitif pada pengukuran beban kerja. Metode NASA-TLX merupakan prosedur rating multi dimensional, yang membagi *workload* atas dasar rata-rata pembebanan 6 dimensi, yaitu *Mental Demand*, *Physical Demand*, *Temporal Demand*, *Effort*, *Own Performance*, dan *Frustation*. NASA-TLX dibagi menjadi dua tahap, yaitu perbandingan tiap skala (*Paired Comparison*) dan pemberian nilai terhadap pekerjaan (*Event Scoring*).

Hancock dan Meshkati (1988) menjelaskan langkah-langkah dalam pengukuran beban kerja mental dengan menggunakan metode NASA-TLX sebagai berikut :

1. Uraian indikator beban mental yang akan diukur ditunjukan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Beban Mental

SKALA	RATING	KETERANGAN
***Mental Demand* (MD)**	Rendah,Tinggi	Seberapa besar aktivitas mental dan perseptual yang dibutuhkan untuk melihat, mengingat, dan mencari. Apakah pekerjaan tersebut mudah atau sulit, kompleks atau sederhana, longgar atau ketat.
***Physical Demand* (PD)**	Rendah, Tinggi	Jumlah aktivitas fisik yang dibutuhkan (misalnya ; mendorong,menarik,mengontrol putaran)
***Temporal Demad* (TD)**	Rendah,Tinggi	Jumlah tekanan yang berkaitan dengan waktu yang dirasakan selaam elemen pekerjaan berlangsung. Apakah perlahan, santai, atau cepat
***Performance* (OP)**	Tidak tepat, Sempurna	Seberapa besar keberhasilan seseorang di dalam pekerjaannya dan seberapa puas dengan hasil kerjanya
***Frustation* (FR)**	Rendah, Tinggi	Seberapa tidak aman, putus asa, tersinggung, terganggu, dibandingkan dengan perasaan aman,puas,nyaman, dan kepuasaan diri yang dirasakan
***Effort* (EF)**	Rendah, Tinggi	Seberapa keras kerja mental dan fisik yang dibutuhkan untuk mnyelesaikan pekerjaan

2. Pembobotan
   Pada bagian ini responden diminta untuk melingkari salah satu dari dua indikator yang dirasakan lebih dominan menimbulkan beban kerja mental terhadap pekerjaan tersebut.Kuesioner NASA-TLX yang diberikan berupa perbandingan berpasangan. Dari kuesioner ini dihitung jumlah *tally* dari setiap indikator yang dirasakan paling berpengaruh. Jumlah *tally* menjadi bobot untuk tiap indikator beban mental.
3. Pemberian Rating
   Pada bagian ini responden diminta memberi rating terhadap keenam indikator beban mental.Rating yang diberikan adalah subyektif tergantung pada beban mental yang dirasakan oleh responden tersebut.Untuk mendapatkan skor beban mental NASA-TLX, bobot dan rating untuk setiap indikator dikalikan kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan 15 (jumlah perbandingan berpasangan).
4. Menghitung nilai produk
   Diperoleh dengan mengalikan *rating* dengan bobot faktor untuk masing-masing deskriptor. Dengan demikian dihasilkan 6 nilai produk untuk 6 indikator (MD, PD, TD, CE, FR, EF)
   Produk = rating x bobot faktor ..... (1)

5. Menghitung *Weighted Workload* (WWL)
   Diperoleh dengan menjumlahkan keenam nilai produk
6. Menghitung rata-rata WWL
   Diperoleh dengan membagi WWL dengan jumlah bobot total
7. Interpretasi Skor

Berdasarkan penjelasan Hart dan Staveland (1988) dalam teori NASA-TLX, skor beban kerja yang diperoleh terbagi dalam tiga bagian yaitu pekerjaan menurut para responden tergolong agak berat jika nilai >80, nilai 50-80 menyatakan beban pekerjaan sedang, sedangkan nilai <50 menyatakan beban pekerjaan agak ringan.Output yang dihasilkan dari pengukuran dengan NASA-TLX ini berupa tingkat beban kerja mental yang dialami oleh pekerja. Hasil pengukuran ini bisa menjadi pertimbangan manajemen untuk melakukan langkah lebih lanjut, misalnya dengan mengurangi beban kerja untuk pekerjaan yang memiliki skor di atas 80, kemudian mengalokasikannya pada pekerjaan yang memiliki beban kerja di bawah 50 atau langkah-langkah yang lainnya.

METODOLOGI

Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode survey, dengan menyebarkan kuesioner NASA TLX pada responden penelitan. Sampel pada penelitian ini adalah 30 orang pekerja/pengrajin yang bekerja pada stasiun kerja finishing dari perusahaan/industri rumah tangga sepatu yang ada di kawasan Cibaduyut. Sebelum menyebarkan kuesioner, terlebih dahulu memberikan pelatihan singkat kepada pekerja mengenai prosedur/sistem kerja yang baru hasil dari penelitian sebelumnya, selanjutnya pekerja melakukan pekerjaannya sampai terbiasa menggunakan metode dan fasilitas kerja baru. Kuesioner terdiri dari 3 tahapan, yaitu :

1) Melakukan pembobotan dengan membandingkan ke 6 dimensi yang diukur, yaitu *Mental Demand (MD), Physical Demand (PD), Temporal Demand (TD) , Effort (EF) , Own Performance (OP),* dan *Frustation (FR)*. sehingga menjadi 15 dimensi dan dipilih salah satu dimensi dari pasangan dimensi tersebut yang lebih signifikan atau dominan menjadi sumber dari beban kerja.
2) Memberikan penilaian untuk setiap dimensi dengan cara melingkari nilai dari 0-100 sesuai persepsi pengrajin terhadap pekerjaan yang anda lakukan.
3) Menghitung nilai produk, *Weighted Workload* (WWL), dan rata-rata WWL.

PEMBAHASAN

Secara umum tahapan proses pembuatan sepatu pada setiap *home industry* di daerah Cibaduyut Bandung sama, yaitu dimulai dari proses pola, *upper* (penjahitan), pengesolan, dan proses terakhir *finishing*. Dari semua proses, proses finishing adalah proses akhir yang memiliki elemen kerja paling banyak dibandingkan dengan proses lainnya dan stasiun kerja ini membutuhkan tingkat ketelitian yang lebih tinggi. Oleh karena itu penelitian ini berfokus pada finishing. Proses finishing biasanya dilakukan diatas lantai, seperti yang ditunjukan pada Gambar 1.

Gambar 1. Proses Finishing

Berdasarkan kondisi tersebut, maka pada penelitian sebelumnya dilakukan penelitian mengenai metode dan fasilitas kerja, dengan tujuan meminimasi keluhan fisik pekerja. Penelitian tersebut menghasilkan rancangan perbaikan fasilitas kerja berupa meja kerja, salah satunya dalah meja finishing, yang dapat dilihat pada Gambar 2. Selanjutnya fasilitas kerja hasil rancangan tersebut diimplementasikan untuk digunakan oleh para pekerja.

Gambar 2. Rancangan dan Implementasi Meja Finishing

Gambar 1 dan 2 memperlihatkan perubahan kondisi kerja awal dan setelah menggunakan fasilitas kerja hasil rancangan. Penggunaan fasilitas kerja (meja kerja) baru membutuhkan adaptasi dari pekerja, karena dengan adanya fasilitas kerja baru tersebut merubah kebiasaan kerja. Para pekerja dituntut untuk beradaptasi dengan cepat, karena harus menyelesaikan target pekerjaan yang sudah ditentukan. Hal ini memungkinkan pekerja akan mengalami beban mental yang tinggi, yang akan mempengaruhi performansi kerjanya. Oleh karena itu dilakukan pengukuran beban kerja mental untuk mengetahui tingkat beban mental yang dialami pekerja dalam menggunakan fasilitas kerja hasil rancangan. Pengukuran tersebut dilakukan dengan menggunakan metode NASA-TLX.

Pada metode NASA-TLX terdapat enam (6) dimensi yang berpengaruh terhadap tinggi rendahnya beban mental yaitu *Mental Demand* (MD), *Physical Demand (*PD), *Temporal Demand* (TD), *Performance* (OP), *Frustation* (FR) dan *Effort* (EF). Langkah-langkah pengukuran beban mental dengan NASA TLX adalah pembobotan, peratingan, dan perhitungan WWL.

1) Perhitungan bobot
   Pada langkah pertama ini, responden yang berjumlah 30 orang diminta untuk memilih satu dimensi dari dua dimensi yang dibandingkan. Enam (6) dimensi pada metode ini, dibuat perbandingannya menjadi 15 perbandingan. Jumlah dimensi yang dipilih menjadi nilai bobot. Hasil dari pembobotan tersebut ditunjukan pada Tabel 2. Dari Tabel 2 terlihat bahwa faktor *Mental Demand, Performance dan Effort* lebih dominan dari dimensi yang lainnya. Dimensi yang dominan tersebut dapat dilihat dari hasil kuesioner factor beban yang diisi oleh responden atau pekerja, karena dari 30 responden 20,89 % memilih dimensi *MentalDemand*, 21,78 % memilih *Performance*, dan 19,56 % memilih *Effort*. Ketiga dimensi tersebut lebih dominan dirasakan karena pada bagian *Finishing* diperlukan tingkat ketelitian yang tinggi untuk membersihkan dan memeriksa kualitas sandal atau sepatu yang telah melewati proses sebelumnya. Ketelitian yang tinggi akan mempengaruhi tingkat kebutuhan fisik yang diperlukan, sehingga *Mental Demand* dan *Effort* saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya. Sedangkan untuk *Performance* atau tingkat keberhasilan yang dirasakan pekerja bagian *finishing* menggunakan meja tersebut menjadi sangat tinggi karena fasilitas meja *finishing* yang digunakan sangat membantu dan memberikan rasa nyaman pada saat bekerja sehingga mendorong keberhasilan pekerja menjadi lebih baik dalam bekerja.
2) Penentuan Rating
   Pada tahap ini, responden memberikan rating untuk setiap dimensi dengan skala 0 - 100. Rekapitulasi pemberian rating ditunjukan pada Tabel 3. Dari Tabel 3 terlihat bahwa rating terbesar terdapat pada *Performance, Effort dan Mental Demand*.Dengan menggunkan *Fasilitas* usulan tersebut tingkat *Performance* atau tingkat kesuksesan yang dirasakan oleh pekerja semakin baik, tetapi kebutuhan mental dan fisik yang dirasakan masih cukup tinggi.Sehingga perlu dilakukan perubahan ataupun perbaikan dari metode kerja yang dilakukan.

Tabel 2. Rekapitulasi Pembobotan Kusioner NASA-TLX

No responden	Jumlah faktor beban kerja						Jumlah
	MD	PD	TD	OP	FR	EF	
1	3	5	1	2	-	4	15
2	3	3	3	1	3	2	15
3	4	1	3	3	-	4	15
4	2	2	3	4	-	4	15
5	4	1	2	3	2	3	15
6	2	4	1	5	-	3	15
7	3	1	5	2	-	4	15
8	4	3	1	5	-	2	15
9	4	2	2	4	-	3	15
10	3	-	2	5	1	4	15
11	3	1	3	5	-	3	15
12	3	1	3	4	-	4	15
13	3	1	4	3	-	4	15
14	4	3	2	4	1	1	15
15	3	4	3	1	-	4	15
16	5	2	3	2	1	2	15
17	3	1	5	4	-	2	15
18	3	2	4	5	1		15
19	3	3	2	4	2	1	15
20	3	4	1	5	-	2	15
21	4	1	4	4	2	-	15
22	3	1	4	3	-	4	15
23	2	4	1	5	-	3	15
24	1	3	2	4	-	5	15
25	3	2	5	2	-	3	15
26	2	3	4	1	-	5	15
27	4	1	5	2	-	3	15
28	3	4	2	2	-	4	15
29	3	3	2	3	2	2	15
30	4	2	1	1	4	3	15

Tabel 3. Rekapitulasi Rating Kusioner NASA-TLX

Responden	Rating beban kerja					
	MD	PD	TD	OP	FR	EF
1	80	70	80	90	70	90
2	100	60	95	100	80	100
3	75	45	65	99	50	90
4	90	55	77	89	42	85
5	80	50	90	80	60	95
6	85	80	75	85	65	95
7	100	80	100	100	50	100
8	90	100	90	100	40	90
9	100	100	80	100	60	100
10	90	50	90	90	90	100
11	90	70	65	90	40	95
12	90	75	50	95	50	100
13	100	70	80	100	60	70
14	80	70	50	100	50	40
15	100	40	80	100	70	80
16	80	50	70	80	75	50
17	70	50	80	100	30	60
18	80	50	90	100	40	80
19	100	70	50	100	80	50
20	50	100	50	100	10	100

Lanjutan Tabel 3.

Responden	Rating beban kerja					
	MD	PD	TD	OP	FR	EF
21	80	90	100	90	30	100
22	100	80	90	90	100	90
23	80	85	80	85	70	90
24	75	75	50	90	50	75
25	90	40	85	80	30	70
26	90	70	75	60	50	60
27	80	45	85	90	40	70
28	80	60	75	80	30	70
29	75	40	75	95	40	60
30	70	50	80	90	50	70

3) Perhitungan WWL
Dari hasil kuesioner tersebut, selanjutnya dilakukan perhitungan *Weighted Workload* (WWL), dan rata-rata WWL. Adapun rekapitulasi dari hasil perhitungan beban kerja mental ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Beban Kerja Mental

No responden	Jumlah (WWL)	rata-rata $(\overline{WWL})$	Kondisi kerja beban mental
1	1210	80.67	agak berat
2	1305	87.00	agak berat
3	1197	79.80	Sedang
4	1217	81.13	agak berat
5	1195	79.67	Sedang
6	1275	85.00	agak berat
7	1480	98.67	agak berat
8	1430	95.33	agak berat
9	1460	97.33	agak berat
10	1390	92.67	agak berat
11	1270	84.67	agak berat
12	1275	85.00	agak berat
13	1270	84.67	agak berat
14	1120	74.67	Sedang
15	1120	74.67	Sedang
16	1045	69.67	Sedang
17	1180	78.67	Sedang
18	1240	82.67	agak berat
19	1220	81.33	agak berat
21	1230	82.00	agak berat
22	1370	91.33	agak berat
23	1275	85.00	agak berat
24	1135	75.67	Sedang
25	1145	76.33	Sedang
26	1050	70.00	Sedang
27	1180	78.67	Sedang
28	1070	71.33	Sedang
29	980	65.33	Sedang
30	960	64.00	Sedang

Ket :
Nilai rata-rata WWL > 80 kategori agak berat
Nilai rata-rata WWL 50 - 80 kategori sedang
Nilai rata-rata WWL < 50 kategori agak ringan

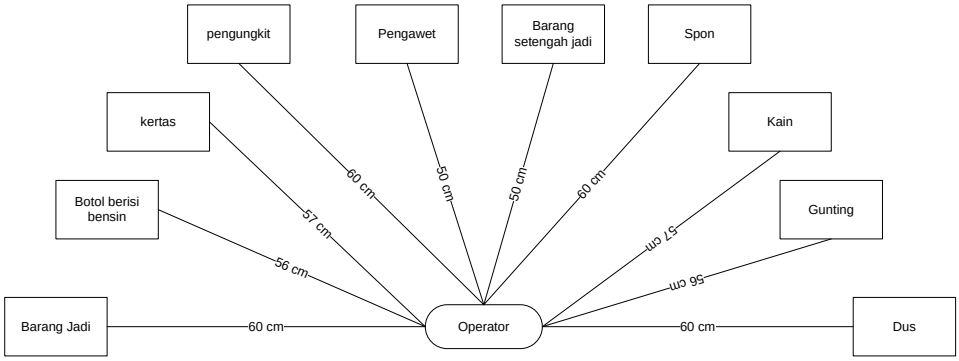
Tabel 4 menunjukkan bahwa kondisi beban mental yang dirasakan oleh 14 orang pekerja (47% responden) memiliki nilai rata-rata WWL diantara 50-80, nilai tersebut menunjukkan kategori sedang dan 16 orang pekerja (53%) memiliki nilai rata-rata WWL diatas 80, hal ini menunjukkan kategori agak berat. Hasil tersebut menunjukan bahwa perlu dilakukan perubahan agar beban mental kerja dapat berkurang. Untuk mengurangi beban mental kerja yang dirasakan oleh pekerja, maka akan dilakukan perbaikan dari metode kerjanya. Pada bagian *finishing* terdapat elemen kerja yang cukup banyak, untuk menyederhanakan pekerjaannya tersebut maka dilakukan perbaikan metode kerja**,** dengan cara menggabungkan atau menghilangkan elemen kerja yang tidak diperlukan dan mengatur kembali posisi alat-alat kerja agar pekerja lebih mudah dalam melakukan pekerjaannya. Metode kerja dibagian *finishing* yang dilakukan saat pengamatan adalah pertama tangan kanan mengambil sandal atau sepatu, kemudian meletakkannya dan tangan kiri mengambil botol bensin serta lap selanjutnya membersihkan sandal atau sepatu tersebut. Setelah itu sandal atau sepatu tersebut diletakan kembali dan mengambil spon lalu memasangkannya ke sandal atau sepatu tersebut, kemudian sandal atau sepatu tersebut diletakan kembali dan mengambil dus dan kertas, kemudian kertas dimasukkan kedalam dus sebagai alas dan mengambil sandal atau sepatu untuk dimasukkan kedalam dus tersebut, kemudian mengambil pengawet dan memasukkannya kedalam dus, lalu menutup dus dan meletakkan dus tersebut (Tabel 5). Kegiatan yang sering dilakukan pada pekerjaan tersebut adalah meletakkan sandal atau sepatu. Untuk mengurangi elemen kerja pada bagian finishing, diusulkan untuk mengurangi gerakan penyimpanan sepatu, yaitu dengan menyiapkan dus sepatu terlebih dahulu. Elemen kerja usulan lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 6. Penempatan alat-alat pada metode awal dapat dilihat pada Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat dilihat terdapat gerakan tangan yang menyilang saat pengambilan kertas, hal ini akan menyulitkan bagi pekerja. Untuk menghilangkan gerakan yang kurang efisien tersebut maka perlu dilakukan perubahan penempatan peralatan kerja. Penempatan alat usulan yaitu dengan meletakkan kertas ke bagian sebelah kanan menggantikan posisi gunting, kemudian menambahkan satu tempat untuk penyimpanan dus sementara yang sudah berisi kertas dan pengawet. Penempatan alat dan bahan usulan ditunjukan pada Gambar 4.

Tabel 5. Elemen Kerja Sebelum Usulan

No	Tangan kanan	Tangan Kiri
1	Mengambil Sandal	-
2	Meletakkan sandal	-
3	mengambil lap	-
4	memegang lap	Mengambil Botol
5	memegang lap	Menuangkan botol berisi bensin ke lap
6	memegang lap	menaruh botol
7	memegang lap	mengambil sandal sebelah kanan
8	membersihkan sandal	memegang sandal sebelah kanan
9	memegang lap	menaruh sandal sebelah kanan
10	memegang lap	mengambil sandal sebelah kiri
11	membersihkan sandal	memegang sandal sebelah kiri
12	memegang lap	menaruh sandal sebelah kiri
13	menaruh lap	-
14	mengambil spon sebelah kanan	mengambil sandal sebelah kanan
15	memasangkan spon ke sandal	memegang sandal sebelah kanan
16	menaruh sandal	-
17	mengambil spon sebelah kiri	mengambil sandal sebelah kiri
18	memasangkan spon ke sandal	memegang sandal sebelah kiri
19	menaruh sandal	-
20	mengambil dus	-
21	menaruh dus	-
22	-	mengambil kertas
23	memasukkan kertas ke dus	memasukkan kertas ke dus
24	mengambil sandal sebelah kanan	-
25	memasukkan sandal sebelah kanan ke dus	memasukkan sandal sebelah kanan ke dus
26	mengambil sandal sebelah kiri	-
27	memasukkan sandal sebelah kiri ke dus	memasukkan sandal sebelah kiri ke dus

Lanjutan Tabel 5

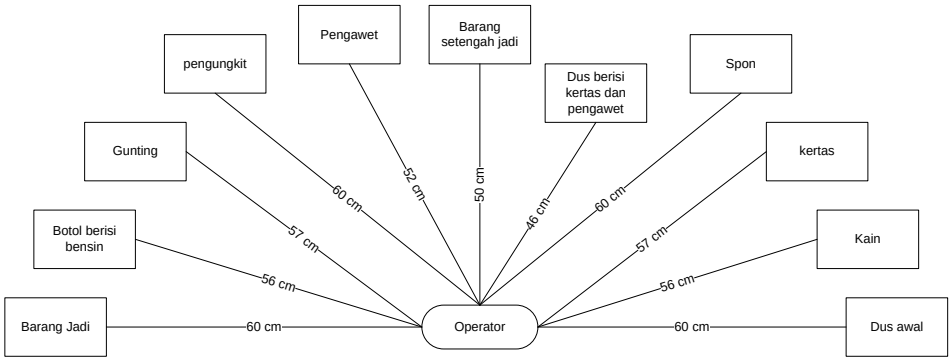
No	Tangan kanan	Tangan Kiri
28	-	mengambil pengawet
29	-	memasukkan pengawet ke dus
30	menutup dus	memegang dus
31	menaruh dus	menaruh dus



Gambar 3. Layout Peralatan Kerja Awal

Tabel 6. Elemen kerja Sesudah Usulan

No	Tangan kanan	Tangan Kiri
1	mengambil dus	mengambil kertas
2	menaruh dus	Memegang kertas
3	memasukkan kertas ke dus	memasukkan kertas ke dus
4	-	mengambil pengawet
5	-	memasukkan pengawet ke dus
6	Mengambil Sandal	-
7	Meletakkan sandal	-
8	mengambil lap	Mengambil Botol
9	memegang lap	Menuangkan botol berisi bensin ke lap
10	memegang lap	menaruh botol
11	memegang lap	mengambil sandal sebelah kanan
12	membersihkan sandal	memegang sandal sebelah kanan
13	memegang lap	menaruh sandal sebelah kanan
14	memegang lap	mengambil sandal sebelah kiri
15	membersihkan sandal	memegang sandal sebelah kiri
16	menaruh lap	menaruh sandal sebelah kiri
17	mengambil spon sebelah kanan	mengambil sandal sebelah kanan
18	memasangkan spon ke sandal	memegang sandal sebelah kanan
19	Memasukkan sandal sebelah kanan ke dus	Memasukkan sandal sebelah kanan ke dus
20	mengambil spon sebelah kiri	mengambil sandal sebelah kiri
21	memasangkan spon ke sandal	memegang sandal sebelah kiri
22	memasukkan sandal sebelah kiri ke dus	memasukkan sandal sebelah kiri ke dus
23	menutup dus	memegang dus
24	menaruh dus	menaruh dus



Gambar 4. Usulan Pemosisian Perlatan Kerja

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengukuran dan pembahasan beban mental kerja adalah sebagai berikut:

- Hasil pengukuran menunjukan bahwa 14 orang pekerja (47% responden) memiliki nilai rata-rata WWL diantara 50-80, nilai tersebut menunjukkan kategori sedang dan 16 orang pekerja (53%) memiliki nilai rata-rata WWL diatas 80, hal ini menunjukkan kategori agak berat.
- Faktor-faktor yang banyak dirasakan responden mempengaruhi beban mental adalah *MentalDemand*,dan *Effort*.
- Untuk meminimasi beban mental kerja, maka dilakukan perbaikan metode kerja dengan mengubah urutan pekerjaan dan penempatan posisi alat kerja

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi (DIKTI), yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Hart, S. G., Staveland L. E, (1988), Development of NASA-TLX (Task Load Index): *Results of Empirical and Theoretical Research,* Advances in Phsychology, Vol. 52, pp. 139-183

Hancock, P. A., Meshkati N.(Eds.), (1988), *Human Mental Workload* (pp. 239–250), North Holland: Elsevier Science Publishers

Rubio S., Díaz E., Martín J., (2004), Evaluation of Subjective Mental Workload: A comparison of SWAT, NASA-TLX, and Workload Profile Methods. Applied Psychology: An International Review, 53(1), 61–86.

PERANCANGAN SISTEM PEMOTONGAN HORISONTAL MESIN STRIP TABLET DI PT X

Andreas Twistiaji Mulyawan, Paulus Wisnu Anggoro,
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Program S1 UAJY-ATMI,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Jl. Babarsari 43 Yogyakarta, Indonesia, +62274487711
andreas.marguna@gmail.com, pauluswisnuanggoro@ymail.com

ABSTRAKS
Berdasar pada penelitian di PT X, Slawi, Tegal, Jawa Tengah, ditemukan masalah pada pisau potong horisontal mesin stripping. Masalah tersebut timbul karena pisau horisontal mesin stripping yang kurang stabil akibatnya hasil pemotongannya tidak sesuai standar kualitas. Sehingga sering dilakukan setting ulang pisau horisontal dengan durasi waktu yang lama. Akibatnya efisiensi mesin cukup rendah dan reject produk di mesin stripping cukup tinggi.Sebagai solusi atas permasalahan ini digunakan metode kreatif guna mendapatkan perancangan modifikasi sistem pemotongan horisontal di mesin striping. Atribut produk didapatkan dengan proses brainstorming dari tim kreatif. Tools Quality Function Deployment (QFD) digunakan untuk mendapatkan desain yang sesuai dengan permintaan customer. Pengumpulan data berupa wawancara dan observasi di PT X untuk mendapat data yang akurat. Pengerjaan gambar 3D dan 2D menggunakan perangkat lunak CATIA V5 R20 dan autodesk AutoCAD. Hasil akhir yang didapatkan dalam penelitian ini berupa sistem pemotongan yang baru untuk mesin stripping di PT X. Hasil pengujian berupa pengujian efektifitas dan nilai reject mesin stripping di PT X.

Kata kunci : *mesin stripping, metode kreatif, perancangan, QFD.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dimasa sekarang ini perkembangan dunia industri sangat berkembang pesat. Setiap perusahaan saling bersaing dalam satu pasar yang sama. Hal ini juga berpengaruh pada proses produksi masing-masing perusahaan. Proses produksi dituntut untuk sefektif dan seefisien mungkin. Proses produksi sendiri ada beragam, salah satunya adalah proses *stripping.* Proses *stripping* merupakan proses pengemasan tablet, kapsul, cairan, serbuk dan lain-lain dengan media aluminium foil yang di pres dan dipanaskan secara kontinyu.

PT X yang berlokasi di jawa tengah ini merupakan produsen obat herbal tradisional dalam bentuk sediaan *solid* berupa tablet. Produk utamanya berupa obat pegel linu herbal dalam kemasan strip isi 2 tablet. Urutan produksi di PT X ini mulai dari penggilingan, *mixing*, pengeringan, pencetakan tablet, *stripping, catch cover* dan pengemasan manual. Proses *stripping* berlanjut dengan sortasi dan pemasanganstrip pada kertas *catch cover*, dilanjutkan *sealing* dan pemotongan di mesin *catch cover*.

Berdasarkan observasi awal oleh peneliti, target produksi harian di PT X sering tidak tercapai dan *reject* di bagian pengemasan cukup tinggi. Kecepatan produksi harian juga tidak bisa tercapai. Lembur di produksi sering dilakukan untuk mengatasi kekurangan produksi. Masalah ini bermula dari proses pemotongan horisontal pada mesin *stripping* sering tidak sempurna dan perlu berkali-kali *setting* pisau potong horisontal pada proses produksi sehingga menurunkan kecepatan produksi dan menimbulkan reject di depatemen produksi setelahnya. Contoh kesalahan yang sering terjadi adalah hasil pemotogan miring, hasil strip terlalu panjang atau pendek dan tablet terpotong. Seringnya proses *setting* pisau potong horisontal di mesin strip yang dilakukan operator mengakibatkan turunnya produktifitas dan efisiensi penggunan mesin. Rata-rata dalam 1 hari kerja selama 8 jam dengan perhitungan kerja efektif 7 jam mesin berhenti bekerja untuk setting mencapai 1 jam. Nilai *reject* dari proses *stripping* sampai proses pengemasan manual hampir mencapai 7%. Hal ini memerlukan perbaikan pada sistem pemotongan horisontal pada mesin *stripping* agar target produksi dan efisiensi kerja mesin *stripping* di PT X dapat tercapai.

Pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi, penjualan, dan pengiriman produk. Proses pengembangan yang tersusun dengan baik membantu dalam menjamin kualitas produk, melakukan koordinasi diantara anggota tim, merencanakan proyek pengembangan dan secara kontinyu memperbaiki proses. (Karl T.Ulrich, Steven D.Eppinger, 2000).

Berdasar dari latar belakang masalah diatas, maka untuk mengatasi masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan memperbaiki sistem pemotongan horisontal pada mesin *stripping* sehingga dapat mengurangi *reject* dan meningkatkan efisiensi proses produksi di PT X, Tegal, Jawa Tengah. Tujuan dalam penelitian ini adalah mendapatkan identifikasi masalah dan atribut faktor penyebab kerusakan di mesin *stripping*. Serta mendapatkan rancangan pisau potong horisontal mesin *stripping*.

Berikut beberapa referensi jurnal dan penelitian-penelitian terkait tentang perancangan desain produk, metode dan proses *shearing* yang dipergunakan peneliti untuk menyelesaikan problem solving yang dihadapi PT. X :

Murata dkk. (2010) dalam jurnalnya "*Effect of clearance on new shearing method withhorizontal tool movement of 1100 aluminum sheet*" menyatakan bahwa dalam pemotongan *shearing* hal-hal yang paling berpengaruh adalah derajat kemiringan alat potong, *clearance* antar alat potong, ketebalan plat dan kecepatan pemotongan. Tujuan percobaan sistem pemotongan *shearing* dengan metode baru yang mereka beri nama merode MM-*shearing* adalah untuk mendapatkan gaya potong yang rendah pada metode pemotongan *shearing*, permukaan potong yang baik dengan biaya alat yang terjangkau.

Nugroho (2011) dengan skripsi "Perancangan Mesin Pemotong Lembaran Plastik" menggunakan metode rasional dalam pembuatan mesin. Metode ini dipilih untuk mendapatkan hasil rancangan yang ditentukan oleh permintaan dan keinginan dari calon pemakai. Tujuan penelitian adalah mendapatkan mesin pemotong plastik yang sesuai dengan keinginan konsumen.

Aji (2012) dalam skripsinya berjudul "Perancangan Alat Pemotong Plastik Hasil *Thermoforming* ketebalan 0,25 mm" melakukan perancangan dengan menggunakan metode kreatif. Tujuan penelitian untuk mendapatkan rancangan mesin yang dapat meningkatkan kapasitas produksi.

Damayanti (2013) dengan skripsi "Perancangan dan Pembuatan Alat Cetak Keripik Singkong". Penelitian ini juga menggunakan metode kreatif dan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk mendapatkan atribut produk dan rancangan yang dapat meningkatkan kapasitas produksi.

Surya (2013) pada skripsinya ”Perancangan *Moldbase* Produk *Handle Cabinet* Menggunakan Metode Kreatif di PT. IGI ATMI Surakarta" menggunakan metode kreatif brainstorming dalam proses perancangannya. Dan menggunakan software solidwork untuk menggambar 2D, 3D hasil rancangan dan untuk analisa kekuatan hasil rancangan.

METODE

Ada beberapa metode perancangan yang memiliki maksud untuk membantu mendorong pemikiran yang kreatif. Pada umumnya mereka bekerja dengan usaha untuk menambah mengalirnya ide-ide dengan menghilangkan batas mental yang menghalangi kreativitas atau oleh melebarnya area penelitian untuk penyelesaian yang dibuat (Cross, 1994). Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode kreatif untuk mendapatkan hasil racangan pisau hurisontal mesin strip. Berikut langkah-langkah metode kreatif yang dilakukan peneliti untuk melakukan penelitian dan perancangan di PT X dan langkah - langkah penyelesaian masalah yang terjadi.

Identifikasi Masalah

Proses identifikasi masalah dilakukan dengan observasi dan wawancara awal dengan karyawan di PT X, Tegal, Jawa Tengah. Informasi yang dicari berupa urutan proses produksi, jumlah produk yang rusak dan efektifitas produksi. Dari informasi yang didapat, permasalahan yang ada yaitu bagaimana memenuhi permintaan PT X dalam mendesain alat potong horisontal mesin stripping untuk mengurangi kerusakan produk dan meningkatkan efektifitas produksi.

Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan wawancara dan observasi langsung le PT X, Tegal, Jawa Tengah. Pada tahap ini dilakukan wawancara dengan manager produksi, tehnisi, dan operator mesin, serta melakukan pengambilan data produksi mesin stripping. Data studi ini didapat data-data produksi

mesin striping, data efisiensi mesin dan data reject karen mesin stripping. Dari hasil brainstorming dari beberapa sumber diatas didapatkan akar masalah yang menimbulkan besarnya reject dan kecilnya efisiensi mesin serta atribut-atribut yang akan digunakan untuk proses perancangan pisau horisontal mesin strip.

Studi Pustaka

Pada tahap studi pustaka peneliti mencari informasi dari jurnal penelitian tentang metode kreatif, desain dan alat potong. Juga utuk mendapatkan buku-buku referensi yang memiliki kaitan dengan perancangan pisau potong horisontal di mesin strip. Informasi yang didapatkan digunakan untuk membantu proses perancangan sistem pemotongan di mesin strip.

Rumusan Masalah dan Tujuan

Berdasar dari latar belakang masalah diatas, Peneliti merumuskan masalah dan tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana merancang dan memperbaiki sistem pemotongan horisontal pada mesin *stripping* sehingga dapat mengurangi *reject* dan meningkatkan efektifitas proses produksi di PT X, Tegal,Jawa Tengah.

Proses Desain Atribut Produk

Pada tahap ini dilakukan pengolahan hasil proses brainstorming yang dilakukan untuk mendapat berbagai ide dan keinginan dari user. Hasil yang didapat akan dipilah berdasar technical requirement dan customer requirement, identifikasi dan atribut. Hasil didapat dari tim kreatif, pembentukan tim kreatif yang terdiri dari Manager Produksi dan Tehnik, Superviser departemen Stripping, operator mesin strip, mekanik, dosen pembimbing dan penulis. Data yang didapat kemudian diolah dengan Quality Function Deployment (QFD) agar didapat atribut-atribut rancangan dan perbaikan produk yang selanjutnya digunakan untuk evaluasi konsep rancangan pisau potong horisontal mesin strip. Output dari proses QFD berupa beberapa rancangan produk sesuai dengan keinginan tim kreatif berikut analisisnya menurut standar pisau strip sebelumnya

Proses Desain Alat Potong Horisontal Mesin Strip

Setelah didapatkan atribut-atribut dari proses QFD dan HOQ kemudian atribut tersebut dikembangkan dalam bentuk gambar desain 3D. Proses desain dan penggambaran 3D menggunakan perangkat lunak CATIA V5R20. Beberapa gambar yang ada kemudian dipilah melalui atribut-atribut yang ada, sehingga dapat ditentukan desain yang terbaik sesuai keinginan customer.

Proses Analisis Mekanik

Proses analisa mekanik adalah analisis kekuatan pisau yang terpilih dengan menggunakan CATIA V5R20 dengan metode *Von Mises Stress*. Metode ini sudah terdapat dalam salah satu aplikasi yaitu Generative Structural Anlysis. Dari hasil analisis akan didapatkan besaran impact terbesar yang terjadi pada pisau, hasil tersebut dibandingkan nilai yeild stress material pembuat pisau. Apabila nilai yeild stress material lebih besar dari nilai Von Mises Stress yang terbesar maka bisa disimpulkan material tersebut kuat menahan benban yang ada.

Perhitungan Biaya Pembuatan

Pada proses perhitungan biaya penulis melakuan pengajuan penawaran ke beberapa alternatif bengkel manufaktur dengan nama PT X. Kriteria pemilihan bengkel berdasarkan ketersediaan material, harga produk, kualitas pembuatan, tehnologi dan lama proses pengerjaan. Hasil yang didapatkan adalah usulan tempat pembuatan alat potong horisontal di mesin strip yang disarankan pada PT X.

Kesimpulan dan Saran

Proses terakhir yang dilakukan penulis adalah penarikan kesimpulan hasil penelitian yang bersumber pada tercapainya tujuan penelitian serta saran yang dapat menyempurnakan hasil rancangan dari penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi lapangan dilakukan dengan wawancara dan observasi langsung le PT X, Tegal, Jawa Tengah mendapatkan data sebagai berikut: Jumlah mesin strip di PT X ada 3 unit dengan merek dan spesifikasi yang sama. Rata-rata efisiensi mesin dari februari-Desember 2013 adalah 75,9% dan nilai

reject 6,5%. Dengan sistem pemotongan yang baru diharapkan efisiensi mesin mencapai nilai 95% dan nilai reject dibawah 1%.

Brainstrorming

Pada penelitian ini proses *brainstorming* peneliti melakukan wawancara dan observasi dengan masing-masing anggota dari tim kreatif. Proses yang dibahas melipuri requierement dari masing-masing anggota tim kreatif yang berhubungan dengan mesin tersebut. *Requirement* yang didapatkan kemudian diolah menjadi atribut produk sebagai pedoman perancangan sistem pemotongan horisontal mesin strip. Hasil proses *brainstorming* sebagai berikut :

- Setingan pisau tidak berubah-ubah.
- Pisau harus awet.
- Pisau dapat ditajamkan ulang.
- Minim perawatan dan perbaikan mudah.
- Pemasangan pisau mudah.
- Proses modifikasi pisau tidak perlu mematikan mesin dalam waktu lama
- Proses pembuatan tidak terlalu lama.
- Harga yang tidak terlalu mahal.

Quality Function Deployment

Setelah mendapatkan customer requirement dari proses brainstroming penulis kemudian mengolahnya menjadi atribut-atribut produk menggunakan Quality Function Deployment dan House Of Quality. Hasil dari proses *brainstorming* dipilah menjadi *customer requirement* dan *technical requirement* dalam QFD. Proses mendapatkan atribut produk dengan mencari hubungan antara *customer requirement* dan *technical requirement tool* yang digunakan dari QFD adalah *house of quality* (HOQ).

No	1	2	3	4	5						
Direction of improfment	▲	▲	▲	▲	▲						
Technical Requirement / *Customer Requirement*	Sistem clamp pisau tidak menggunakan pegas	Material pisau dari baja kekerasan tinggi.	Menggunakan bearing sebagai peluncur gerak pisau.	Ukuran - ukuran standar pisau sesuai dengan pisau lama	Pisau menggunakan penggerak piston pneumatic sesuai dengan sistem yang sudah	*Importance to customer*	*Customer and competitive satisfaction performance*	*Goal*	*Improvement ratio*	*Raw weight*	*Normalized Raw Weight*
Setingan pisau tidak berubah-ubah.	⊖	O	⊖	▲	O	5	1	5	5	25	25,25%
Pisau harus awet.	O	⊖	⊖	▲	O	5	2	5	2,5	13	12,63%
Pisau dapat ditajamkan ulang.	▲	⊖	O	▲	O	5	2	5	2,5	13	12,63%
Minim perawatan dan perbaikan mudah	O	⊖	⊖	O	O	5	2	5	2,5	13	12,63%
Pemasangan pisau mudah.	⊖	O	O	⊖	⊖	4	2	4	2	8	8,08%
Proses modifikasi pisau tidak perlu mematikan mesin dalam waktu lama (hanya untuk pemasangan saja).	O	▲	O	⊖	⊖	5	2	5	2,5	13	12,63%
Proses pembuatan tidak terlalu lama.	O	▲	O	⊖	⊖	4	2	4	2	8	8,08%
Harga yang tidak terlalu mahal.	O	▲	O	O	⊖	4	2	4	2	8	8,08%
Technical Importance	155	175	201	159	213						
Resource Importance	1860	3150	2412	3816	3834						

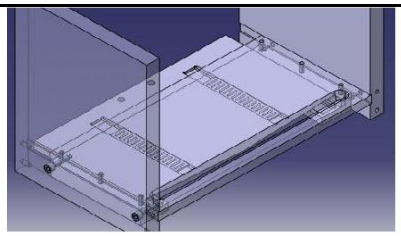
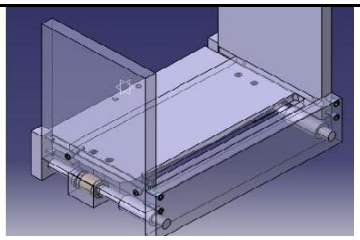
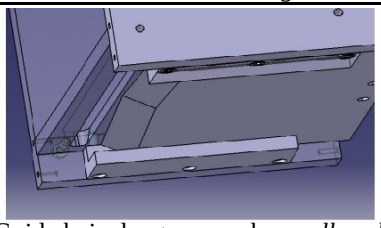
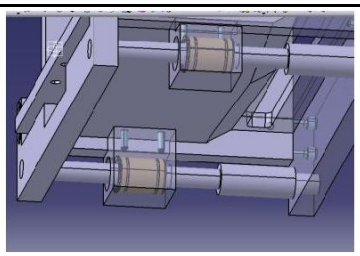
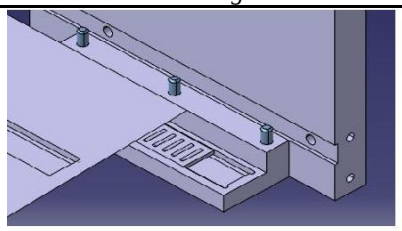
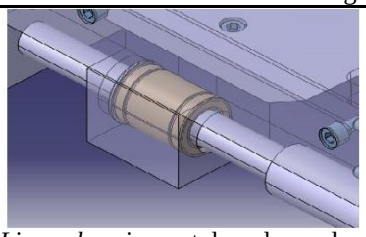
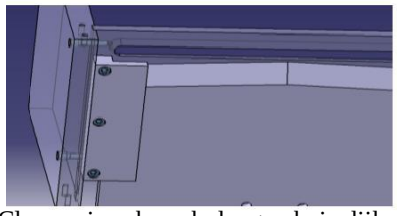
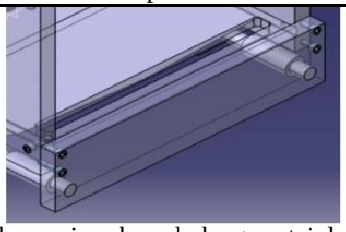
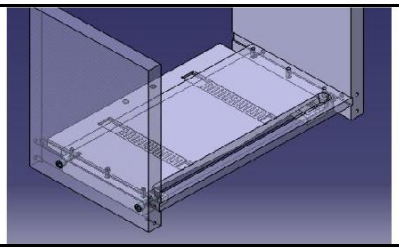
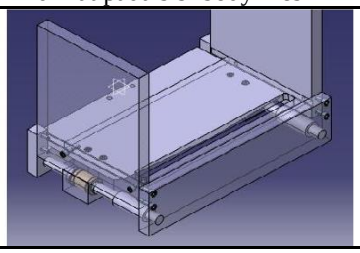
Gambar 3.*House of Quality*

Penggunaan Atribut Produk

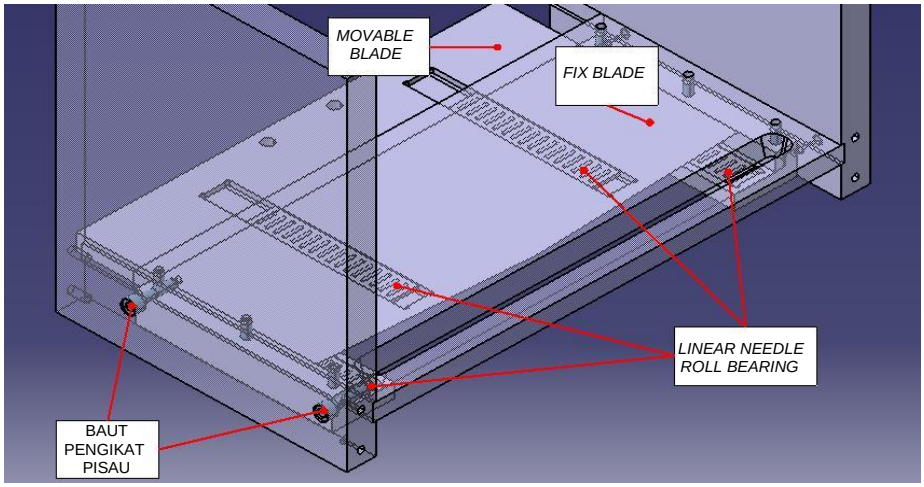
Tahap ini peneliti mengimplementasikan atribut produk yang telah didapatkan dari HOQ ke dalam beberapa komponen utama produk yang kemudian diwujudkan dalam gambar 3D. Dalam proses ini dibuat alternatif desain dan komponen utama untuk pembuatan pisau tersebut, komponen utamanya antara lain : Pisau potong, guide, slider, clamp. Daftar komponen dan alternatif desain tersebut disusun

menjadi *morphological chart. Morphological chart* pada penelitian ini akan menyajikan perbandingan alternatif desain yang dibuat dengan *software* CATIA dengan atribut yang ada. Berikut daftar komponen utama yang dapat dijadikan pertimbangan alternatif desain :

Tabel 1.*Morphological chart*

No	Komponen	Alternatif 1	Alternatif 2
1	Pisau potong	 Pisau Baja dengan modifikasi alur *needle roll bearing*	 Pisau baja dengan sedikit modifikasi ukuran
2	Guide	 Guide baja dengan rumah *needle roll Bearing*	 Guide shaft untuk linear bearing
3	Slider	 *Needle roll bearing* untuk peluncur pusau bawah	 *Linear bearing* untuk meluncurkan pisau
4	Clamp	 Clamp pisau bawah dengan baja diikat pada pisau atas dengan baut tanam	 Clamp pisau bawah dengan stainless diikat pada sisi body mesin
5	Desain		

Dari hasil *morphological chart* kemudian dilakukan pembobotan sesuai dengan atribut-atribut produk yang telah ditentukan sebelumnya. Dari hasil pembobotan yang dilakukan penulis mendapatkan alternatif desain sebagai berikut :



Gambar 4. Alternatif rancangan terpilih

- Material pisau dari baja kekerasan tinggi dan tahan karat
- Peluncur pisau menggunakan *linear needle roll bearing*
- Pisau diikat langsung pada *body* mesin dengan baut pengikat.
- Clearance pisau tidak dapat diubah.
- Clamp untuk *movable blade* menggunakan baja dan diikat pada *fix blade*.

Dengan sistem pemotongan yang baru diharapkan efisiensi mesin mencapai nilai 95% dan nilai reject dibawah 1%. Hal ini dapat tercapai dengan sistem pisau yang menggunakan bearing dan seting pisau yang tidak berubah. Peningkatan hasil sistem baru bisa dilihat dalam perhitungan sebagai berikut :

Target produksi per mesin per hari	**183.600 strip**	
Target efisiensi	95%	
Hasil produksi dengan sistem baru	= target produksi/hari x Target efisiensi	
	= 183.600 x 95%	= 174.420 strip per hari
Nilai reject 1% hasil harian	= hasil produksi per hari x (100-1)% = 174.420 x 99%	= 172.675 strip per hari .
Hasil dengan sistem lama		
Hasil produksi harian = target produksi per hari x efisiensi x (100%-reject)		
	= 183.600 x 75.9% x 93.5%	= 130.294 strip per hari

Peningkatan hasil produksi setelah modifikasi

$$\frac{\text{(Hasil produks harian baru - hasil produksi harian lama) x 100\%}}{\text{Hasil produksi harian baru}}$$

$$\frac{\text{(172.675 - 130.294) x 100\%}}{\text{172.675}} = \text{24,5\%}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa terdapat peningkatan produksi setelah menggunakan sistem baru untuk pemotongan horisontal mesin strip tablet di PT X. Besar peningkatan mencapai 24,5% untuk tiap mesin.

Analisis Gaya Pada Pisau

Pada tahap ini dilakukan analisis kekuatan pisau berdasarkan material dan gaya potong yang dibutuhkan untuk memotong aluminium foil. Proses mendapatkan besarnya gaya potong dengan cara

percobaan langsung di PT X. Proses simulasi kekuatan pisau dengan menggunakan perangkat lunak CATIA Penentuan gaya potong diambil dari percobaan pemotongan strip dengan menggunakan gunting manual. Prosesnya menggunakan gunting kertas, strip aluminium foil dan timbangan duduk dengan kapasitas maksimal 5 kg. Gaya potong yang didapatkan akan menjadi acuan perhitungan dalam simulasi menggunakan CATIA.

Gambar 5. Percobaan pemotongan strip di PT X

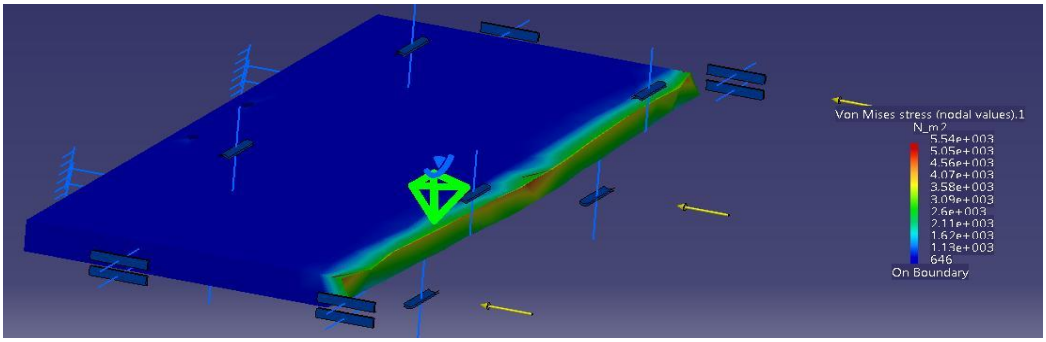
Setelah diadakan beberapa kali percobaan didapatkan hasil gaya potong yang dibutuhkan. Gaya potong yang diambil adalah yang paling besar dari hasil percabaan. Dalam percobaan kali ini yang paling besar bernilai 730 gr, dimana 1 kg = 9.80665 N. Setelah dikonversi maka menjadi 7.15885 N.

Material Pisau

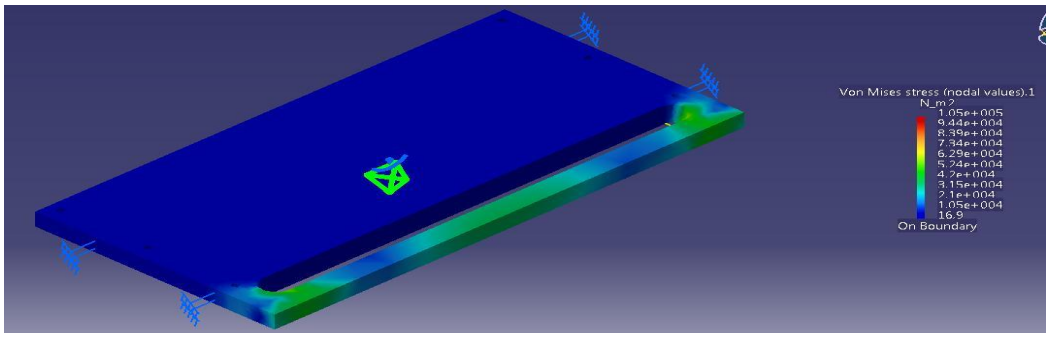
Untuk pemilihan material pisau, peneliti menyesuaikan material pisau dengan material pisau sesuai bawaan mesin karena pisau potong pada mesin sudah dinilai awet. Material pisau horisontal mesin strip ini menggunakan material SKD 11. Nilai yield strenght SKD 11 adalah 353 MPa atau 353.000.000 N/m^2. Nilai ini yang akan kita jadikan sebagai acuan untuk simulasi kekuatan pisau dengan perangkat lunak CATIA.

Simulasi Perhitungan Kekuatan Material

Pada proses ini penulis memperhitungkan kekuatan pisau dengan simulasi menggunakan perangkat lunak CATIA. Hal-hal yang dibutuhkan sebelum simulasi adalah : gambar pisau 3D, besar gaya yang bekerja, arah gaya dan *yield strenght* material pisau. Pada simulasi ini yang dihitung kekuatannya adalah pisau tetap dan pisau bebas. Berikut hasil pengujiannya :



Gambar 6. *Von Mises Stress* pada pisau bebas. (grafis yang ditampilkan merupakan efek simulasi)



Gambar 7. *Von Mises Stress* pada pisau tetap. (grafis yang ditampilkan merupakan efek simulasi)

Kesimpulan Hasil Simulasi CATIA

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan kita dapatkan data *Von Mises Stress* untuk masing-masing pisau tetap dan pisau bebas. Hasil maksimal *Von Mises Stress* dari pisau tetap adalah 1.05 E5 N/m^2. Dan hasil maksimal *Von Mises Stress* dari pisau bebas adalah 5.54 E3 N/m^2. Kedua hasil tersebut masih jauh dibawah yield streng mterial SKD 11 yang sebesar 353.000.000 N/m^2 (3.53 E8 N/m^2). Jadi bisa disimpulkan material ini sangat kuat untuk menahan gaya yang dihasilkan dari pemotongan.

Analisis Harga Pembuatan

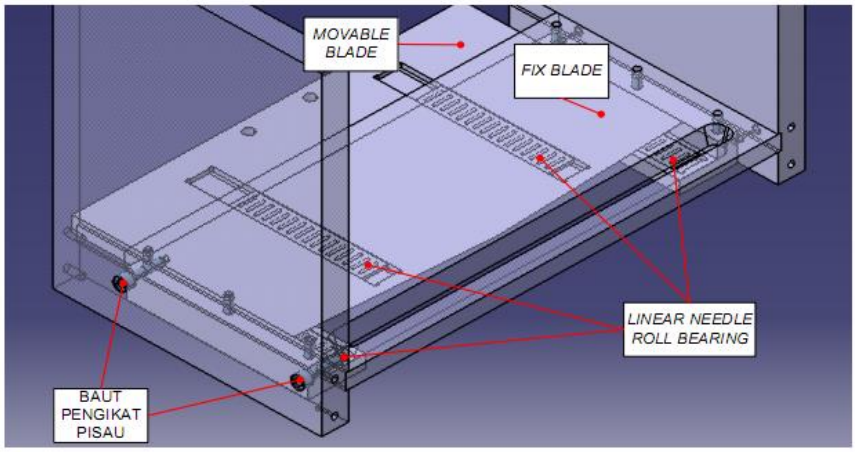
Proses pembuatan sparepart di PT X selalu dikerjakan di bengkel diluar PT X sendiri. Hal ini dilakukan karena PT X tidak menyediakan fasilitas untuk pembuatan sparepart. Untuk proses pembuatan sparepart, PT X mengajukan permintaan penawaran harga pada beberapa bengkel langganan, masing-masing penawaran dari bengkel tersebut akan dibandingkan dan dipilih yang terbaik menurut kriteria yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini gambar kerja telah diberikan kepada 3 bengkel/perusahaan, masing-masing perusahaan akan mengirimkan penawaran harga dan akan kita analisis. Kriteria pemilihan bengkel di PT X diantaranya dari harga, lama pengerjaan, kualitas pengerjaan (dari proses pembuatan sparepart sebelumnya), pengulangan order (sering tidaknya order ke bengkel tersebut). Proses selanjutnya analisis masing-masing penawaran harga belum dapat dilakukan karena penawaran dari masing-masing bengkel belum masuk ke perusahaan.

KESIMPULAN

Proses stripping di PT X membutuhkan perbaikan sistem pemotongan pada bagian pemotongan horisontal. Proses penelitian ini telah dilakukan telah terpilih rancangan sesuai dengan atribut-atribut yang telah ditentukan oleh tim kreatif. Hasil penelitian terdapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- ✓ Setting clearance pisau tidak berubah-ubah.
- ✓ Pisau menggunakan material SKD 11 dengan kekerasan tinggi sehingga kuat dan awet.
- ✓ Material pisau dan sudut pisau memungkinkan pisau untuk ditajamkan ulang.
- ✓ Pisau menggunakan bearing dan material yang baik sehingga minim perawatan dan perbaikan.
- ✓ Proses pemasangan pisau mudah karena ukuran sesuai dengan pisau lama
- ✓ Proses modifikasi tidak perlu waktu lama karena lubang baut pisau sesuai dengan yang lama.
- ✓ Ukuran pisau dan bentuk pisau tidak terlalu rumit sehingga cukup mudah dibuat.
- ✓ Material pisau menggunakan SKD 11 cukup mahal, namun bentuknya yang cukup simple meminimalkan penggunaan material. Penekanan harga juga terjadi karena pisau dapat ditajamkan ulang.

Gambar 3D pisau dan spesifikasi lengkapnya sebagai berikut :



Gambar 8. Desain akhir Pisau Horisontal Mesin Strip

Tabel 1. Spesifikasi Pisau Horisontal Mesin Strip

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Material pisau	SKD 11
2	Penggerak	Piston pneumatic (terpasang di mesin)
3	Peluncur	Linear Flat Roller Bearing
4	Pencekaman	Imbus Screw M6x25
5	Dimensi	324x205x34mm
6	Berat	10,5 kg

DAFTAR PUSTAKA

- Cross, N. (1994). *Engineering Design Methods.* Chicester: John Wiley & Sons.
- Daniel Kresna Aji (2012) *Skripsi Perancangan Alat Pemotong Plastik Hasil Thermoformingketebalan 0,25 mm.*
- http://www.infometrik.com/2009/09/mengenal-uji-tarik-dan-sifat-sifat-mekanik-logam/ http://www.learnengineering.org/2012/12/what-is-von-mises-stress.html
- Ignatius Dery PS (2013). *Skripsi Perancangan Moldbase Produk Handle Cabinet MenggunakanMetode Kreatif di PT. IGI ATMI Surakarta*
- Irawan Adhi Nugroho (2011). *Skripsi Perancangan Mesin Pemotong Lembaran Plastik.*
- Joseph R. Davis. (1995) *Tool Materials (ASM Specialty Handbook). ASM International.*
- Karl T. Ulrich & Steven D. Eppinger. (2011). *Product Design and Development. Fifth Edition.* Mc Graw Hill
- Lusi Damayanti (2013). *Skripsi Perancangan dan Pembuatan Alat Cetak Keripik Singkong.*
- Yukitaka Murakami (2002). *METAL FATIGUE: EFFECTS OF SMALL DEFECTS ANDNONMETALLIC INCLUSIONS*

SISTEM PENILAIAN KINERJA KARYAWAN DENGAN PENDEKATAN *MIX MODEL* DI PT. X

Nurul Ummi
Jurusan teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km. 3Cilegon 42435Telp: 0254-395502, Fax: 0254-395440
Email : nurul.ummi@ft-untirta.ac.id

ABSTRAKS
PT. X merupakan perusahan yang bergerak di bidang jasa properti, perusahaan ini dituntut untuk menjadi perusahaan yang maju dan berkembang diantara berbagai macam perusahaan penyedia properti lainnya. Agar mampu berkembang dan bersaing di industri jasa properti, maka perusahaan X harus didukung oleh sumber daya manusia (SDM) yang handal dan memiliki kinerja yang sangat baik. Untuk itu diperlukan suatu model penilaian kinerja bagi karyawan, dimana penilaian kinerja dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kinerja karyawan. Oleh karena itu Tujuan dari penelitian ini adalah pertama menilai kinerja karyawan berdasarkan dua aspek yaitu kompetensi dan prestasi kerja, kedua membuat modelusulan sistem penilaian kinerja karyawan di PT. X dengan berdasarkan kompetensi dan prestasi kerja, ketiga mengevaluasi program latihan bagi pekerja sebagai bagian dari hasil pengukuran kinerja karyawan. Metode yang digunakan adalah model campuran (Mix Model) yaitu perpaduan antara kompetensi (inti dan pendukung) dan prestasi kerja. Model kompetensi yang menggunakan soft kompetensi dalam pengukurannya dilakukan untuk memperoleh informasi pencapaian tujuan. Model prestasi kerja (uraian pekerjaan) dilakukan untuk mengukur tingkat penyelesaian tugas dan tanggung jawab masing-masing karyawan. Hasil penelitian yang dilakukan pada salah satu posisi karyawan tertentu menunjukkan bahwa untuk golongan I (Kepala divisi) dengan nilai keseluruhan 90.01-100 yaitu dilakukan pembelajaran diri sendiri dan pengembangan keterampilan . Untuk golongan II (kepala dinas, kepala urusan, dan seksi umum) dengan nilai keseluruhan 80.01 – 90.00 diperlukan simulasi dan pengembangan keterampilan. Sedangkan untuk golongan IV (operator) dengan nilai keseluruhan 55.01-65.00 yaitu harus dilakukan pelatihan petunjuk pekerjaan, pelatihan oleh atasan & konseling (pendampingan) intensif,dan lokakarya.

***Kata kunci**: Mix Model, Penilaian Kinerja, Kompetensi, Prestasi Kerja, SDM*

PENDAHULUAN

Evaluasi kinerja atau penilaian prestasi karyawan menurut Leon C. Mengginson (1981:310) dalam A. A. Anwar Prabu Mangkunegara (2000:69) "Penilaian prestasi kerja (*performance appraisal*) adalah suatu proses yang digunakan pimpinan untuk menentukan apakah seorang karyawan melakukan pekerjaannya sesuai dengan tugas dan tanggung jawabnya".

Penilaian kinerja memberikan mekanisme penting bagi manajemen untuk digunakan dalam menjelaskan tujuan dan standar kinerja. Menurut Spencer (1993) pengukuran atau penilaian terhadap kinerja dari karyawan atau pekerja tidak hanya dipandang pada satu perspektif yaitu *"what"* atau apa output dari kinerja yang bersifat kuantitatif, melainkan perlu menggunakan perspektif yang berbeda yakni "*how"* atau bagaimana kinerja tersebut. Dengan adanya perspektif berbeda tersebut digunakan model penilaian campuran atau *mixed model* yakni penggabungan antara pengukuran kinerja dalam hal pencapaian atau prestasi kerja dengan kompetensi yang dapat merepresentasikan hasil kerja yang telah dilakukan oleh pekerja pada periode sebelum pengukuran serta bagaimana proses para pekerja tersebut memperoleh hasil yang dapat memprediksi performansi pekerja untuk pekerjaan saat ini atau di masa mendatang. Dalam *mixed model* keseimbangan bobot antara pencapaian kerja dan kompetensi dapat berkisar antara 50%-90% untuk pencapaian kerja dan 10%-50% untuk kompetensi (Octarez Abi, et all. 2010).

Terdapat beberapa kelamahan dalam penilaian kinerja PT. Xantara lain periode pelaksanaan penilaian kerja yang disebut "Sasaran Kerja dan Penilaian Hasil Kerja (*Performance Appraisal*)" hanya dilakukan satu kali dalam satu tahun. Sasaran Kerja dan Penilaian Hasil Kerja (*Performance Appraisal*) di PT. X ini berdasarkan pada prestasi kerja dan kompetensi inti saja, untuk itu perlu kiranya dilakukan pengukuran kinerja mix model dengan mempertimbangkan kompetensi pendukungselain dari kompetensi iti yang harus dimiliki oleh karyawan. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk pertama menilai kinerja

karyawan berdasarkan kompetensi dan prestasi kerja, kedua merancang usulan sistem penilaian kinerja di PT. X berdasarkan pada penggabungan kompetensi (inti dan pendukung) dan prestasi kerja. ketiga mengevaluasi program latihan bagi pekerja sebagai bagian dari hasil pengukuran kinerja karyawan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kompetensi menurut Wibowo (2007:324) adalah suatu kemampuan untuk melaksanakan atau melakukan suatu pekerjaan atau tugas yang dilandasi atas keterampilan dan pengetahuan serta didukung oleh sikap kerja yang dituntut oleh pekerjaan tersebut.Spencer dan spencer (1893:9) yang dikutip oleh Wibowo (2007:325) menyatakan kompetensi merupakan landasan dasar karakteristik orang dan mengindikasikan cara berperilaku atau berpikir, menyamakan situasi, dan mendukung untuk periode yang cukup lama.

Penilaian prestasi kerja merupakan upaya membandingkan prestasi aktual pegawai dengan prestasi kerja yang diharapkan darinya. Untuk menentukan apakah suatu pekerjaan bisa dikerjakan atau diselesaikan dengan baik maka uraian pekerjaan akan sangat membantu dalam penentuan sasaran pekerjaannya.*Job description* (uraian jabatan) merupakan dokumen formal organisasi yang berisi ringkasan informasi penting mengenai suatu jabatan untuk memudahkan dalam membedakan jabatan yang satu dengan yang lain dalam suatu organisasi.Pada hakikatnya, uraian jabatan merupakan bahan baku dasar dalam pengelolaan SDM di organisasi, dimana suatu jabatan dijelaskan dan diberikan batasan.Uraian pekerjaan (*job description)* dan uraian jabatan diketahui serta disusun berdasarkan informasi yang telah dihasilkan oleh analisis pekerjaan.

Terdapat dua macam fokus dalam melakukan penilaian kinerja yaitu *performance* dan *competencies* (Spencer & Spencer, 1993). Fokus pada *performance* lebih menitik beratkan pada hasil kerja, kuantitas, produktivitas, atau kualitas yang dihasilkan karyawann di masa lalu. Sedangkan fokus pada *competencies* lebih menitikberatkan pada penilaian yang kualitatif dan berorientasi pada pengembangan karyawan di masa depan. Penilaian kinerja yang menggabungkan antara *performance* dan *competencies* disebut dengan *mixed model.* Penilaian kinerja *mixed model* berfokus pada hasil kerja dan juga kompetensi dalam melakukan penilaian kinerja.

METODOLOGI PENELITIAN

Setelah melakukan studi pendahuluan dan pengumpulan data berupa *job description , soft competence* dan gambaran penilaian kinerja karyawan PT. X, selanjutnya adalah :

1. **Penyusunan Kompetensi Perilaku atau Kemampuan Pribadi**, Penyusunan kompetensi yang ditentukan yaitu *soft competence* berdasarkan kompetensi inti dan kompetensi pendukung berdasarkan golongan masing-masing jabatan.
2. **Penyusunan Penilaian Penilaian *Job Performance***,Merupakan tahapan dalam menyusun bagian penilaian kinerja terhadap pekerja atau karyawan atas pencapaian target dan sasaran kerja dalam satu tahun. Penyusunan tersebut terkait penentuan poin sasaran kerja pokok agar sesuai dengan target dan sasaran dalam *Key Performance Indicator*
3. **Penentuan KPI**, Penentuan *Key Performance Indicator* dilakukan dengan penentuan indicator, penentuan nilai dari setiap indicator, penentuan bobot menggunakan metode *Analitical Hierarchy Process (AHP)* dan penilaian kinerja dari setiap level jabatan
4. **Penentuan Indikator Kinerja Berdasarkan Indikator *Job Performance* Dan Kompetensi**
5. **Penentuan Nilai Setiap Indikator**
6. **Pembobotan dengan AHP**, Pembobotan dilakukan terhadap *soft competence* dan *job description* dari masing-masing jabatan di PT. X. Untuk mengetahui pembobotan pada *job Performance* dan kompetensi untuk masing masing jabatan maka dibentuklah kuesioner pembobotan kinerja karyawan PT. X. Setelah data pembobotan dari kuesioner didapatkan, lalu dihitung menggunakan *software expert choice* 11.1.3238 dan untuk memperoleh hasil pembobotan tiap *Job Performance* dan kompetensi masing masing karyawan di Divisi SDM dan Umum PT. XBobot kepentingan haruslah konsisten dengan ketentuan *Inconsistency Ratio* < 1 .
7. **Penilaian Penyusunan Golongan Sistem Insentif**
8. **Penyusunan Rekomendasi Training Yang Dibutuhkan Pekerja Dari Hasil Pengukuran Kinerja**
9. **Analisis**
10. **Kesimpulan**

HASIL DAN PEMBAHASAN

Responden dalam penelitian ini terdapat 5 orang yang memiliki jabatan sebagai atasan di divisi SDM dan Umum PT. X yaitu Direktorat SDM dan Keuangan, Ketua Divisi SDM dan Umum, Kepala Dinas Perencanaan & Pengembangan SDM, Kepala Dinas Remunerasi, dan Seksi Umum

Pembobotan dilakukan untuk mengetahui tingkat kepentingan indikator yang akan dinilai. Dengan dilakukannya pembobotan, maka akan diketahui bobot prioritas untuk masing masing indikator (*job performance*) dan kompetensi**.** Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan (*Analythical Hierarchy Process*)untuk bobot perspektif *job performance* yang diperoleh dari nilai*job description* pada Divisi SDM dan Umum PT. X.

Tabel 1. Matrix Perbandingan Berpasangan

job description	Melakukan Perencanaan Organisasi dan SDM	Melakukan pengembangan, pembinaan dan pemberdayaan SDM	Mengendalikan penggajian/ upah/ honor Karyawan, Direksi dan Dewan Komisaris, dan reward lainnya	Pelayanan dan administrasi kekaryawanan	Kelancaran aktifitas Utility dan verifikasi pengadaan ATK kekaryawanan
Melakukan Perencanaan Organisasi dan SDM	1	1	3	1	2
Melakukan pengembangan, pembinaan dan pemberdayaan SDM	1	1	3	2	1
Mengendalikan penggajian/ upah/ honor Karyawan, Direksi dan Dewan Komisaris, dan reward lainnya	0.333333333	0.333333333	1	1	0.333333333
Pelayanan dan administrasi kekaryawanan	1	0.5	1	1	1
Kelancaran aktifitas Utility dan verifikasi pengadaan ATK kekaryawanan	0.5	1	3	1	1
TOTAL	**3.833333333**	**3.833333333**	**11**	**6**	**5.333333333**

normalisasi						**total**	**bobot prioritas**
	0.260869565	0.260869565	0.272727273	0.166666667	0.375	1.33613307	0.267226614
	0.260869565	0.260869565	0.272727273	0.333333333	0.1875	1.315299736	0.263059947
	0.086956522	0.086956522	0.090909091	0.166666667	0.0625	0.493988801	0.09879776
	0.260869565	0.130434783	0.090909091	0.166666667	0.1875	0.836380105	0.167276021
	0.130434783	0.260869565	0.272727273	0.166666667	0.1875	1.018198287	0.203639657
TOTAL	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**5**	**1**

Setelah mendapatkan nilai tabel berpasangan, selanjutnya dilakukan matrik normalisasi dengan menjumlahkan setiap kolom, lalu membagi nilai dari setiap kolom dengan jumlah nilai kolom tersebut kemudian menjumlahkan nilai setiap baris dari matriks normalisai lalu membaginya dengan jumlah dari total nilai baris matriks normalisasi. Sehingga didapatkan bobot prioritas.

Langkah selanjutnya menghitung (λ_{maks}) ini, sebagai berikut :

a. Membuat *eigen vector* dengan cara mengalikan matriks perbandingan berpasangan dengan bobot prioritas.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 3 & 2 & 1 \\ 0.333 & 0.333 & 1 & 1 & 0.333 \\ 1 & 0.5 & 1 & 1 & 1 \\ 0.5 & 1 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.267226614 \\ 0.263059947 \\ 0.09879776 \\ 0.167276021 \\ 0.203639567 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.401235178 \\ 1.364871542 \\ 0.510715854 \\ 0.868470026 \\ 1.063982213 \end{bmatrix}$$

b. Membuat vector baru dengan membagi vector pada poin (a) dengan bobot prioritas. Sehingga didapat vector b dengan cara penjumlahan dari hasil pembagian tersebut.

$$\begin{bmatrix} 1.401235178 \\ 1.364871542 \\ 0.510715854 \\ 0.868470026 \\ 1.063982213 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.267226614 \\ 0.263059947 \\ 0.09879776 \\ 0.167276021 \\ 0.203639567 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.243621348 \\ 5.188442998 \\ 5.169305995 \\ 5.191838141 \\ 5.224828144 \end{bmatrix}$$

$$Vectorb = 5.243621348 + 5.188442998 + 5.169305995 + 5.19183814 + 5.224828144$$

$$= 26.01803663$$

c. Menghitung (λ_{maks})dengan merata-ratakan hasil dari vector yang didapat pada poin (b).

$$\lambda\text{maks} = \frac{26.01803663}{5} = 5.203607325$$

d. Validasi *Consistency index* dan *Consistency Ratio*

Menghitung nilai *Consistency index* dengan cara sebagi berikut :

$$Consistencyindex(CI) = \frac{\lambda \max - n}{n-1} = \frac{5.203607325 - 5}{5-1}$$
$$= 0{,}050901831$$

Setelah nilai *Consistency index* didapat selanjutnya menentukan nilai Random Index (RI) sesuai dengan ordo matriks perbandingan berpasangan. Berikut ini merupakan nilai random index (RI) :

Tabel 2. Random index

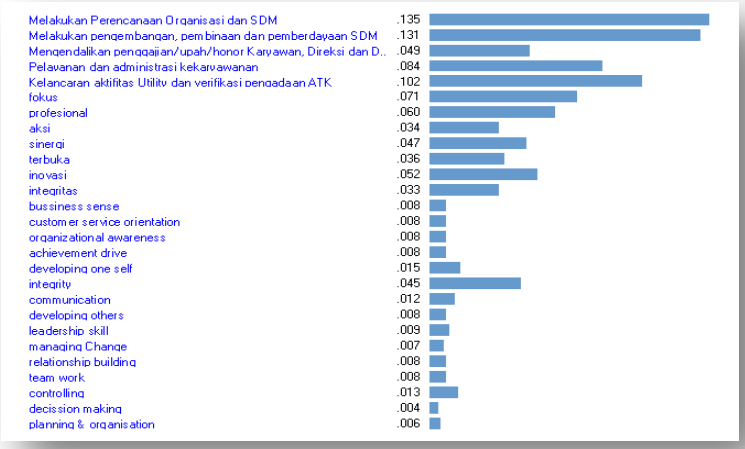
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

(Sumber :Thomas L. Saaty , 1991)

Pada kriteria kontrol ini mempunyai ordo 5 x 5 maka, nilai random index adalah 1,12. Sehingga didapatlah nilai *Consistency Ratio.*

$$Consistencyratio(CR) = \frac{CI}{RI} = \frac{0{,}050901831}{1.11} = 0{,}05$$

Hasil uji konsistensi matrik perbandingan berpasangan untuk kriteria kepala divisi SDM dan Umum adalah konsisten karena CR < 0,1. Adapun hasil perhitungan dengan menggunakan expert choice dapat dilihat sebagai berikut :



Untuk penentuan bobot job performance dan kompetensi dari masing-masing jabatan selanjutnya mengikuti cara-cara perhitungan diatas. Setelah diperoleh nilai bobot langkah selanjutnya adalah menentukan penilain kinerja *(job performance & kompetensi*), berikut ini adalah penilaian kinerja untuk masing-masing level jabatan.

Tabel 3. Penilaian *Job Performance* dan Kompetensi Kepala Divisi SDM & UMUM

Indikator Penilaian	Nilai	Bobot	Total
1. *Job Performance*		0.500	

a. Melakukan Perencanaan Organisasi dan SDM	8.2	0.269	2.2058
b. Melakukan pengembangan, pembinaan dan pemberdayaan SDM	8.2	0.262	2.1484
c. Mengendalikan penggajian/ upah/ honor Karyawan, Direksi dan Dewan Komisaris, dan reward lainnya	8.2	0.098	0.8036
d. Pelayanan dan administrasi kekaryawanan	8.5	0.167	1.4195
e. Kelancaran aktifitas Utility dan verifikasi pengadaan ATK	8.3	0.204	1.6728
Jumlah			8.2705
2. Kompetensi		0.500	
2.1 Kompetensi Inti		0.667	
a. FOKUS Pelanggan	8.1	0.190	1.539
b. Profesional	8	0.147	1.176
c. Aksi	8	0.081	0.648
d. Sinergi	8.2	0.142	1.1644
e. Terbuka	8	0.142	1.136
f. Inovasi	8	0.108	0.864
g. Integritas	8	0.190	1.52
Jumlah			8.0474
2.2 Kompetensi Pendukung		0.333	
2.2.1 ASPEK *BUSSINESS ORIENTATION*		0.200	
a. Bussiness sense	6	0.250	1.5
b. Customer service Orientation	6	0.250	1.5
c. Organizational Awareness	6	0.250	1.5
d. Achievement Drive	5	0.250	1.25
Jumlah			5.75
2.2.2 ASPEK *MANAGING ONE SELF*		0.357	
a. Developing One Self	5	0.250	1.25
b. Integrity	6	0.750	4.5
Jumlah			5.75
2.2.3 ASPEK *MANAGING PEOPLE*		0.308	
a. Communication	6	0.227	1.362
b. Developing others	6	0.155	0.93
c. Leadership skill	6	0.179	1.074
d. Managing Change	5	0.136	0.68
e. Relationship building	6	0.157	0.942
f. Team work	5	0.146	0.73
Jumlah			5.718
2.2.4 ASPEK *MANAGING TASK*		0.135	
a. Controlling	6	0.594	3.564
b. Decission Making	6	0.157	0.942
a. Planning & Organisation	6	0.249	1.494
Jumlah			6
Jumlah Total			39.2539

Cara yang sama dapat dilakukan untuk mendapatkan perhitungan penilaian kinerja pada berbagai level jabatan. Berikut ini hasil penilaian kinerja dari masing-masing jabatan di PT. X seperti yang tertera pada tabel berikut.

Tabel 4. Perhitungan *Overall Score* Jabatan PT.X

Jabatan	*Job Performance*	Kompetensi Inti	Kompetensi Pendukung						
			ASPEK THINKING ABILITY	ASPEK *BUSSINESS ORIENTATION*	ASPEK *MANAGING ONE SELF*	ASPEK *MANAGING PEOPLE*	ASPEK *MANAGING TASK*	total KP	TOTAL JP + KP
Kepala Divisi SDM & UMUM	41.35	5.37		0.12	2.05	1.76	0.81	50.53	91.89
Kadis Perencanaan Dan Pengembangan SDM 1	40.63	4.02		1.44	1.50	1.45	1.42	49.14	89.77
Kadis Remunerasi	40.38	4.06		1.36	1.50	1.41	1.50	49.13	89.51
Seksi Umum	40.50	4.02	0.75	1.26	1.29	1.56	1.01	49.47	89.97
kadis Remunerasi	40.38	4.06		1.36	1.50	1.41	1.50	49.13	89.51
Ahli Pertama Pengembangan SDM 1	40.34	4.07	0.96	0.62	1.15	1.27	1.53	48.02	88.36
Ahli Pertama Pengembangan SDM 2	40.53	4.07	1.02	0.62	1.29	1.24	1.53	48.89	89.42
Ahli Pertama Remunerasi	40.22	4.03	0.92	0.63	1.29	1.27	1.64	48.83	89.05
Analis Remunerasi	40.45	4.05	0.95	0.57	1.54	1.18	1.34	48.12	88.56
Analis Administrasi dan Informasi	40.75	2.68	0.95	0.63	1.29	1.18	1.59	41.55	82.30
Analis Utility dan ATK	41.50	2.71	0.95	0.63	1.29	1.22	1.63	42.12	83.62
Pelaksana	29.70	5.45						27.23	56.93

1.2 Penyusunan Sistem Insentif

Klasifikasi golongan Tunjangan Kerja Individu berdasarkan *overall score:*

Tabel 5. Klasifikasi Golongan Tunjangan Kerja Individu

Range Overall Score	Kategori
0-50	VI
50.01-55.00	V
55.01-65.00	IV
65.01-80.00	III
80.00-90.00	II
90.01-100	I

Sumber : (Octarez. Abi, et all.2010)

Tabel 6. Klasifikasi Golongan Tunjangan Kerja Individu berdasarkan *Overall Score*

Jabatan	TOTAL JP + KP	Kategori
Kepala Divisi SDM & UMUM	91.89	I
Kadis Perencanaan Dan Pengembangan SDM 1	89.77	II
Kadis Remunerasi	89.51	II
Seksi Umum	89.97	II
kadis Remunerasi	89.51	II
Ahli Pertama Pengembangan SDM 1	88.36	II
Ahli Pertama Pengembangan SDM 2	89.42	II
Ahli Pertama Remunerasi	89.05	II
Analis Remunerasi	88.56	II
Analis Administrasi dan Informasi	82.30	II
Analis Utility dan ATK	83.62	II
Pelaksana	56.93	IV

Ukuran klasifikasi kategori yang digunakan perusahan PT. X sudah sama dengan hasil pengukuran kinerja setiap level jabatan pada penelitian ini. Hanya saja, untuk data jumlah insentif atau tunjangan

kerja individu setiap kategori pada PT. X tidak dapat dipubikasikan secara umum. Kategori tersebut diatas menunjukan besarnya tunjangan kerja setiap individu setiap level jabatan. Semakin mendekati kategori I, maka nilai tunjangan kerja individunya akan semakin besar. Dari hasil pengukuran kinerja ini, disusun rekomendasi untuk melakukan pengembangan terhadap sumber daya manusianya.

1. **Untuk nilai keseluruhan dengan *range* 55.01-65.00**
   Bisa disimpulkan bahwa pekerja pada *range overall score* ini masih memerlukan pengembangan dan pelatihan yang cukup intensif dan masih memerlukan bimbingan langsung,baik dari segi kompetensi pekerjaan maupun kompetensi pribadi. Dalam penelitian ini, yang termasuk kedalam *range* ini adalah operator.
   Rekomendasi bentuk pengembangan yang diberikan:
   a. **Latihan Instruktur Pekerjaan**
      Adalah dengan memberikan petunjuk-petunjuk pekerjaan secara langsung pada pekerjaan dan terutama digunakan untuk melatih para pekerja tentang cara-cara pelaksanaan pekerjaan sekarang.
   b. **Pelatihan oleh atasan &Konseling (Pendampingan) secara Intensif**
      Pelatihan oleh atasan adalah suatu cara pelaksanaan pelatihan dimana atasan mengajarkan keterampilan dan keahlian kerja kepada bawahannya. Atau proses interaktif yang proses tersebut melalui manajer dan *supervisor* bermaksud menyelesaikan persoalan kinerja atau mengembangkan kemampuan orangnya. (Wibowo, 2011: 453)
      Konseling adalah setiap aktivitas yang terjadi ditempat pekerjaan dimana seorang individu memikul tanggung jawab atas dan mengelola pengambilan kepustusannya sendiri, baik yang bersifat ada hubungannya dengan pekerjaan atau bersifat pribadi.
   c. **Lokakarya**
      Teknik ini adalah merupakan suatu bentuk latihan kelompok yang terutama digunakan untuk mengembangkan keterampilan-keterampilan antar pribadi.
2. **Untuk nilai nilai keseluruhan dengan *range* 80.01 – 90.00**
   Bisa dikatakan bahwa pekerja yang bersangkutan sudah menguasai kompetensi pekerjaan dengan baik dan mampu mendekati standar yang ditetapkan,namun kadang kala tidak konsisten dan relatif kesulitan dalam menyelesaikan pekerjaan yang memiliki kompleksitas tinggi dan butuh pendekatan khusus. Dalam penelitian ini, yang termasuk kedalam *range* ini adalah kepala dinas, kepala urusan, dan seksi umum.
   Rekomendasi bentuk pengembangan yang diberikan:
   a. **Simulasi**, merupakan suatu situasi atau kejadian yang ditampilkan semirip mungkin dengan situasi sebenarnya,tetapi hanya merupakan tiruan saja dan para pelatihan harus memberikan respon seperti dalam kejadian yang sebenarnya. Jadi simulasi merupaka suatu teknik untuk mencontoh semirip mungkin terhadap konsep sebenarnya dari pekerjaan yang dijumpai.
   b. **Pengembangan Keterampilan**
      Merupaka proses belajar dari seseorang atau beberapa orang yang lebih berpengalaman. Metode ini digunakan untuk mengembangkan keahlian perorangan,sehingga para pekerja yang bersangkutan dapat mempelajari segala spek dari pekerjaannya.
3. **Untuk nilai keseluruhan dengan *range* 90.01-100**
   Pekerja sudah mampu menguasai kompetensi yang dibutuhkan dengan cukup baik. Yang perlu dilakukan adalah menjaga konsistensi pekerja yang bersangkutan dan mendorong pekerja tersebut untuk bisa menemukan metode-metode baru yang bisa meningkatkan performa kerja.
   Dalam penelitian ini, yang termasuk kedalam *range* ini adalah Kepala Divisi SDM dan Umum PT. X
   Rekomendasi bentuk pengembangan yang diberikan:
   a. **Pembelajaran Diri**
      Merupakan teknik yang menggunakan modul-modul tertulis dan kaset-kaset atau video tape rekaman dan para peserta hanya mempelajari sendiri.
   b. **Pengembangan Keterampilan**
      Merupaka proses belajar dari seseorang atau beberapa orang yang lebih berpengalaman. Metode ini digunakan utnuk mengenbangkan keahlian perorangan,sehingga para pekerja yang bersangkutan dapat mempelajari segala aspek dari pekerjaannya.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap penilaian kinerja yang dilakukan di PT X, maka didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil penilaian kinerja, didapatkan bahwa terdapat tiga klasifikasi golongan tunjangan kerja individu berdasarkan skor keseluruhanyaitu golongan I, II dan IV.
2. Usulan rancangansistempenilaian kinerja dengan pendekatan metode model campuran berdasarkan kompetensi (inti dan pendukung) dan prestasi kerja.
3. Ukuran klasifikasi kategori yang digunakan perusahan PT. X sudah sama dengan hasil pengukuran kinerja setiap level jabatan pada penelitian ini. Dari penelitian diusulkan rekomendasi pelatihan karyawan untuk golongan I (kepala divisi) dilakukanpembelajaran diri sendiridanpengembangan keterampilan, untuk golongan II (kepala dinas, kepala urusan, dan seksi umum) diperlukan simulasi danpengembangan keterampilan, sedangkan untuk golongan IV (operator) harus dilakukan pelatihan instruktur pekerjaan, pelatihan oleh atasandankonseling(pendampingan) intensif dan lokakarya.

DAFTAR PUSTAKA

Mangkunegara, Anwar Prabu. A.A . 2010. ***Evaluasi Kinerja SDM***. Aditama. Jakarta

L. Saaty. T , Vargas G. L. 1991. ***The Logic of Priorities***. RWS Publication.

_____ . 1994. ***Fundamentals Of Decision Making***. University Of Pittsburgh

Spencer, M. Lyle and Spencer, M. Signe. 1993. ***Competence At Work: Models For Superrior Performance***. John wily & son inc. New York. USA.

Wibowo . 2007 . ***Manajemen Kinerja.*** PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta

PERENCANAAN PERSEDIAAN MULTI ITEM PADA *CONSUMABLE PART* MESIN *PACKAGING*

Bernardus Sukma Wijayanto, Slamet Setio Wigati
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Program S1 UAJY-ATMI
Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Jl. Babarsari 43 Yogyakarta, Indonesia, +62274487711
b.sukma.wijayanto@gmail.com,yayan@mail.uajy.ac.id

ABSTRAKS
Consumable part merupakan spare part yang tidak dapat perbaiki dan paling sering memerlukan penggantian pada suatu mesin. Penelitian ini dilakukan di perusahaan rokok yang memiliki tingkat target produksi tinggi guna memenuhi permintaan konsumen. Consumable part pada perusahan ini terdapat mesin packaging yaitu timing belt, v-ring suction cup dan roller glue yang dipesan dari supplier yang sama. Saat ini masih terdapat permasalahan pada sistem persediaan consumable part hingga memungkinkan terjadi kekurangan stock. Kondisi ini disebabkan karena belum adanya kebijakan pemesanan yang baku yang digunakan oleh perusahaan ini, sehingga setiap divisi yang menggunakan consumable part ini memiliki kebijkan pemesanan sendiri-sendiri. Selain itu waktu antar kerusakan part ini tidak pasti (bersifat probabilistik). Demikian juga lead time pemesanan ke supplier juga bersifat probabilistik. Pada penelitian ini akan ditentukan minimum stock yaitu stock yang harus tersedia saat pemesanan dilakukan dan jumlah part yang dipesan yang meminimumkan total biaya persediaan. Dalam mengatasi perencanaan persediaan ini diselesaikan dengan metode simulasi menggunakan software Microsoft Excel mengingat penggunaan spare part dan lead timenya bersifat probabilistik serta pemesanan dilakukan bersamaan untuk seluruh consumable part.

Kata kunci : *consumable part, metode simulasi, multi item*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu sistem yang penting dan ikut berperan dalam mewujudkan produktivitas terbaik adalah pengendalian produksi. Pengendalian produksi yang dimaksud adalah fungsi untuk mengarahkan atau mengatur arus barang-barang melalui keseluruhan siklus produksi sejak dari permintaan bahan baku hingga pengiriman produk jadi untuk memenuhi tujuan yaitu pelayanan terhadap konsumen, investasi persediaan minimum, dan efisiensi produksi maksimum (Siswanto, 1985).

Penelitian ini berobjek di salah satu perusahaan rokok terbesar di Indonesia (PT. X) yang memiliki target poduksi yang tinggi guna memenuhi permintaan konsumen. Supaya mampu mencapai target produksi PT. X mengoperasikan mesin produksinya selama 3 *shift* dalam satu minggu bahkan tekadang masih produksi di hari Minggu. Tuntutan target produksi ini menjadikan mesin beroperasi terus menerus yang memungkinkan terjadinya kerusakan. Kondisi terburuk yang tidak diharapkan adalah ketika mesin rusak dan mengharuskan mengganti *spare part* tetapi terjadi kekurangan *stock* dan kemudian timbul solusi alternatif yaitu dengan mengambil *spare part* dari mesin lain yang sudah tidak berproduksi (kanibal *part*). Penggantian *spare part* pada mesin produksi bersifat periodik, dilakukan penggantian setiapperiode waktu tertentu guna menjaga kualitas dari produk dan mempertahankan kontinuitas mesin berproduksi. *Consumable part* adalah *spare part* yang tidak dapat diperbaiki dan paling sering memerlukan penggantian pada suatu mesin. Jika ketersediaan *consumable part* kurang dari *minimumstock* bahkan tidak ada *stock* di gudang *spare part*, maka menimbulkan terhentinya waktu produksisehingga mengakibatkan kerugian yang besar.

Sistem persediaan PT. X mulai dari proses pemesanan *spare part* hingga barang datang dari *supplier* serta pengelolaan gudang dikontrol melalui sistem informasi manajemen logistik. Denganfasilitas sistem informasi manajemen logistik, pihak logistik belum mampu melakukan sistem persediaan terhadap *consumable part* secara otomatis. Sehingga petugas administrasi dari *end user* maupun logistik tidak melakukan pengulangan penghitungan ketika akan melakukan *re- order*. Selama ini proses pemesanan tidak bisa dilakukan secara otomatis secara sistem, oleh karena itu harus melakukan *inventorycontrol* pada periode tertentu guna mengetahui *level stock* terkini. Penyebab utamanya adalah terdapatperbedaan kebijakan penentuan *re-order point* dan jumlah pesan antara pihak *user* dan logistik dalam menjaga ketersediaan spare part.

Menurut jurnal Rahman dkk (2012) dalam menentukan ketersediaan *spare part* PT. Petrokimia Gresik untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan *spare part* dilakukan simulasi. Simulasi dipergunakan untuk merencanakan pengendalian persediaan karena waktu antar permintaan *spare part* yang tidak menentu dan jumlah pemakaian yang bervariasi. Pada akhir penelitian didapatkan nilai *lot* pengadaan (*Q*) dan *re-order point* (*ROP*) hasil simulasi atas evaluasi sistem yang sudah diterapkan perusahaan untuk masing-masing *spare part.*

Dalam mengatasi masalah sistem persediaan pada PT.X diselesaikan dengan metode simulasi menggunakan *software Microsoft Excel* mengingat kondisi jumlah *order* serta *lead time consumable part* pada PT. X tidak selalu dapat diketahui secara pasti dan bersifat probabilistik. Metode simulasi ini sebagai alat bantu yang akan memberikan landasan bagi keputusan yang akan diambil sebagai hasil atas skenario terbaik.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem persediaan *consumable part* di PT. X agar total biaya persediaan minimum.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan *re-orderpoint* dan jumlah pemesanan *consumable part* sesuai dengan distribusi *lead time* yang perlu dilakukanoleh PT. X.

Batasan Masalah

a. *Consumable part* terpilih adalah rekomendasi dari *user* dengan proses pemilihan data pengeluaran darigudang serta berdasarkan catatan *user* atas jumlah penggunaan *spare part.*
b. Data yang digunakan adalah data periode Juni 2012 - Desember 2013, diantaranya data pembelian *spare part*, data pengeluaran *spare part* dari gudang, data *consumable part*, data penerimaan *spare part*, data mutasi *stock* gudang, daftar harga beli *consumable part*, data *lead time* dari *supplier*.
c. Penyelesaian dengan simulasi menggunakan *Microsoft Excel* karena data yang diperoleh bersifat probabilistik.

METODOLOGI

Untuk menyelesaikan masalah dari sistem persediaan PT. X digunakan simulasi. Simulasi merupakan teknik yang biasanya digunakan pada penelitian operasional dan manajemen teknik. Simulasi sangat berguna terutama untuk masalah yang probabilistik, yang secara umum sangat sulit untuk diselesaikan dengan model matematis (Kelton, 2000). Adapun langkah-langkah untuk membuat simulasi dalam penelitian ini:

1. Menentukan distribusi penggunaan *spare part.*
2. Merancang *influence diagram* sebagai dasar pembuatan model simulasi.
3. Melakukan verifikasi model agar model yang diperiksa sesuai dengan rancangan yang diharapkan.
4. Melakukan validasi agar diketahui apakah model tersebut telah mewakili sistem yang sudah ada.
5. Membuat skenario dan sub skenario sesuai dengan rancangan *influence diagram.*
6. Melakukan simulasi.
7. Melakukan replikasi.
8. Memilih skenario terbaik.

ANALISIS

Deskripsi Sistem

Pada kondisi sesungguhnya sistem persediaan pada PT. X belum sepenuhnya ditangani oleh pihak logistik. Bagi *user* bidang teknik masih mengambil peran untuk mengurus sebagian besar kebutuhan pengadaan *spare part*nya termasuk *consumable part*. Hal ini terjadi karena pihak logistik tidak menguasai kebutuhan barang teknik, tidak seperti kebutuhan barang non teknik yang mampu dilakukan oleh pihak logistik.

Meskipun terdapat sistem informasi manajemen logistik sebagai fasilitas *intern* penunjang sistem persediaan namun belum bisa mewujudkan sistem yang efektif. Beberapa hal yang menunjukan kekurangan dari sistem pengadaan barang yang sudah berlaku, diantaranya masih dilakukan

inventorycontrol secara manual guna mengetahui *level stock*, serta selalu melakukan penghitungan ulang dalam

menentukan jumlah pesan ketika melakukan *re-order spare part* baik untuk item yang belum maupun yang sudah pernah diorder.

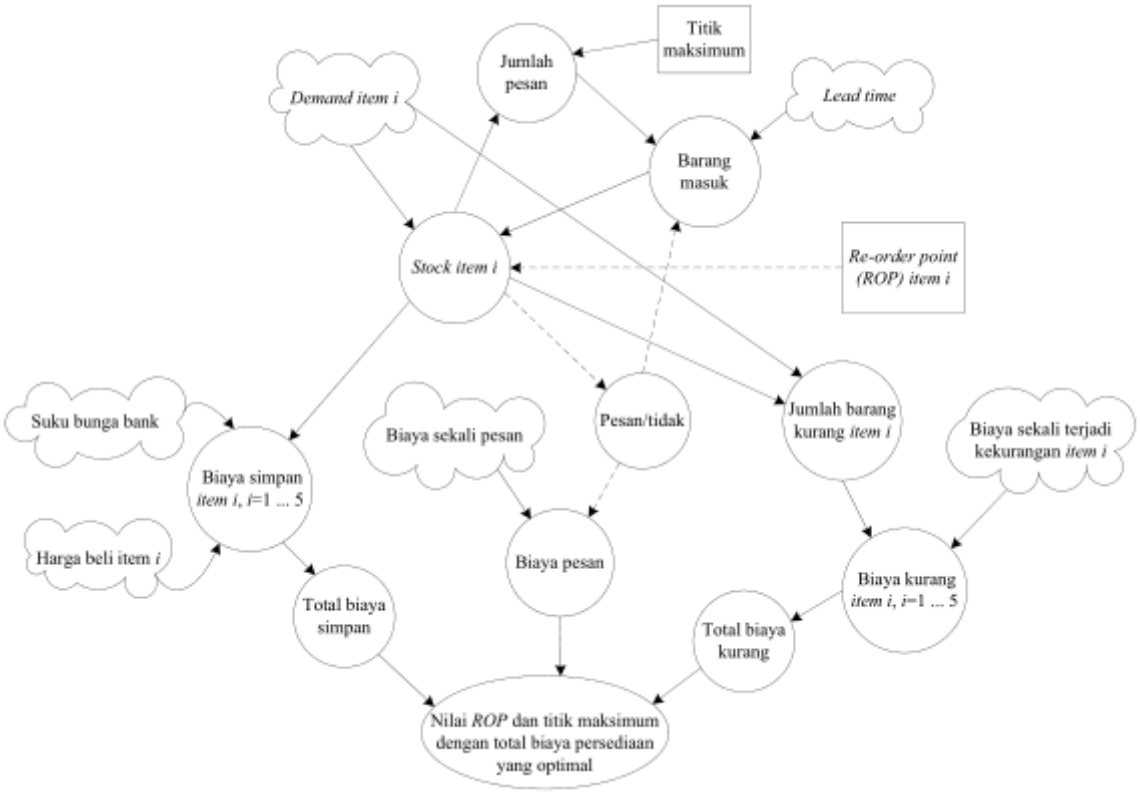
Ketidakefektifan sistem persediaan dapat dilihat dari data masa lalu selama periode Juni 2012 hingga Desember 2013. Pada bulan Mei 2013 terjadi pemesanan item *V-ring* pada saat jumlah *stock* sebanyak 286 *pcs* dengan jumlah pemesanan 295 *pcs*. Pada bulan Juli 2013 ketika *stock* item *Roller Glue* sebanyak 103 *pcs* dilakukan jumlah pemesanan 70 *pcs*.

Contoh tersebut menunjukan bahwa tidak ada kebijakan dalam penentuan *re-order point* dan jumlah pesan untuk setiap kali *order*. Aturan selama ini untuk setiap kali melakukan *order* harus dilakukan penghitungan jumlah pesan. Kebijakan penentuan jumlah pesan akan berubah mengikuti kepala divisi bagian teknik sebagai pemegang keputusan. Ketidakpastian atas acuan rumus dalam penghitungan jumlah pesan juga menjadikan sistem persediaan menjadi tidak efektif.

Harapan dari *user* teknik sebagai pihak yang membutuhkan *support* sistem persediaan *consumablepart* kepada pihak logistik adalah terdapatnya acuan nilai *re-order point* dan jumlah pesan sehinggasistem persediaan oleh pihak logistik bisa diwujudkan.

Influence Diagram

Influence diagram atau diagram pengaruh dibuat untuk perancangan model sehingga seluruhvariabel keputusan suatu sistem terdeskripsi jelas. Gambar 1. dan Gambar 2. menjelaskan rancangan model pada penelitian ini.

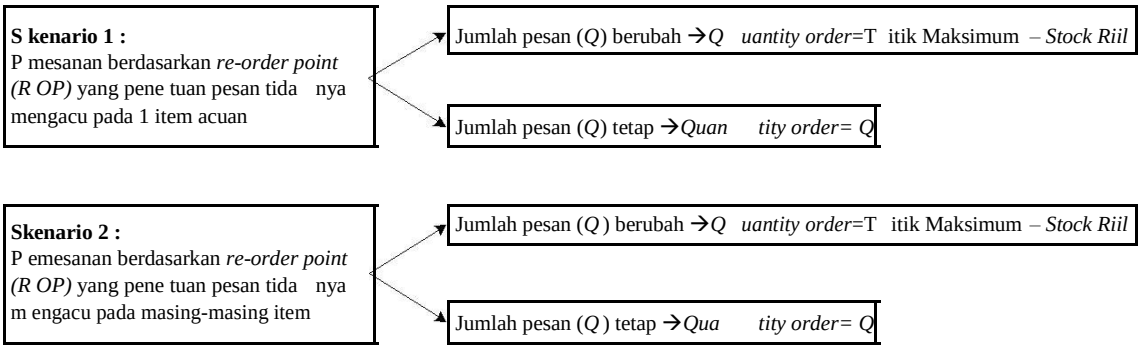


Gambar 1. *Influence Diagram* Sistem Persediaan dengan Jumlah Pesan Berubah

Gambar 2. *Influence Diagram* S istem Persediaan dengan Ju mlah Pesan Tetap

Skenario dan Sub Skenario

Skenario bertujuan untuk memperoleh kebijakan pemesanan yang mendekati optimal. Pengembangan skenario disesuaikan dengan kondisi yang mungkin bisa terjadi di lapangan. Pada Gambar 3. dijelaskan skenario yang dipakai pada penelitian ini.



Gambar 3. Skenario dan Sub Skenario Pemesanan *Consumable Part*

HAS IL DAN PEM
BAHASAN Mene ntukan
Pemesanan

Proses pemesanan dilakukan sesuai dengan skenario masing-masing. Secara umum pesan atau tidaknya berdasarkan nilai *re-order point* (R OP), tetapi terdapat perbedaan pada jumlah pesan dan item yang dijadikan acuan. Jumlah pesan dibedakan menjadi dua yaitu, jumlah pesan tetap dan jumlah pesanan berubah. Jumlah pesan tetap merupakan jumlah pesan yang besarnya nilai jumlah pesan tidak berubah setiap kali melakukan pemesanan. Sedangkan jumlah pesan berubah diperoleh dari selisih

titik maksimum dengan *stock riil* di gudang.

Dari item acuan yang digunakan sebagai dasar pemesanan dibagi menjadi dua, ROP dengan 1 item acuan dan ROP masing-masing item. Pemesanan *Roller Glue, V-ring, Timing Belt 1700 T5 6, Timing Belt900 T 5 6* dan *Timing Belt 815 T 5 6* berdasarROP item acuan *V-ring*,referensi ROPini diambilkarena dari *consumablepart* adalah *V-ring* yang memiliki frekuensi pemakaian tertinggi. Skenario 1 item acuan dipakai karena semua *consumable part* didatangkan dari *supplier* yang sama.

Tabel 1. Tabel Contoh Pemesanan

Hari ke	pemakaian	Stock	stock riil di gudang	pesan / tidak	jumlah pesan	lead time	barang masuk	biaya simpan
0		397	397					
1	1	396	396	1	603	82	0	1.980
2	0	396	396	0	0	81	0	1.980
3	2	394	394	0	0	80	0	1.970
4	4	390	390	0	0	79	0	1.950
5	1	389	389	0	0	78	0	1.945
81	4	227	227	0	0	2	0	1.135
82	2	225	225	0	0	1	0	1.125
83	4	221	221	0	0	0	603	1.105
84	2	822	822	0	0	0	0	4.110

Tabel 1. merupakan contoh simulasi item *V-ring* skenario ROP 1 item acuan dengan nilai ROP 450 *pcs* dan titik maksimum 1 00 *pcs*. Kolom pesan atau tidak menje laskan ada tidaknya pemesanan, angka "1" jika ada pemesanan. Saat hari pertama ketika *stock riil* di gud ang kurang dari batas RO maka dilakukan pemesanan sejumlah 603 *pcs*. Jumlah pesan 603 *pcs* adalah selisih dari titik maksimum dengn *stock riil* hari kemarin.

Lead time kedatangan barang akan muncul ketika ada pemesanan (pesan/tidak=1) dan tidak diperbolehkan melakukan pemesanan kembali ketika barang dari pemsanan periode berikutnya belum datang. Kolom *random lead time* akan memunculkan nilai dari hasil distribusi *lead time* karena data masa lalu mencatat bahan *lead time* kedatangan barang bersifat tidak periodik. Nilai *leadtime* akan dihitung mundur pada kolom *lead time*, saat pemesanan hari pertama muncul nilai *lead time* 82 hari dan berakhir pada hari ke 82 tepat saat perhitungan mundur menunjukkan angka 1.

Barang masuk muncul sesuai *lead time* kedatangan barang pada hari ke 83 sejumlah 603 *pcs*. Jumlah barang masuk hari ke 83 akan menambah total *stock riil* digudang hari ke 84 dikurangi penggunaan hari itu, maka *stock riil* di gudang hari ke 84 menjadi 822 *pcs*.

Biaya simpan akan dihitung dari jumlah *stock riil* di gudang dikali dengan biaya simpan per *cs* per item. Setiap kali pemesanan akan menimbulkan biaya pesan yang dihitung pada penghitungan multi item.

Menghitung Jumlah Kurang

Pada sistem dimungkinan adanya kekurangan *stock* karena *lead time* yang tidak menentu. Perhitungan jumlah kurang ditampilkan pada Tabel 2. saat hari ke 1418 sejumlah permintaan pemakaian yaitu 10 *pcs*. Dijelaskan pada kolom kekurangan aktual dari 1 sampai 9 merupakan kekurangan aktual per mesin produksi. Selama masih ada permintaan pemakaian dan belum ada barang masuk, maka jumlah kekurangan akan diakumulasikan hingga ada barang masuk. Kekurangan yang diakumulasikan sebagai total kerugian yang ditimbulkan ketika terjadi kekurangan.

Tabel 2. Tabel Penghit ngan Kurang

Hari ke	pemakaian	Stock	stock riil di gudang	barang masuk	kekurangan aktual									total kekurangan aktual	biaya kurang
					1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0		397	397												
1	3	394	394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	394	394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	392	392	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	12	380	380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4	376	376	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1416	4	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1417	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1418	10	-10	0	0	2	2	0	0	0	0	3	3	0	10	500.000
1419	7	-17	0	0	2	2	0	0	2	0	3	6	2	17	850.000
1420	0	-17	0	0	2	2	0	0	2	0	3	6	2	17	850.000
1421	5	-22	0	0	2	2	2	0	2	0	3	9	2	22	1.100.000
1422	9	-31	0	0	4	2	4	0	4	0	6	9	2	31	1.550.000
1423	0	-31	0	359	4	2	4	0	4	0	6	9	2	31	1.550.000
1424	0	328	328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pada hari ke 1423 terdapat barang masuk sejumlah 359 *pcs*, Dengan total kekurangan yang terjadi sampai hari ke 1423 adalah 31 *pcs.* Jumlah barang masuk dan total kekurangan menjadikan per bahan pada total *stock riil* di gudang pada hari ke 1424 sebanyak 328 *pcs*.

Biaya kurang sebagai total kerugian yang harus ditanggung atas kekurangan *V-ring* dihitung dari jumlah kurang per hari dikalikan biaya kurang per *pcs* per item.

Multi item

Biaya pesan menjadi indikasi multi item pada penghitungan simulasi untuk pemesanan *RollerGlue, V-ring , Timing Belt 1700 T5 6, Timing Belt 900 T5 6* dan *Timing Belt 815 T5 6* . Pada Tabel 3.dapat dilihat contoh penghitungan jumlah total biaya persediaan *V-ring* untuk skenario ROP 1 item acuan.

Tab el 3. Tabel M ulti Item

Hari ke	Pesan / tidak					Biaya pesan	Biaya simpan + Biaya kurang					Total biaya persediaan
	Roller Glue	V-Ring	Timing Belt 1700	Timing Belt 900	Timing Belt 815		Roller Glue	V-Ring	Timing Belt 1700	Timing Belt 900	Timing Belt 815	
1	1	1	1	1	1	5.410	1.014	1.970	3.422	2.112	2.312	16.240
2	0	0	0	0	0	0	1.014	1.945	3.422	2.112	2.312	10.805
3	0	0	0	0	0	0	1.014	1.945	3.422	2.112	2.312	10.805
1457	0	0	0	0	0	0	7.254	2.745	4.956	3.597	1.870	20.422
1458	0	0	0	0	0	0	7.254	2.720	4.956	3.597	1.870	20.397
1459	0	0	0	0	0	0	7.228	2.705	4.956	3.564	1.870	20.323
1460	0	0	0	0	0	0	7.202	2.695	4.956	3.564	1.870	20.287
												32.292.979

Hasil Simulasi

Tahap terakhir adalah memilih scenario yang terbaik sesuai tujuan penelitian yaitu penentuan nilai ROP dan jumlah pesan dengan total biaya persediaan yang optimal. Pada tabel 4 dibandingkan nilai rata-rata replikasi antar scenario antar item

Tabel 4. Hasil Si mulasi Pemesa nan *Consumable Part*

Skenario		*Item Consumable Part*				
ROP 1 item acuan		**V-Ring**	**Roller Glue**	**Timing Belt 1700 T5 6**	**Timing Belt 900 T5 6**	**Timing Belt 815 T5 6**
Jumlah Pesan Berubah	Titik Maksimum	1000	400	155	27	18
	ROP	450	-	-	-	-
	Rata-rata replikasi	4.164.569	18.549.386	8.241.494	3.798.997	3.343.832
Jumlah Pesan Tetap	Qty Order	500	200	90	20	15
	ROP	500	-	-	-	-
	Rata-rata replikasi	4.090.191	24.458.257	16.310.141	3.774.324	2.873.911
ROP masing-masing item						
Jumlah Pesan Berubah	Titik Maksimum	525	4000	550	150	150
	ROP	120	3000	250	20	30
	Rata-rata replikasi	15.677.156	21.144.893	23.918.398	3.678.871	4.047.825
Jumlah Pesan Tetap	Qty Order	3000	1000	275	125	100
	ROP	2000	400	200	30	30
	Rata-rata replikasi	19.336.017	34.121.720	21.405.440	3.878.569	3.205.311

Tabel 5. Hasil Penghitungan Total Biaya Persediaan

Skenario	ROP 1 item acuan		ROP masing-m asing item	
	Jumlah Pesan Berubah	Jumlah Pesan Tetap	Jumlah Pesan Berubah	Jumlah Pesa Tetap
Total biaya persediaan	45.20 .450	72.521.320	83.2 66.125	361.881.510

Berda sarkan penghitungan total biaya persediaan pada Tabel 5., terpilih skenario pemesanan berdasarkan ROP satu item acu an dengan ju lah pesan berubah sebagai skenario paling optimal.

KESIMPULAN

Berdasarka analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa skenario terbaik adalah skenario pemesanan berdasar ROP satu item acuan dengan jumlah pesan berubah. S kenario ini sebagai usulan untuk mengatasi masalah persediaan pada PT. X. Pemesanan keseluruhan *consumable part* untuk PT. X sebaiknya dilakukan bersamaan ketika stock *V-ring* mendekati nilai 45 0 *pcs* agar mampu meminimalkan terjadinya kekurangan *stock*. Dengan menerapkan nilai acuan ROP dan titik maksimum setiap item maka sistem persediaan PT. X diharapkan bisa efektif dalam menjaga ketersediaan *stock consumable part*.

DAFTAR PUSTAKA

Law, A.M., dan Kelton, W.D. (2000). *Simulation Modelling and Analysis* (Ed. 3). New York: McGraw-Hill Companies Inc.

Rahman, Arif, Bambang Indrayanti dan Novi Tria Susanti. (2012). Simulasi Sistem Persediaan Spare Part Dengan Pendekatan *Compound Poisson Process*. (Jurnal). Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, Malang.

Siswanto. (1985). Persediaan Model dan Analisis. Yogyakarta: Andi Offset.

ANALISIS PERSEDIAAN BARANG MULTI ITEM DENGAN *DEMAND* DAN *LEADTIME* PROBABILISTIK DAN KAPASITAS GUDANG TERBATAS

Daniel Wahyu Perbawa, Slamet Setio Wigati
Program StudiTeknikIndustri, FakultasTeknologiIndustri, UniversitasAtma Jaya Yogyakarta,
Jl. Babarsari 43 Yogyakarta, Indonesia, +62274487711
daniel_dwp@yahoo.co.id, yayan@mail.uajy.ac.id

ABSTRAKS
Penelitian dilakukan di salah satu perusahaan yang bergerak di bidang penjualan obat batik yang mempunyai area penjualan di seluruh DIY dan Jawa Tengah. Perusahaan tersebut menjual berbagai variasi jenis obat dan warna (multi item). Kebijakan pemesanan barang dalam perusahaan tersebut belum dimiliki sehingga seringkali terjadi penumpukan (overstock) untuk item tertentu dan kekurangan (stockout) untuk item yang lain. Waktu kedatangan barang (lead time) yang telah dipesan bersifat probabilistik, karena tergantung dari ekpedisi yang dilakukan oleh suplier. Jumlah pembeli maupun permintaan barang dari setiap pembeli juga bersifat probabilistik. Gudang yang dimiliki oleh perusahaan mempunyai kapasitas yang terbatas. Jumlah dan kapan pemesanan yang dilakukan oleh perusahaan akan ditentukan agar biaya persediaan minimum. Total biaya persediaan merupakan jumlah biaya pesan, biaya simpan. Biaya pesan dikenakan untuk satu kali pemesanan meskipun jumlah item yang dipesan lebih dari satu. Penelitian ini menggunakan model simulasi dengan software Microsoft Excel 2010 untuk menganalisis permasalahan yang terjadi.

Kata kunci : *sistem persediaan multi item, minimasi biaya persediaan, metode simulasi*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Persaingan dalam dunia perdagangan saat ini sangatlah ketat sehingga para pengusaha membangun suatu sistem yang efektif dan efisien agar bisa tetap bersaing dalam pasar. Persediaan merupakan suatu aktiva yang meliputi barang – barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha yang normal, atau persediaan barang – barang yang masih dalam pengerjaan atau proses produksi, ataupun persediaan barang baku yang menunggu penggunaanya dalam suatu proses produksi (Assauri, 1993).

Penelitian ini berobjek di salah satu perusahaan obat batik yang berada di Jawa Tengah (PT. X). Pada awal berdirinya PT.X mensuplai pengusaha batik kelas bawah hingga saat ini bisa sampai mensuplai pabrik-pabrik pembuat batik. Perkembangan penjualan obat batik membuat PT.X membuat gudang yang lebih besar. Area pemasaran PT.X meliputi Jawa Tengah, DIY dan Jawa Timur. PT. X membeli obat batik dari perusahaan berada di Jakarta. Waktu kedatangan barang juga tidak dapat dipastikan atau bersifat *probabilistik* dikarenakan tidak setiap hari dari pabrik pembuat obat batik (suplier) melakukan pengiriman.

Kebijakan pemesanan barang dalam perusahaan tersebut belum dimiliki sehingga seringkali terjadi penumpukan (*overstock*) dan kekurangan (*stockout*). Ketika terjadi *stokout* dan ada demand pada saat ini pelangan melakukan *indent*. Pesaing yang mulai bermunculan bisa mengancam kehilangan pelanggan yang tidak terpenuhi kebutuhannya.

Masalah sistem persediaan pada PT.X akan diselesaikan dengan metode simulasi menggunakan *software Microsoft Excel* mengingat kondisi jumlah permintaan dan leadtime kedatangan barang bersifat probabilistik. Metode simulasi ini sebagai alat bantu yang akan memberikan landasan bagi keputusan yang akan diambil sebagai hasil atas skenario terbaik

Penggunaan metode simulasi untuk menyelesaikan masalah persediaan telah banyak dilakukan, diantaranya adalah pengendalian persediaan mengunakan simulasi berbasis speadsheet yang dilakukan oleh Arief dan Aji (2012); dan penelitian yang dilakukan oleh Wigati (2011) pada persediaan roti yang dijual dalam dua tahap penjualan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah belum adanya kebijakan pemesanan barang yang dapat memenuhi permintaan konsumen, tidak melebihi kapasitas gudang yang ada, dan melakukan pembelian yang terkontrol dengan jumlah pemesanan yang optimal.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan kapan waktu pemesanan item dan berapa jumlah pemesanan untuk mendapatkan biaya total yang minimum dan tidak terjadi kekurangan stok dengan kapasitas gudang yang terbatas.

Batasan Masalah

a. Data yang digunakan adalah data periode 2011 - Maret2013, diantaranya data pemasukan obat batik, data pengeluaran obat batik, daftar harga jual dan harga beli obat batik, dan data lead time.
b. Kapasitas gudang hanya berdasarkan hitungan dari PT.X.
c. Penyelesaian dengan simulasi menggunakan *Microsoft Excel* karena kompleksitas sistem yang ditinjau.

METODOLOGI

Simulasi merupakan teknik yang biasanya digunakan pada penelitian operasional dan manajemen teknik. Simulasi sangat berguna terutama untuk masalah yang probabilistik, yang secara umum sangat sulit untuk diselesaikan dengan model matematis (Kelton, 2000). Adapun langkah-langkah untuk membuat simulasi dalam penelitian ini:

a. Menentukan distribusi jumlah pembeli, dan kuantitas pembelian.
b. Merancang *influence diagram* sebagai dasar pembuatan model simulasi.
c. Membuat model simulasi.
d. Melakukan verifikasi model agar model yang dibuat sesuai dengan rancangan yang diharapkan.
e. Melakukan validasi agar diketahui apakah model tersebut telah mewakili sistem yang sudah ada.
f. Menentukan skenario dan sub skenario.
g. Melakukan simulasi dan replikasi serta menentukan jumlah replikasi minimum.
h. Memilih skenario terbaik.

ANALISIS

Deskripsi Sistem

Pada saat ini PT X belum memiliki kebijakan persediaan sehingga mengakibatkan persediaan yang ada belum efektif. Ketidakefektifan persediaan terlihat dari data masa lalu, misalnya untuk salah satu item (IT 1) tidak pernah mengalami stokout pada tahun 2012 sampai 2013 dan cenderung mempunyai stok yang bisa sampai 166 pcs, padahal rata-rata permintaan item per bulan untuk item tersebut sebesar 39 pcs. Sedangkan untuk item yang lain (IT 4) masih mengalami kekurangan pada tahun 2013.

Waktu pemesanan ke suplier saat ini hanya berdasarkan pengalaman saja padahal *leadtime* kedatangan barang bersifat probabilistik atau tidak dapat dipastikan. Jumlah pemesanan item ke suplier tidak menentu hal ini hanya menggunakan perkiraan. Permintaan konsumen pada setiap item dalam satu hari bisa lebih dari satu konsumen untuk dengan permintaan yang bersifat probabilistik. Setiap item belum tentu keluar setiap harinya bahkan seperti salah satu item (IT22) pernah pada bulan Desember 2012 tidak ada permintaan sama sekali.

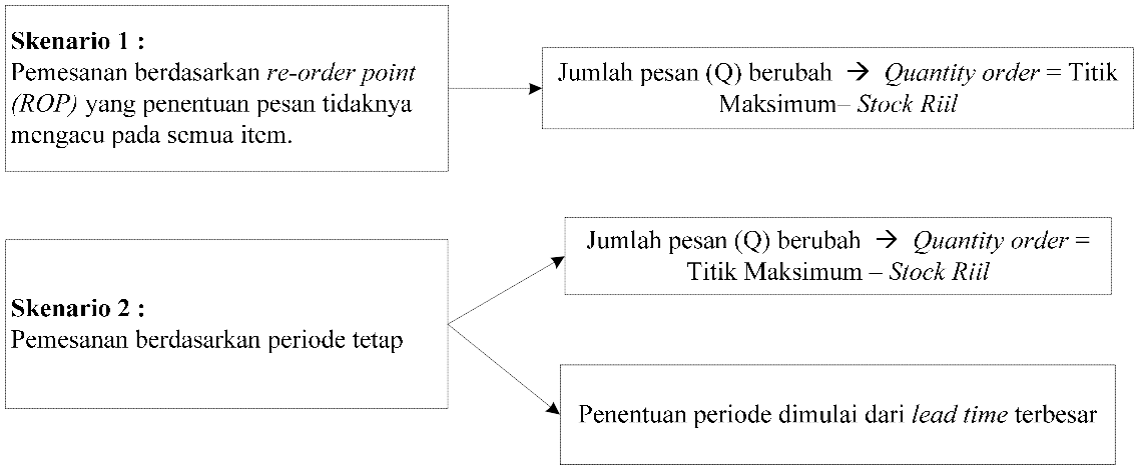
Seiring dengan pertambahan konsumen dan seringnya terjadi kekurangan stok membuat pemilik perusahaan membangun gudang baru yang lebih besar untuk mengantikan gudang yang lama. Gudang yang baru membuat persediaan dinaikkan untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan.

Owner berharap mempunyai sistem persediaan yang baik sehingga mengetahui kapan harus memesan, beberapa jumlah pesan dengan mempertimbangkan kapasitas gudang yang baru. Dengan adanya sistem persediaan yang baik owner berharap *stokout* dapat dihilangkan.

Skenario dan Sub Skenario

Skenario bertujuan untuk memperoleh kebijakan pemesanan yang mendekati optimal. Pengembangan skenario disesuaikan dengan kondisi yang mungkin bisa terjadi di lapangan. Pada penelitian ini dikembangkan 2 skenario:

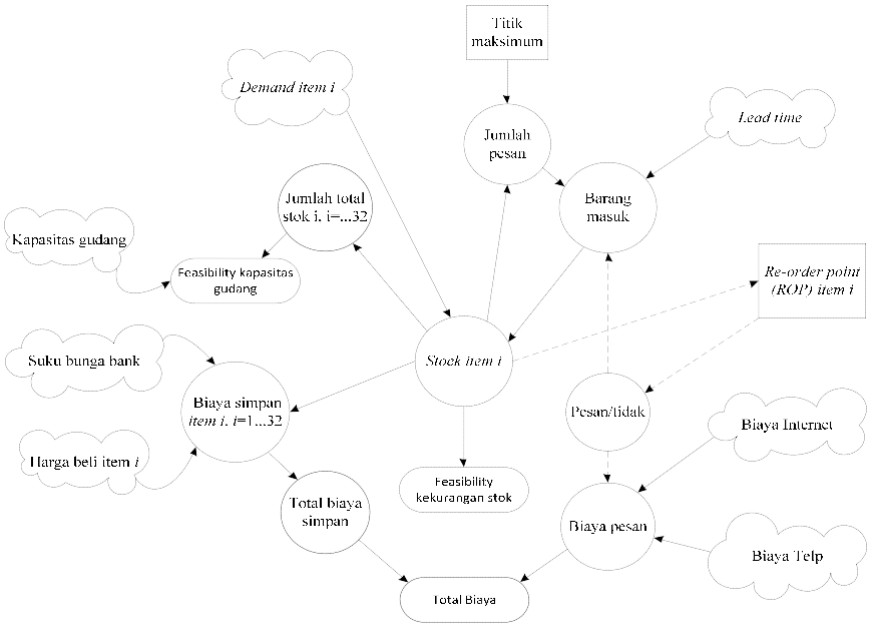
a. Skenario 1, pada skenario ini akan ditentukan Reorder point (ROP) untuk semua item. Jika stok pada salah satu item sudah kurang dari atau sama dengan ROP maka akan dilakukan pemesanan untuk item yang mempunyai stok kurang dari titik maksimum dengan jumlah pesan sama dengan titik maksimum dikurangi stok yang ada. ROP dan titik maksimum diubah sampai tidak terjadi kekurangan stok dan memberikan total biaya minimum.
b. Skenario 2, pemesanan dilakukan dengan periode tetap. Jika pada periode tersebut semua item yang mempunyai stok kurang dari titik maksimum dengan jumlah pesan sama dengan titik maksimum dikurangi stok yang ada. Titik maksimum diubah sampai tidak terjadikekurangan stok. Periode pesan diubah untuk menentukan nilai yang memberikan total biaya termurah.



Gambar 1. Skenario dan Sub Skenario Pemesanan Obat batik

Influence Diagram

Influence diagram dibuat sebagai dasar untuk membuat model matematis dalam model simulasi.



Gambar 2. *Influence Diagram* Sistem Persediaan pada skenario 1

Gambar 3. *Influence Diagram* Sistem Persediaan pada skenario 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan jumlah pelangan dan banyak jumlah beli

Pada Tabel 1 dibangkitkan data ada tidaknya pembeli, jumlah pembeli, jumlah item yang dibeli oleh setiap pembeli dimana dibangkitkan dari bilangan random dan probabilitas setiap data yang ada.

Tabel 1. Model simulasi pembelian barang item 1

hari	ada/tdk pembeli	jumlah pembeli	jumlah beli 1	jumlah beli 2	jumlah beli 3	stok
						78
1	0	0	0	0	0	78
2	0	0	0	0	0	78
359	1	1	12	0	0	78
360	0	0	0	0	0	78
361	0	0	0	0	0	78
362	1	1	5	0	0	85
363	1	1	1	0	0	84

Pengecekan Keseluruhan Stok Setiap Item

Tabel 2 merupakan link dari jumlah setiap kekurangan dari setiap item. Setiap item telah dilakukan pengecekan apakah terdapat kekurangan. Setiap item telah dilakukan dan dicek sebanyak 100 kali

Tabel 2.Kekurangan setiap item

ITEM	KURANG	ITEM	KURANG	ITEM	KURANG	ITEM	KURANG
IT1	0	IT9	0	IT17	0	IT25	0
IT2	0	IT10	0	IT18	0	IT26	0
IT3	0	IT11	0	IT19	0	IT27	0
IT4	0	IT12	0	IT20	0	IT28	0
IT5	0	IT13	0	IT21	0	IT29	0
IT6	0	IT14	0	IT22	0	IT30	0
IT7	0	IT15	0	IT23	0	IT31	0
IT8	0	IT16	0	IT24	0	IT32	0

Pengecekan kapasitas gudang

Pengecekan kapasitas gudang dilihat dari stok gudangsetiap harinya yang dijumlahkan menjadi satu kemudian dilihat nilai maksimal apakah melebihi nilai kapasitas gudang atau tidak. Pengecekan kapasitas gudang terlihat seperti pada Tabel 3

Tabel 3. Pengecekan kapasitas gudang

HARI	IT1	IT2	IT3	IT4	IT31	IT32	SUM
1	78	33	112	10	36	8	692
2	78	31	112	8	36	8	683
3	78	31	112	8	36	8	682
4	76	46	112	10	44	8	892
5	76	44	112	10	44	4	881
362	79	34	73	12	44	8	769
363	90	38	75	12	44	8	817
364	88	38	74	12	44	8	806
365	88	38	74	12	44	8	803
						MAX	895

Total Biaya

Total biaya dihitung dari penjumlahan total biaya simpan dan total biaya pesan. Tabel 4 merupakan hasil replikasi total biaya dari setiap scenario. Skenario yang mempunyai total biaya paling sedikit adalah skenario menggunakan ROP dengan mengacu pemesan pada semua item.

Tabel 4. Perbandingan hasil sekenario

SKENARIO		TOTAL BIAYA ASIL REPLIKASI
ROP		71818079.61
PERIODE TETAP	LEAD TIME	
	4 HARI	75983564.45
	5 HARI	76754999.97
	6 HARI	77819362.57

KESIMPULAN

Hasil yang direkomendasikan untuk sistem persediaan PT. X menggunakan re-*order point*, dengan mangacu pemesanan pada semua item. Pada skenario ini menentukan variabel titik maksimum yang nantinya menjadi acuan pesan ketika kurang dari nilai tersebut. Hal ini dikarenkan mempunyai total biaya minimum dan telah dilakukan pengecekan tidak mempunyai nilai stok yang negatif. Total biaya pada skenario yang dipilih tidak dapat dibandingkan dengan sistem yang riil hal ini dikarenakan karena pada sistem yang riil masih terdapat *stockout* dan kapasitas gudang pada sistem riil lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

Assauri S., (1980), Manajemen Produksi, Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Law A.M. dan Kelton W.D., (2000), *Simulation Modelling and Analysis* (Ed. 3), New York : McGraw-Hill Companies Inc.

Arief S. dan Aji T. (2013). Pengendaian Persediaan Menggunakan Simulasi Berbasis Spreadsheet.

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

Wigati S.S. (2011). Perencanaaan Persediaan Single Period Dua Tahap untuk Deteriorating Item. Prosiding Seminar Nasional Ritektra 2011, Universitas Katolik Atma Jaya, Jakarta

PERANAN KEPERCAYAAN INDIVIDU DAN DUKUNGAN LINGKUNGAN DALAM MEMBANGKITKAN DAYA KREATIVITAS (Studi Kasus : Mahasiswa Peserta Mata Kuliah Manajemen Inovasi Program Studi Teknik Industri UNISBA)

Aviasti
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung
Jl. Tamansari No. 1 Bandung, 40116
Telp. 0222-4203368 ext. 139
Email: Aviasti82@gmail.com

ABSTRAKS
Tantangan pembangunan industri berkelanjutan pada saat ini tidak terlepas dari tantangan inovasi yang dibutuhkan para pelaku industri, terutama inovasi di bidang teknologi produksi. Untuk menumbuhkan inovasi, maka diperlukan berkembangnya ide kreatif, keberanian untuk berpikir diluar kebiasaan, serta semangat untuk melakukan perubahan. Ide-ide kreatif diharapkan dapat muncul untuk pengembangan inovasi sehingga akan mampu melahirkan kesempatan berusaha dan kesempatan kerja yaitu dengan berkembangnya perusahaan-perusahaan pemula yang inovatif ke depan serta berkelanjutan.Kreativitas yang muncul sangat dipengaruhi oleh kepercayaan individu dan dukungan dari lingkungan di sekitarnya. Mahasiswa dalam hal ini mahasiswa Program Studi Teknik Industri sebagai generasi penerus yang akan menjadi pelaku industri nantinya,berperan penting dalam upaya mengembangkan inovasi tersebut. Salah satu mata kuliah yang terdapat pada Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Bandung adalah Manajemen Inovasi dimana salah satu tujuannya adalah membangkitkan daya kreativitas mahasiswa, sehingga dapat melahirkan gagasan dalam membuat produk yang inovatif. Berdasarkan hal tersebut penulis tertarik untuk meneliti mengenai peranan kepercayaan individu dan dukungan lingkungan dalam membangkitkan daya kreativitas. Penelitian dilakukan dalam 5 tahun akademik, untuk setiap angkatan yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan kepercayaan individu dapat diungkit oleh dukungan lingkungan sehingga ide-ide kreatif dapat muncul secara baik.

***Kata kunci**: Inovasi, Kreativitas, Kepercayaan Individu, Lingkungan*

PENDAHULUAN

Pembangunan industri merupakan bagian dari pembangunan nasional, sehingga seluruh aktivitas pembangunan industri harus mampu memberikan sumbangan yang berarti terhadap pembangunan ekonomi, budaya, maupun sosial politik. Pembangunan industri secara berkelanjutan akan membentuk landasan ekonomi yang kuat berupa stabilitas ekonomi makro, iklim usaha dan investasi yang sehat. Kebijakan dalam pembangunan industri diarahkan untuk menjawab tantangan globalisasi ekonomi dunia serta mampu mengantisipasi perubahan lingkungan yang cepat. Esensi daya saing yang berkelanjutan terletak pada upaya menggerakkan dan mengorganisasikan seluruh potensi sumber daya produktif untuk menghasilkan produk inovatif yang lebih murah, lebih baik, dan lebih mudah di dapat. Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pembangunan industri berkelanjutan adalah target yang ingin dicapai harus mampu mensejahterakan masyarakat tanpa harus mengorbankan generasi yang akan datang. Pembangunan industri yang tidak memperhatikan konsep tersebut akan membawa dampak negatif yang cukup fatal, yaitu terkurasnya sumber daya alam yang kian menipis

Tantangan pembangunan industri berkelanjutan pada saat ini tidak terlepas dari tantangan inovasi yang dibutuhkan para pelaku industri, terutama inovasi di bidang teknologi produksi yang ramah lingkungan (*green technology*). Dalam upaya mengembangkan inovasi tersebut, diperlukan berkembangnya ide kreatif, keberanian untuk berpikir diluar kebiasaan, serta semangat untuk melakukan perubahan. Keberanian dan semangat untuk melakukan sesuatu di luar kebiasaan biasanya terdapat pada generasi muda. Peran generasi muda menjadi penting dalam pengembangan inovasi sehingga akan mampu melahirkan kesempatan berusaha dan kesempatan kerja yaitu dengan berkembangnya perusahaan-perusahaan pemula yang inovatif ke depan serta berkelanjutan. Mahasiswa sebagai salah satu bagian dari generasi muda mempunyai andil untuk melahirkan ide-ide yang kreatif dan inovatif. Padahal di sisi lain tidak semua mahasiswa mempunyai kepercayaan diri dalam melahirkan ide-ide yang kreatif dan inovatif, atau sebaliknya mahasiswa mempunyai kepercayaan diri yang cukup tinggi tetapi lingkungan sekitar tidak mendukung terjadinya proses kreativitas. Berdasarkan hal tersebut, maka

peneliti mempunyai pemikiran bagaimana peranan kepercayaan individu dalam hal ini mahasiswa dan dukungan lingkungan dapat membangkitkan daya kreativitas.

TINJAUAN PUSTAKA

Inovasi

Persaingan yang semakin ketat dalam pembuatan suatu produk, sudah barang tentu memerlukan kerja keras bagi pihak perusahaan agar produk yang dibuat dapat diterima konsumen. Salah satu cara yang dilakukan perusahaan untuk mengatasi hal tersebut adalah melakukan inovasi baik terhadap produk atau prosesnya. Beberapa orang pakar mendefinisikan inovasi sebagai berikut:

Alan Barker dalam buku *" The Alchemy of innovation"* (2002:1-2) memberi beberapa pengertian inovasi sebagai berikut:

"Making new or making something new procee of creating, and also the creation itself."
"Process of introducing new products".
"The method by which such new products are created"
" Innovation is creating new sources of customers satisfication"

Carl Franklin (2003:37) mendefinisikan inovasi sebagai berikut:

"*Innovation is the ability to deliver new value to a customers."*
"Innovation is a process, involving multiple activities, performed by multiple actors from one or several organization, during which new combination of means and/or ends, which are new for a creating and/or adopting unit, are developed and/or produced and/or implemented and/or transferred to old and/or new market partners."

Sedangkan Peter F. Drucker (1985) dalam *buku Innovation and Entrepreneurship- Practice and Principles* mengemukakan inovasi sebagi berikut:

"Its (innovations's) criterion is not science or technology, but a chane in the economic or social environment, a change in the behaviour of people as consumers or producers, as citizens, as tudents or as teachers and so on. Innovation creates new wealth or newpotential for action rather than new knowledge."

Memperhatikan definisi-definisi di atas maka inovasi dapat didefinisikan sebagai suatu perubahan (ide besar) dalam sekumpulan informasi yang berhubungan diantara masukan dan luaran yang terkait dengan upaya meningkatkan atau memperbaiki sumber daya yang ada, memodifikasi untuk menjadikan sesuatu yang sudah ada lebih bernilai, dan atau menciptakan hal-hal baru yang berbeda. Inovasi merupakan proses yang bisa dipelajari, dikembangkan secara disiplin (*sistematic innovation*), menjadi ritual, dan terakhir terbentuk sebagai budaya. Dalam perusahaan/organisasi tanggung jawab inovasi tidak terletak pada satu departemen. Inovasi tidak hanya diterapkan pada perusahaan yang berteknologi tinggi, tetapi juga dapat berlaku pada usaha yang berteknologi rendah dan telah berjalan. Berdasarkan jenisnya inovasi terbagi menjadi dua jenis yaitu inovasi produk dan inovasi proses.

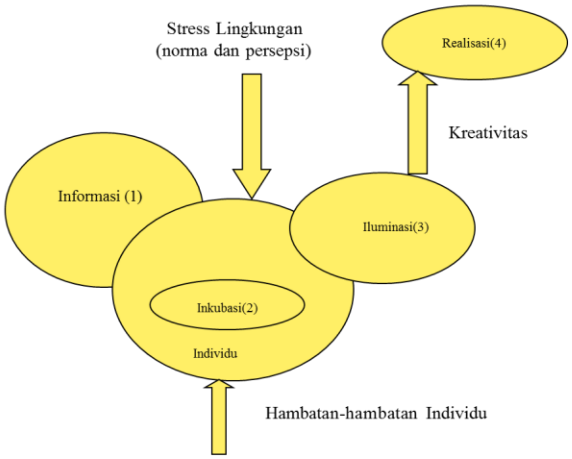
Inovasi sebagai suatu keunggulan bersaing didasarkan pada kreativitas yang didapatkan melalui proses alih teknologi dan pengelolaan kemitraan, sehingga dianggap sebagai fungsi penting dari bisnis setelah pemasaran. Hal ini didasarkan pada fakta dan data, bahwa pengembangan produk baru berbasis inovasi memberikan peluang tumbuh bagi perusahaan maupun para pengelolanya.

Kreativitas

Kreativitas sebagai faktor intelektual individu dicirikan oleh talenta, proses, produk dan pengakuan yang mampu menciptakan nilai tambah dari unsur tertentu pada peristiwa yang terjadi. Hal ini ditunjukkan oleh kemampuan meraih peluang (kapan, dimana dan apa) dan sekaligus keunggulan pada kondisi persaingan ketat, baik di tingkat individu maupun organisasi yang sifatnya bebas dan teratur (tanggung jawab dan komitmen).

Peneliti masalah kreativitas Mc. Pherson mendapatkan beberapa definisi dari kreativitas, diantaranya kreativitas adalah menghubungkan dan merangkai ulang pengetahuan di dalam pikiran-pikiran manusia yang membiarkan dirinya untuk berpikir secara lebih bebas dalam membangkitkan hal-hal baru. Pengertian lainnya adalah menyusun pengetahuan dari berbagai bidang pengalaman berlainan untuk menghasilkan ide-ide baru yang lebih baik. Dari beberapa pengertian yang telah diuraikan, dapat dikatakan bahwa kreativitas merupakan kumpulan dari ide-ide (pikiran bebas yang hidup pada individu, kelompok dan masyarakat), baik pengetahuan maupun pengalaman yang berada di dalam pikiran manusia (proses mental pada otak bagian kanan), yang kemudian diramu menjadi sesuatu hal kreatif yang berguna bagi diri sendiri, orang lain maupun organisasi pada kondisi yang kondusif maupun tidak.

Teresa Amabile (Amin Widjaja Tunggal: 44) seorang peneliti terkemuka membedakan kreativitas dan inovasi sebagai berikut:
"Creativity is the geberation of novel and appropriate idea. Innovation implement those ideas and thereby changes the order of things in the world.'
"Creativity is about breaking down prior assumptions and making new connections for new ideas. Innovation means taking new ideas and turning then into corporate and marketplace reality."
Memperhatikan definisi-definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa kreativitas adalah kemampuan dan kekuatan untuk mengembangkan ide-ide baru sedangkan inovasi adalah penggunaan ide-ide baru. Menurut Dorothy Leornad dan Walter Swap (2002), proses kreativitas mempunyai beberapa tahapan yaitu persiapan, kesempatan berinovasi, perbedaan, inkubasi dan persetujuan. Tahapan-tahapan tersebut dapat diintisarikan keterkaitannya seperti terlihat pada gambar 1 yang memperlihatkan model konseptual timbulnya kreativitas.



Gambar 1. Model konseptual timbulnya kreativitas

Kepercayaan Individu

Proses kreativitas erat kaitannya dengan faktor budaya, sikap dan perilaku dari individu, kelompok maupun organisasi di suatu tempat yang menyukai tantangan, pembelajaran dan perubahan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungannya dan bila perlu mengubah lingkungannya dengan cara-cara yang selalu baru dan berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa kreativitas sebagai penciptaan ide-ide baru membutuhkan individu kreatif yang mampu menghasilkan pemikiran kreatif dan orisinal untuk melakukan pembaharuan dalam suatu kegiatan pada situasi yang berlaku (Hubeis: 12).

Manusia pada dasarnya kreatif dan menciptakan pendekatan-pendekatan baru untuk memecahkan berbagai masalah dan tujuan, namun terkadang hanya beberapa orang saja yang dapat menumbuhkn kreativitas dalam dirinya dalam kondisi yang tidak didukung oleh lingkungannya. Maka dari itu dapat dinyatakan bahwa kreativitas adalah suatu pertimbangan subyektif dan berkonteks khusus tentang segala sesuatu yang baru, serta merupakan hasil dari perilaku secara individu maupun secara kolektif.

Mengembangkan kreativitas di tempat kerja dimulai dengan mengembangkan kreativitas individu-individu, lalu digabungkan ke dalam kelompok kerja untuk menghasilkan ide-ide baru yang didorong oleh motivasi, pemikiran dan percobaan individu-individu, serta kelompok yang berada di tempat kerjanya. Salah satu dari penyumbang terpenting kreativitas individu di tempat kerja adalah kepercayaan atau *sense of efficacy* dari individu di dalam mengekspresikan kemampuan-kemampuan kreatifnya. Hal lain yang dapat menyebabkan terhambatnya kreativitas adalah kepercayaan diri yang rendah, karena kreativitas adalah sumber daya yang terpendam yang perlu dilakukan secara sadar maupun di luar kesadaran.

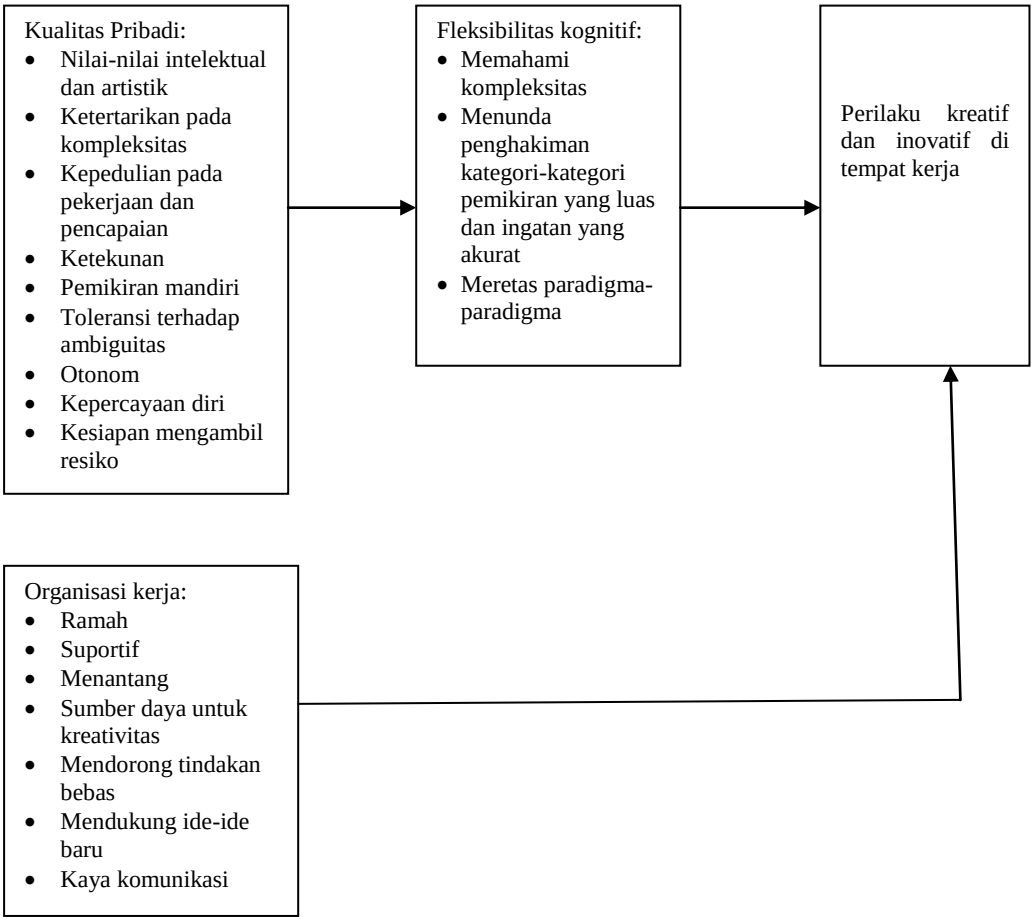
Hambatan-hambatan yang dialami individu dalam melakukan proses kreativitas adalah sebagai berikut:

1. Tekanan dari lingkungan
2. Emosional (individu) : rasa malu, obsesi/trauma

3. Kultural (kelompok) : berfikir stereotype, norma
4. Perseptual (kognitif): bagaimana mempersepsikan terhadap masalah.

Dukungan Lingkungan

Cara merangsang kreativitas di tempat kerja sangat dipengaruhi oleh lingkungan sosial dan psikologis terdekat dari individu tersebut. Dalam hal ini, bila iklim kerja mendukung kreativitas individu, maka secara otomatis dapat memberi kepuasan dan berdampak terhadap cara-cara kerja baru dan menciptakan lingkungan kerja positif, serta meningkatkan kepercayaan pada kreativitas lingkungan untuk mendukung sportivitas dan fleksibilitas. Oleh karena itu , organisasi perlu menyediakan sumber-sumber yang akan membantu penciptaan atau pembangkitan kreativitasyang sesuai dan mendorong tindakan bebas untuk memperlsancar kreativitas individu-individu yang bekerja di dalamnya. Suasana yang mendorong interaksi , otonomi individu dan pemunculan ide-ide baru akan melahirkan pencapaian kreativitas pada organisasi. Pada gambar 2 diperlihatkan ciri-ciri individu yang kreatif dan lingkungan kerjanya.



Gambar 2. Ciri-ciri individu kreatif dan lingkungannya (Hubeis: 25)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama 5 tahun akademik yaitu mulai tahun akademik 2008/2009 sampai dengan tahun akademik 2012/2013. Selama kurun waktu tersebut dilaksanakan penyebaran kuesioner terhadap seluruh mahasiswa peserta mata kuliah manajemen inovasi di Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Bandung, dan diberikan pada awal kuliah.

Kuesioner yang disebarkan ada dua jenis yang pertama untuk menilai kepercayaan individu terhadap kreativitas dan kue sioner yang kedua untuk menilai dukungan lingkungan terhadap proses kreativitas (Hubeis:2005). Bentuk kuesioner yang disebarkan ada dua jenis sebagai berikut:

1. Kuesioner untuk penilaian kepercayaan individu terhadap kreativitas yang terdiri dari 26 pertanyaan, dimana 19 pertanyaan menguraikan tentang ciri-ciri orang kreatif dan 7 pertanyaan mengenai ciri-ciri orang yang tidak kreatif.

2. Kuesioner untuk melihat seberapa sering rekan-rekan/lingkungan memberikan dorongan yang sportif untuk kreativitas, kuesioner ini terdiri dari 23 pertanyaan.

Setiap responden diminta untuk memberikan jawaban sesuai yang dirasakan, dengan cara melingkari angka yang sesuai menurut intensitas berikut :

A = Hampir tidak pernah
B = Jarang
C = Cukup sering
D = Sangat sering
E = Sepanjang waktu

Jawaban yang diberikan harus seobjektif mungkin karena kuesioner tersebut bertujuan untuk membantu membangkitkan kepercayaan dalam mendorong proses kreativitas.Analisis yang dilakukan terhadap hasil penyebaran kuesioner adalah analisis deskriptif.

PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan selama lima (5) tahun akademik terhadap peserta mata kuliah manajemen inovasi yang menjadi responden. Setiap responden mendapatkan dua jenis kuesioner untuk mengetahui peranan kepercayaan individu dan dukungan lingkungan dalam membangkitkan kreativitas. Pada tabel 1 diperlihatkan jumlah responden yang menjadi obyek penelitian sebagai berikut:

Tabel 1. Jumlah responden penelitian

No.	Tahun Akademik	Jumlah Responden
1.	2008/2009	21
2.	2009/2010	42
3.	2010/2011	25
4.	2011/2012	30
5.	2012/2013	30
Total		149

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner terhadap 149 responden diperoleh hasil seperti terlihat pada tabel 2, yang memperlihatkan persentase kepercayaan individu (mahasiswa) dan dukungan lingkungan terhadap peningkatan daya kreativitas.

Tabel 2. Hasil penyebaran kuesioner kreativitas

No.	Tahun Akademik	% Kepercayaan Individu						% Dukungan Lingkungan		
		Individu kreatif			Individu tak kreatif			Rendah	Cukup	Tinggi
		Rendah	Cukup	Tinggi	Rendah	Cukup	Tinggi			
1.	2008/2009	13,28	43,10	43,62	44,22	39,46	16,32	17,39	43,47	39,14
2.	2009/2010	18,30	38,97	42,73	42,18	41,16	16,66	23,29	39,75	36,96
3.	2010/2011	19,58	38,32	42,10	49,14	36,57	14,29	24,52	44,35	31,13
4.	2011/2012	16,84	44,56	38,60	45,24	32,86	21,90	21.30	43,77	34,93
5.	2012/2013	14,04	41,05	44,91	50,00	35,71	14,29	20,72	42,61	36,67
Rata-rata		**16,41**	**41,20**	**42,39**	**46,16**	**37,15**	**16,69**	**21,48**	**42,79**	**35,77**

Analisis Kepercayaan Individu Terhadap Kreativitas

Manusia merupakan mahluk yang paling dominan di muka bumi ini, karena mempunyai daya kreativitas yang luar biasa, mempunyai kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya dengan cepat dan mampu mengubah lingkungannya dengan cara yang baru dan berbeda. Terdapat perbedaan kecil dalam kreativitas diantara individu-individu, tetapi perbedaan kecil tersebut akan berdampak besar jika tidak dikenali, dimana dan kapan kreativitas diperlukan. Perubahan yang dilakukan oleh manusia dapat saja berakibat baik dan buruk terhadap lingkungannya, dan sangat tergantung dari tujuan si manusia itu sendiri untuk apa dia melakukan aktivitas tersebut. Sehingga menjadi sangat penting jika setiap individu percaya pada kemampuan kreatif diri sendiri, karena akan erat kaitannya dengan proses pengendalian diri dan rasa tanggung jawab terhadap akibat yang dihasilkan dari proses kreativitas yang dilakukan.

Jawaban yang diberikan responden terhadap kuesioner mengenai kepercayaan individu memperlihatkan bahwa 42,39% responden mempunyai kepercayaan diri yang tinggi terhadap kreativitas.

Hal tersebut diperlihatkan dengan jawaban yang diberikan terhadap pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan ciri-ciri orang kreatif seringkali mereka lakukan bahkan hampir setiap saat. 41,20% responden menyatakan cukup sering melakukan aktivitas dan tindakan-tindakan yang berhubungan dengan kreativitas, dan sisanya 16,41% jarang bahkan tidak pernah melakukan aktivitas-aktivitas yang menjadi ciri-ciri orang kreatif.

Keobyektifan dari jawaban yang diberikan responden untuk pertanyaan yang berhubungan dengan aktivitas-aktivitas individu kreatif dicross check dengan pertanyaan yang berhubungan dengan aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh individu tak kreatif, dan hasilnya memperlihatkan keobyektifan dari jawaban yang diberikan. Hal tersebut diperlihatkan dengan jawaban yang diberikan responden hanya 16,69% responden seringkali bahkan hampir setiap saat melakukan aktivitas yang tidak mencerminkan ciri-ciri orang kreatif . 37,15% responden menyatakan cukup sering melakukan aktivitas dan tindakan-tindakan yang tidak berhubungan dengan kreativitas, dan sisanya 46,16% jarang bahkan tidak pernah melakukan aktivitas-aktivitas yang menjadi ciri-ciri orang tidak kreatif. Selain itu jika melihat hasil yang diperoleh pada setiap tahun akademik menunjukkan kepercayaan individu terhadap kreativitas menunjukkan trend meningkat, walaupun pada tahun akademik 2011/2012 memperlihatkan prosentase yang lebih rendah yaitu 38,60% dibandingkan tahun-tahun akademik lainnya.

Peneliti memberikan kuesioner ini ada awal perkuliahan dengan alasan untuk mengetahui tingkat kepercayaan individu terhadap kreativitas, sebagai dasar untuk menentukan cara mengajar yang tepat agar lebih dapat membangkitkan daya kreativitas yang dimiliki masing-masing mahasiswa sehingga dapat melahirkan ide-ide yang inovatif. Tingkat kepercayaan individu terhadap kreativitas biasanya dicirikan dengan kualitas pribadi yang menunjukkan nilai-nilai intelektual dan artistik, ketertarikan pada kompleksitas, kepedulian pada pekerjaan, ketekunan, mandiri, kesiapan mengambil resiko dan tanggung jawab. Selama mengajar mata kuliah manajemen inovasi pada masa penelitian yang sedang dilakukan, peneliti menemukan banyak sekali ide-ide kreatif yang muncul dari mahasiswa peserta mata kuliah manajemen inovasi, bahkan ide tersebut kadang sangat mengejutkan dan di luar dugaan. Diharapkan jika mahasiswa mempunyai kepercayaan diri terhadap kreativitas, maka mahasiswa yang bersangkutan dapat lebih mengenali dan menggali potensi yang dmilikinya serta dapat membangkitkan kepercayaan yang lebih tinggi dalam mendorong proses kreativitas.

Analisis Dukungan Lingkungan Terhadap Kreativitas

Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap proses kreativitas, dimana pengaruhnya bisa sangat mendukung dan bahkan sebaliknya dapat menghambat proses kreativitas. Hambatan-hambatan dari lingkungan biasanya berhubungan dengan norma-norma, kultur, perbedaan sosial atau tekanan-tekanan lingkungan yang lainnya. Seringkali seseorang mempunyai ide untuk memperbaiki atau memajukan lingkungannya, namun ide-ide kreatif itu ditentang atau dihambat oleh orang-orang yang berada di sekitarnya. Mereka yang menentang menganggap hal tersebut mengganggu dan menghalangi pekerjaan yang biasa dilakukan, dan lebih menghargai hal-hal yang sudah berjalan dengan rutin.

Lingkungan kerja belum tentu menjadi tempat yang menyenangkan untuk melakukan proses kreativitas, tetapi tantangan dan hambatan tetap harus dihadapi tidak dibatasi oleh persepsi yang dipaksakan dari diri sendiri. Oleh karena itu setiap individu perlu mempertimbangkan berbagai masalah untuk mengembangkannya menurut karateristik diri sendiri dan melalui proses berfikir dalam mengubah suasana sehingga proses kreativitas dapat tetap berlangsung. Ukuran terbaik bagi satu kelompok dalam lingkungan organisasi dapat menciptakan suasana kreatif bagi individu di tempat kerjanya.

Jawaban yang diberikan oleh responden mengenai pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan dukungan lingkungan memperlihatkan bahwa 35,77% responden menyatakan dukungan lingkungan terhadap proses kreativitas adalah tinggi. Hal tersebut diperlihatkan dengan jawaban yang diberikan terhadap pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan dukungan lingkungan seringkali dilakukan lingkungan bahkan hampir setiap saat. 42,79% responden menyatakan cukup sering lingkungan mendukung terhadap proses kreativitas yang dilakukan individu, dan sisanya 21,48% responden menyatakan lingkungan jarang bahkan tidak pernah mendukung aktivitas-aktivitas yang berhubungan dengan proses kreativitas. Jika melihat hasil yang diperoleh pada setiap tahun akademik menunjukkan dukungan lingkungan terhadap kreativitas menunjukkan trend menurun, walaupun pada tahun akademik 2012/2013 memperlihatkan memperlihatkan kembali peningkatan, tetapi masih belum signifikan jika melihat tahun-tahun sebelumnya.

Berdasarkan hasil penelitian diharapkan lingkungan di sekitar individu dapat memberikan dukungan yang lebih baik sehingga proses kreativitas dapat berjalan dengan semestinya sehingga individu lebih

dapat menghasilkan ide-ide yang brilian. Lingkungan diharapkan mempunyai iklim yang ramah, suportif, menantang, mendorong tindakan-tindakan kreatif, mendukung ide-ide baru dan kaya akan komunikasi.

Peranan Kepercayaan Individu dan Dukungan Lingkungan terhadap Proses Kreativitas

Pada gambar 2 mengenai ciri-ciri individu kreatif dan lingkungannya, memperlihatkan bahwa kualitas pribadi dan dukungan lingkungan sangat berpengaruh terhadap perilaku kreatif da inovatif. Peneliti berpendapat terdapat empat hal yang biasanya terjadi dalam proses kreativitas:

1. Kepercayaan individu terhadap kreativitas rendah, dukungan lingkungan terhadap kreativitas rendah, maka tidak akan pernah terwujud ide-ide yang kreatif dan inovatif.
2. Kepercayaan individu terhadap kreativitas rendah, dukungan lingkungan terhadap kreativitas tinggi, maka perlu pengungkit agar individu lebih dapat meningkatkan kepercayaan dirinya.
3. Kepercayaan individu terhadap kreativitas tinggi, dukungan lingkungan terhadap kreativitas rendah, maka perlu menciptakan budaya/suasana kerja kreatif di dalam lingkungan yang lebih kondusif sehingga dapat mendukung proses kreativitas.
4. Kepercayaan individu terhadap kreativitas tinggi, dukungan lingkungan terhadap kreativitas tinggi, maka akan banyak menghasilkan ide-ide yang kreatif dan inovatif.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ternyata diperoleh ciri yang ketiga yaitu kepercayaan individu terhadap kreativitas tinggi, dukungan lingkungan terhadap kreativitas rendah. Hal tersebut diperlihatkan dengan hasil kuesioner yang diperoleh bahwa 42,39% responden mempunyai kepercayaan diri yang tinggi terhadap proses kreativitas, tetapi dukungan lingkungan yang tinggi terhadap proses kreativitas hanya dirasakan oleh 35,77% responden saja. Peneliti menganggap nilai tersebut masih rendah sehingga lingkungan perlu memperbaiki suasana/iklim yang lebih mendukung terhadap proses kreativitas. Lingkungan memberikan dukungan yang tinggi terhadap proses kreativitas, jika prosentasi responden yang menyatakan dukungan tinggi sama dengan prosentase responden yang mempuyai kepercayaan diri yang tinggi.

Fakta lain yang dapat diungkap dari hasil penelitian ini adalah kepercayaan individu dapat diungkit oleh dukungan lingkungan sehingga ide-ide kreatif dapat muncul secara baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai-nilai yang diperoleh pada setiap tahun akademik untuk dukungan lingkungan dan kepercayaan diri, seperti terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Keterkaitan antara dukungan lingkungan dan kepercayaan diri

No.	Tahun Akademik	% Kepercayaan Individu			% Dukungan Lingkungan		
		Individu Kreatif			Rendah	Cukup	Tinggi
		Rendah	Cukup	Tinggi			
1.	2008/2009	13,28	43,10	43,62	17,39	43,47	39,14
2.	2009/2010	18,30	38,97	42,73	23,29	39,75	36,96
3.	2010/2011	19,58	38,32	42,10	24,52	44,35	31,13
4.	2011/2012	16,84	44,56	38,60	21.30	43,77	34,93
5.	2012/2013	14,04	41,05	44,91	20,72	42,61	36,67
Rata-rata		**16,41**	**41,20**	**42,39**	**21,48**	**42,79**	**35,77**

Tabel 3 memperlihatkan keterkaitan antara dukungan lingkungan dan kepercayaan diri sebagai berikut:

1. Jika prosentase dukungan lingkungan rendah, maka prosentase individu yang kreatif lebih rendah dari dukungan lingkungannya.
2. Jika dukungan lingkungan tinggi, maka prosentase individu yang kreatif lebih tinggi dari dukungan lingkungannya.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

1. Kepercayaan diri individu terhadap kreativitas memperlihatkan prosentase yang tinggi, setiap mahasiswa sudah mempunyai ciri-ciri orang kreatif dibuktikan dengan ide-ide yang muncul selama mengerjakan tugas-tugas atau diskusi yang harus dilakukan dalam perkuliahan manajemen inovasi.
2. Dukungan lingkungan terhadap proses kreativitas masih rendah, sehingga perlu lebih diciptakan budaya/iklim yang lebih kondusif untuk terciptanya suatu proses kreatifitas.

3. Kepercayaan individu terhadap kreatifitas dapat diungkit lebih baik lagi dengan cara menciptakan lingkungan yang lebih mendukung proses kreativitas.

SARAN

Penelitian ini baru memperlihatkan peranan kepercayaan individu dalam hal ini mahasiswa peserta mata kuliah manajemen inovasi dan dukungan lingkungan dalam membangkitkan daya kreativitas pada awal perkuliahaan. Peneliti menganggap masih perlu dilakukan penyebaran kuesioner setelah kuliah manajemen inovasi akan berakhir untuk mengetahui apakah ada perubahan terutama mengenai kepercayaan individu terhadap kreativitas. Salain itu juga perlu dilakukan penelitian lanjutan yang berhubungan dengan bagaimana daya kreativitas yang dimiliki individu dapat mempengaruhi lingkungan dan tempat kerjanya.

DAFTAR PUSTAKA

Baker, Alan Barker., (2003)., *The Alchemy of Innovation*: *perspectives from the leading edge.*London: Spiro Press.

Drucker,Peter F., (1985), *Innovation and Entrepreneurship- Practice and Principles.* USA: Elsevier Ltd.

Franklin, Carl, (2003), *Why Innovation Fails, Hard-won Lessons For Business*, London: Spiro Press.

Hubeis, Musa., (2005), Manajemen Kreativitas dan Inovasi Dalam Bisnis. Jakarta: Hecca Publishing.

Leornad, Dorothy and Swap, Walter., (2002), *When Sparks Fly: Igniting Creativity in Groups*. Boston: Harvard Business School Press.

Tunggal, Amin Widjaja, (2007), Inovation Management (Suatu Pengantar), Jakarta: Harvarido.

RANCANGAN IMPLEMENTASI SISTEM MANAJEMEN KEAMANAN PANGAN PADA UKM PENGOLAHAN IKAN RAKYAT DI SUKABUMI (DESIGN FOR IMPLEMENTATION OFFOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEMATPUBLICFISH PROCESSING SMEs IN SUKABUMI)

Sawarni Hasibuan[1], Fia Sri Mumpuni[2], dan Hermawan Thaheer[3]
[1]Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Djuanda Bogor
[2]Program Studi Perikanan, Universitas Djuanda Bogor
Jl. Tol Ciawi No. 1 Bogor 16720. Telp. 0251-240985
[3]Program Studi Ilmu Komputer FMIPA, Universitas Pakuan Bogor
E-mail: sawarni02@yahoo.com, fiamumpuni@yahoo.com, hermawan.taher@gmail.com

ABSTRACT
Food safety as a systemhas been formalized bythe National Standardization Agency (BSN) through theIndonesian National Standards or SNI01-4852-998. SME business persons,particularlyat public fish processing businesses, generallydo not have awork systemthat is able to guaranteeto producenutritious, safe and healthyfood productsto be consumed. Yet as one of thespearheadsof fishery products management, public fish processing businessescontribute quite significantlyto theprovision of safe and hygiene food products for the community. The purpose of this study is to design afood safety management system (FSMS) devoted topublic fish processing business SMEsscale that generallyhave manylimitations toapply forfood safety certification. The FSMS design forthe public fish processing businessbeginswith the gap analysis is using theNon Numeric for Pairwise Fuzzy decision analysismethod. The designing of the prerequisites (Good Manufacturing Practices andStandard Operational Procedure) system willreferto Codex RCP andGovernment Regulation Number 28, 2004. The FSMS designingbegins withthe hazard analysisand the HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) designing plan. The FSMS designat least includesseveral models,among others the raw material pollution prediction modeland thefood safety risk recommendationmodel of processed products. Surveyand secondary data collectionat the early stageis conducted at the 'pindang' processing centerin Sukabumi.

Key words : *Food Safety Management System, HACCP Plan, public fish processing businesses.*

PENDAHULUAN

Permasalahan perikanan di Indonesia sangat erat kaitannya dengan aspek keamanan pangan, ditandai oleh sejumlah penolakan di beberapa pelabuhan negara tujuan ekspor di tengah upaya pemerintah menggalakkan komoditas ini sebagai sumber devisa negara non migas. Pusat Standardisasi dan Akreditasi, Badan Agribisnis Departemen Pertanian mencatat sedikitnya tiap tahun terdapat 95 kasus penahanan ekspor produk-produk Indonesia oleh *Food and Drug Administration* (FDA) Amerika Serikat, termasuk di dalamnya kasus kontaminasi kerosin dalam ikan asin, *Salmonella* spp. pada udang, serta beberapa kasus ikan lainnya. Kontaminasi pada produk-produk perikanan tersebut berpotensi menimbulkan resiko keracunan pada produk olahan pangan yang dikonsumsi.

Hasil penelitian Aberoumand (2010) menyatakan bahwa kebanyakan kasus peracunan makanan berasosiasi dengan sumber ikan yang berasal dari konsumsi ikan mentah atau ikan yang diberi perlakuan panas yang tidak memadai, yang mungkin terkontaminasi dengan bakteri dari lingkungan air (*Vibrio* spp., *Clostridium botulinum*) atau produk-produk perikanan yang terkontaminasi kembali sesudah pengolahan menggunakan pemanasan.

Infeksi pada manusia yang disebabkan oleh bakteri patogen yang dipindahkan dari ikan atau lingkungan akuatik biasanya tergantung kepada musim, kontak pasien dengan ikan dan lingkungan terkait, kebiasaan makan, dan status sistem imun dari individu yang terpapar. Mikroba patogen tersebut sering merupakan spesies patogen fakultatif untuk ikan dan manusia, kemungkinan terisolasi dari ikan tanpa gejala penyakit yang tampak. Sumber infeksi mungkin berasal dari ikan yang ditangkap untuk konsumsi. Infeksi pada manusia dan intoksikasi dengan bakteri dapat berasal dari jenis berikut yaitu: *Mycobacterium* spp., *Streptococcus iniae, Vibrio alginolyticus, Vibrio cholerae, Vibrio parahaemolyticus, Vibrio vulnificus, Escherichia coli, Aeromonas* spp., *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Clostridium botulinum, Clostridium perfringens, Campylobacter jejuni, Delftia acidovorans, Edwardsiella tarda, Legionella pneumophila*, dan *Plesiomonas shigelloides* (Novotny *et al.* 2004).

Kasus kemanan pangan produk-produk perikanan tidak hanya ditemukan di Indonesia. Tsai *et al*. (2005) bahkan menemukan dari dua puluh tujuh produk ikan hasil fermentasi yang diimpor dari Negara-negara Asia Tenggara dan dijual di supermarket-supermarket di Taiwan, seperti saus ikan, pasta ikan, dan pasta udang, setelah diuji ternyata mengandung trimethylamine sebesar 5,4-53,9 mg/100 g dan bakteri pembentuk histamine sebanyak 1,0-4,2 log CFU/g.

Dalam rangka mengantisipasi ketidakstabilan mutu dan aspek keamanan pangan komoditas ikan umumnya, khususnya pada usaha pengolahan ikan rakyat, pemerintah tidak henti-hentinya melakukan pengawasan langsung. Meskipun demikian, kasus keamanan pangan yang berasal dari kegiatan pengolahan ikan masih kerap ditemukan. Kondisi yang mengenaskan tersebut terutama diakibatkan oleh kurangnya kepedulian masyarakat Indonesia sendiri untuk mengawasi aspek keamanan pangan ikan dan produk ikan yang dikonsumsinya. Terlepas dari tingkat konsumsi yang masih rendah, tingkat sosialisasi dan pendidikan masyarakat mengenai permasalahan keamanan pangan dapat dianggap bertanggung jawab atas problematika ini.

Beberapa kasus pencemaran lingkungan di Indonesia juga cukup memprihatinkan - misalnya kasus pembuangan merkuri sisa tambang emas di laut Sulawesi atau pencemaran limbah domestik di Teluk Jakarta – kerapkali berakhir pada tataran perdebatan yang tidak berujung. Kasus kontaminasi di dalam proses pengolahan lanjut ikan dan produknya bahkan lebih banyak lagi, dimana sejumlah unsur bukan ikan justru menjadi kunci. Resiko bahaya produk pangan pada akhirnya bermuara kepada konsumen.

Pelaku usaha UKM khususnya usaha pengolahan ikan rakyat umumnya belum memiliki sistem kerja yang mampu menjamin dihasilkannya produk pangan yang bergizi, aman dan sehat untuk dikonsumsi akibat kurangnya pengetahuan, pembinaan, dan pengawasan dalam kegiatan pengelolaan usaha. Sebagai salah satu ujung tombak pengelolaan hasil-hasil perikanan, usaha pengolahan perikanan rakyat memberikan kontribusi yang cukup signifikan bagi penyediaan produk pangan yang aman dan higienies bagi masyarakat.

Salah satu produk olahan ikan yang banyak diusahakan pada skala UKM adalah pindang. Berdasarkan data Asosiasi Pengusaha Pindang Ikan Indonesia (Appikando), rata-rata total kebutuhan bahan baku ikan untuk pindang nasional mencapai 157.838 ton per bulan. Jawa Barat merupakan konsumen ikan pindang terbesar di Indonesia. Sebagian besar produksi pindang dipasok ke beberapa wilayah di Jawa Barat seperti Bogor dan Sukabumi, termasuk Banten. Pindang ikan tergolong produk pangan dengan kandungan gizi yang tinggi, namun sayangnya masih ditemukan kasus keracunan ikan pindang di beberapa lokasi. Umumnya kondisi tempat pengolahan pindang skala UKM kurang higienis dan diolah dengan alat seadanya.

Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk (1) menyusun rancangan sistem manajemen keamanan pangan yang sesuai bagi usaha kecil menengah (UKM) milik masyarakat, khususnya usaha pengolahan perikanan rakyat dan (2) menerapkan sistem manajemen keamanan pangan pada UKM pengolahan perikanan milik masyarakat pada kasus sentra pengolahan ikan rakyat di Sukabumi.

SISTEM MANAJEMEN KEAMANAN PANGAN

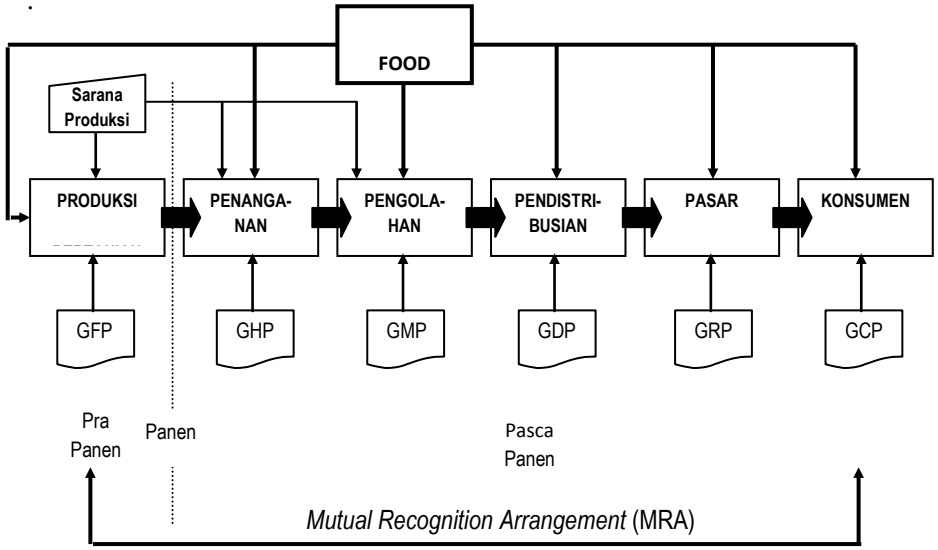
Salah satu sistem manajemen yang dapat mengakomodasikan sistem manajemen rantai pasokan keamanan pangan adalah sistem keamanan pangan. Persyaratan dasar sistem keamanan pangan berisi petunjuk praktis manajemen yang baik, disesuaikan dengan tahap pada generasi pertanian. Beberapa petunjuk praktis manajemen yang baik dikenal dengan istilah tipikal seperti :

1. *Good Farming Practices* (GFP) pada usaha pertanian;
2. *Good Handling Practices* (GHP) pada kegiatan pasca panen;
3. *Good Manufacturing Practices* (GMP) pada kegiatan manufaktur;
4. *Good Distribution Practices* (GDP) pada kegiatan distribusi;
5. *Good Retailing Practices* (GRP) bagi pengeceran barang;
6. *Good Catering Practices* (GCP) sebagai petunjuk bagi konsumen.

Secara umum penerapan persyaratan dasar tersebut disesuaikan dengan tahap generasi pertanian sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Semua sistem manajemen yang baik tersebut bagi industri pangan harus dipadukan dengan *Good Hygienic Practices* (GHyP).

Sertifikasi HACCP *voluntery* dikembangkan oleh beberapa negara mengikuti jejak keberhasilan sistem sertifikasi ISO 9000 dan ISO 14000. Upaya memasukkan standar HACCP ke dalam perdagangan, memerlukan suatu bentuk pengakuan pihak ketiga guna memenuhi azas ketidak-berpihakan. Sejak 1998, sertifikasi HACCP berkembang sejalan dengan dipublikasikannya panduan penerapan HACCP Revisi 3 secara luas oleh Codex Alimentarius Comission, salah satu organisasi pangan dunia di bawah PBB, Tahun 1997.

Panduan yang berjudul *Recommended International Code of Practice-General Principle of Food Hygiene-Anex: Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) System and Guidelines for it's application* (CAC/RCP 1-1969, Rev.4 2003) tersebut secara umum tidak dilengkapi dengan petunjuk pelaksanaan sertifikasi. Masing-masing negara bebas mengadopsi standar tersebut dengan berbagai macam model pengakuan. Beberapa negara mengadopsinya menjadi sistem sukarela (voluntery) namun beberapa negara lain mengadopsinya menjadi wajib (mandatory). Bahkan dalam satu negara seperti Indonesia saja, ada komoditas yang diwajibkan menerapkan HACCP ada yang tidak.



Gambar 1 Diagram arah sistem pembinaan mutu keamanan pangan terpadu (Hermawan 2005).

Lembaga ISO (*International Organization for Standardization*) yang berdiri sejak 1947, telah meluncurkan draft standar yang memasukkan prinsip HACCP ke dalam sistem manajemen mutu. Standar tersebut terbit dalam format *Technical References* (TR) dengan nomor seri ISO/TR 15161:2001 *Guidelines on application of ISO 9001:2000 for the food and drink industry*. Setelah melalui persetujuan voting sedikitnya 75% dari anggota ISO di seluruh dunia, Standar ISO 22000 akhirnya berhasil diterbitkan pertama kali pada 1 September 2005. Standar tersebut diberi nomor seri dan judul ISO 22000:2005 *Food safety management systems – Requirement for any organization in the food chain.* Sebagai panduan untuk penggunaan standar ISO 22000:2005 telah pula disusun standar ISO/TS 22004.

Standar ISO 22000 diberi judul *Sistem Manajemen Keamanan Pangan – Persyaratan bagi semua organisasi dalam rantai pangan*. Keamanan pangan dikaitkan dengan keberadaan resiko bahaya penyakit makanan yang terdapat pada titik konsumsi (dimakan oleh konsumen). Bahaya keamanan pangan dapat muncul pada semua tahap rantai makanan, karenanya pengendalian rantai makanan menjadi sangat penting. Keamanan pangan adalah tanggung jawab bersama penjaminan melalui usaha bersama.

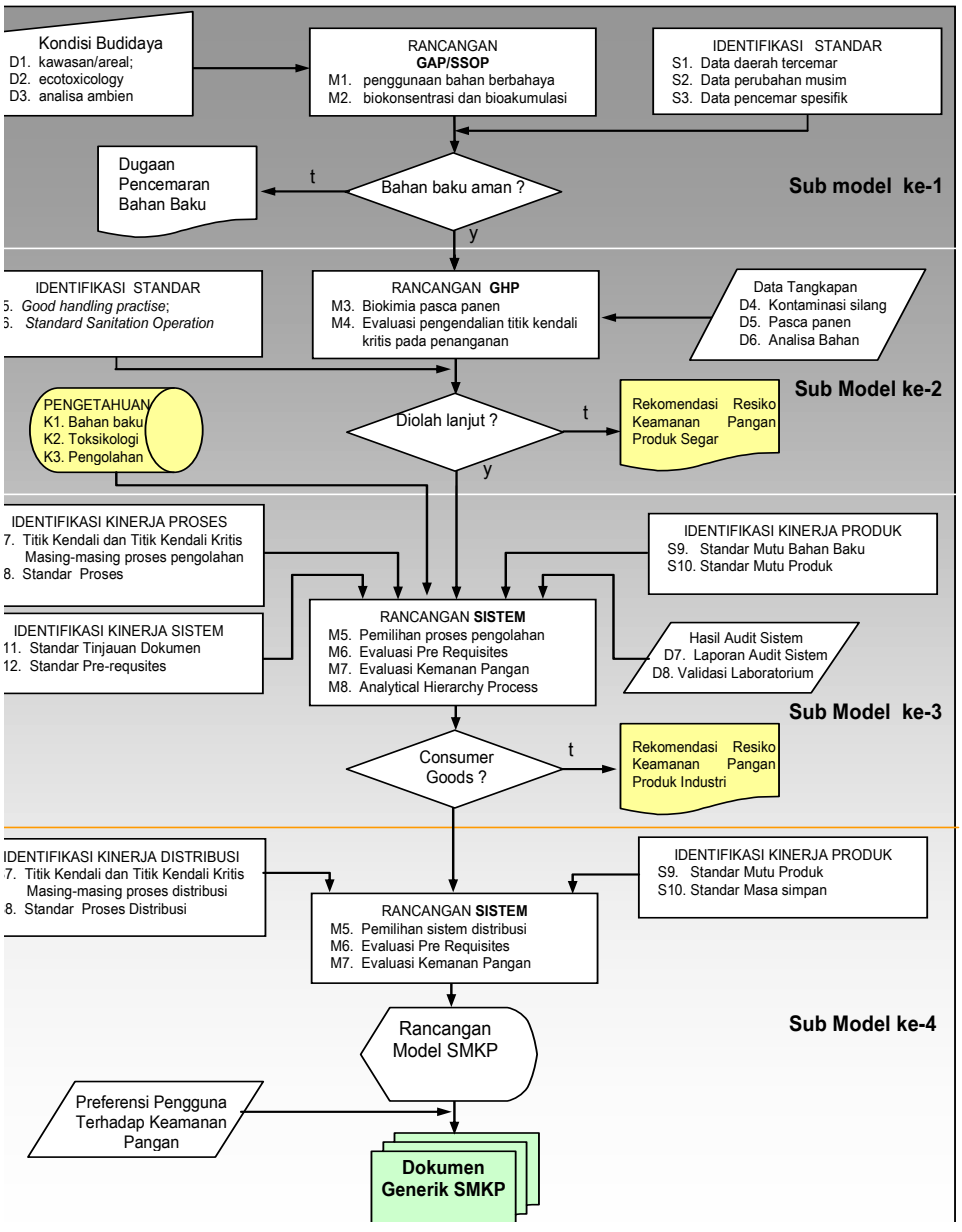
Standar Internasional ini dipadukan dengan prinsip sistem HACCP dan tahap pengembangan oleh *Codex Alimentarius Commission* serta kombinasi dinamis dengan program persyaratan dasar untuk pengendalian bahaya. Standar internasional ini menjelaskan lebih lanjut konsep program persyaratan dasar. Persyaratan dasar (PRP(s)) dibagi menjadi dua sub kategori : 1) pranata dasar dan program pemeliharaan; dan 2) program operasi persyaratan dasar. Pemisahan tersebut berdampak pada perbedaan secara alamiah dalam hal pengendalian yang dipergunakan serta kelayakan pemantauan, verifikasi, atau validasinya.

Keamanan pangan sebagai suatu sistem telah diformalisasikan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) melalui Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4852-1998. Penerapan dan pengawasan SNI telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 102 Tahun 2000. Selain BSN, pengawasan standar dapat dilakukan oleh instansi teknis, khususnya SNI wajib, ataupun lembaga sertifikasi yang telah terakreditasi. Pada kasus komoditas ikan sebagai bahan pangan, maka pengawasan aspek keamanan saat ini dilakukan oleh Dinas Perikanan setempat bersama Badan Pengawas Obat dan Makanan.

PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN KEAMANAN PANGAN UKM PENGOLAHAN IKAN

Kegiatan penelitian awal adalah pengumpulan semua informasi guna memotret sistem manajemen produksi yang dilakukan UKM pengolahan ikan rakyat di Sukabumi saat ini sehingga dapat diduga kesenjangannya dengan standar sistem manajemen keamanan pangan. Metoda yang dipergunakan adalah *Pairwise Comparasion*. Selanjutnya dilakukan beberapa pengambilan data ke sentra pengolahan pindang sebagai salah satu kasus produk olahan perikanan rakyat di Kabupaten Sukabumi.

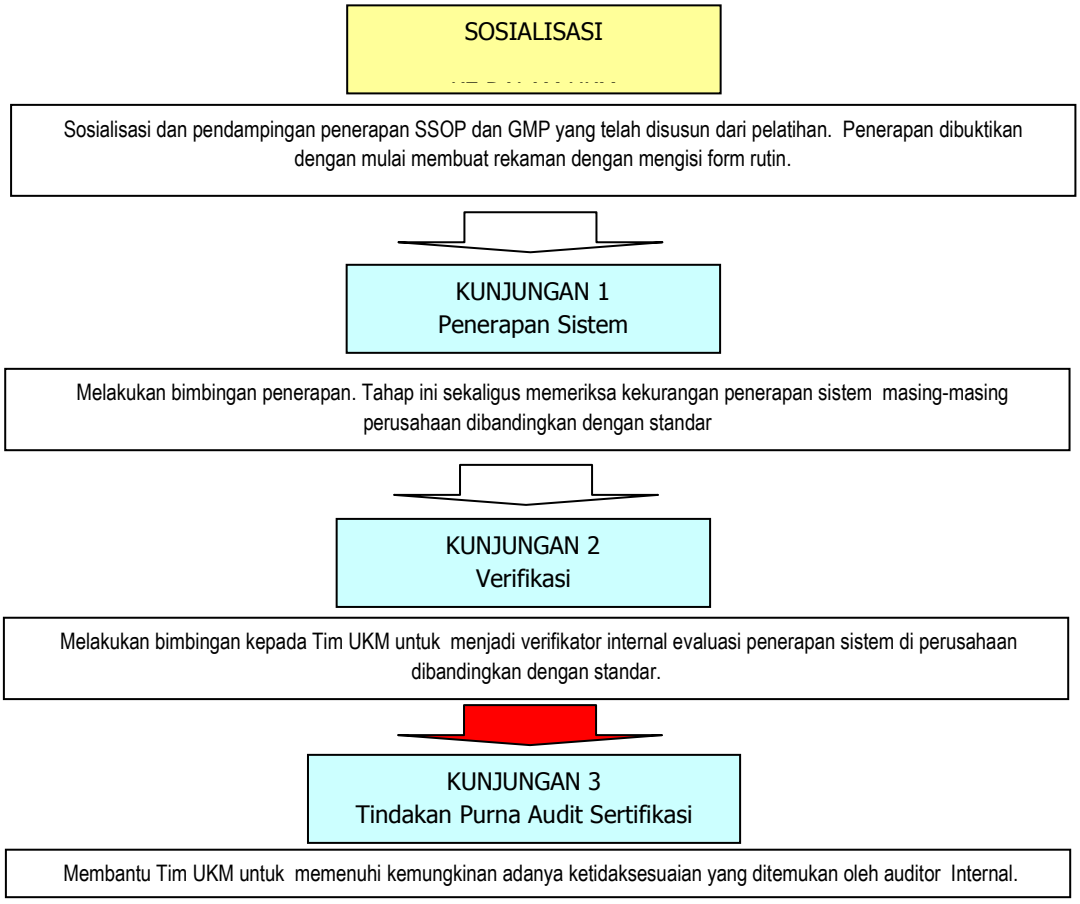
Perancangan Sistem Manajemen Keamanan Pangan usaha pengolahan ikan rakyat skala UKM ini akan memanfaatkan data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber baik secara elektronik maupun bentuk cetakan yang dipublikasi resmi, adapun data primer diperoleh langsung dari kunjungan fasilitas UKM pengolahan ikan rakyat. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metoda *Non Numeric for pairwise fuzzy decision analysis* untuk pengambilan keputusan berdasarkan *Non Numeric Multi Criteria Single Person Decision Making* (Yager 1993). Tahapan Penyusunan Sistem Manajemen Keamanan Pangan pada UKM pengolahan ikan rakyat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan sistem manajemen keamanan pangan (SMKP) bagi UKM pengolahan ikan rakyat

Penerapan Rancangan Sistem Pada Beberapa UKM Terpilih

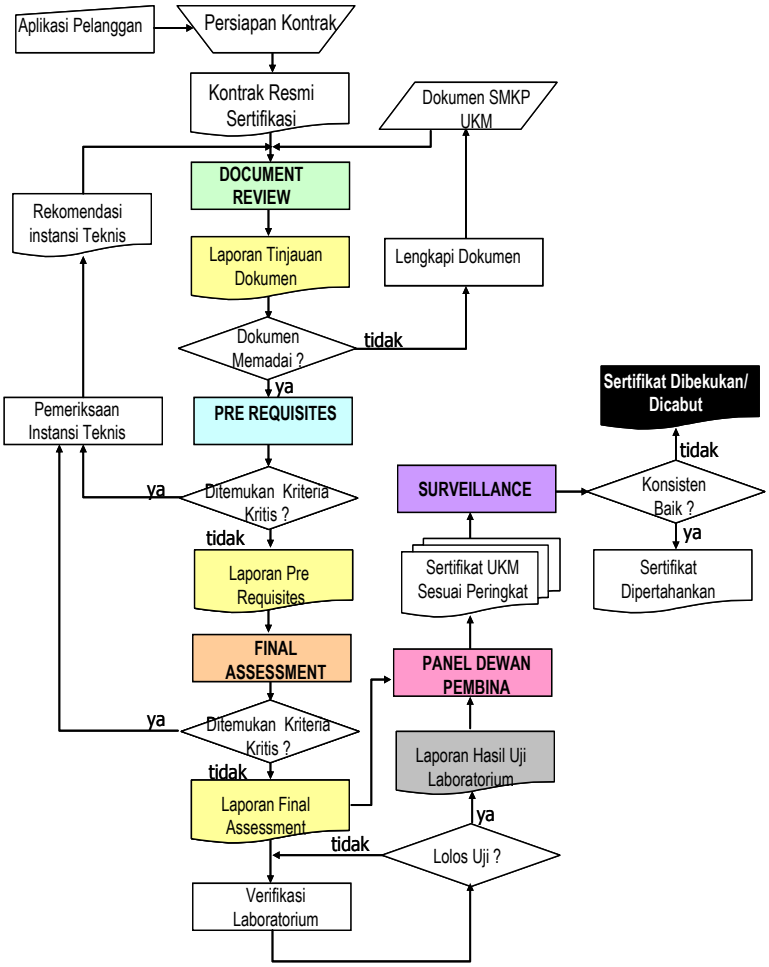
Penerapan sistem yang dirancang pada UKM kasus pindang terdiri dari tahapan kegiatan : 1) penyesuaian antara disain sistem dengan kondisi operasi UKM; 2) bimbingan teknis penerapan; dan 3) evaluasi keberhasilan penerapan. Tahapan penerapan sistem tersebut disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan penerapan Sistem Manajemen Keamanan Pangan di UKM pengolahan ikan rakyat

Verifikasi Sistem Pada Beberapa UKM Terpilih

Tahap verifikasi adalah evaluasi yang terdiri dari : 1) evaluasi terhadap dokumen sistem, terdiri dari dokumen SSOP/GMP dan SMKP; 2) penilaian persyaratan dasar (pre requisites); 3) penilaian penerapan sistem SMKP; 4) pengujian laboratorium terhadap produk; dan 5) keputusan sertifikasi. Tahapan kegiatan verifikasi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan verifikasi sistem manajemen keamanan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

Aberoumand, A. 2010. Occurrence of *Clostridium botulinum* in fish and fishery products in retail trade, a review article. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 2(3): 246-250.

Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 2003. SK. Menkes Nomor 23/Menkes/SK/I/1978 Tentang *Pedoman Cara Produksi Yang Baik Untuk Makanan*. BPOM, Jakarta.

Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 1991. Standard Nasional Indonesia (SNI) 01-2346-1991/UDC 637.5'8,07:543.92: *Petunjuk Pengujian Organoleptik Produk Perikanan*. BSN, Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1992. Standard Nasional Indonesia (SNI) 01-2729-1992 : *Standar Ikan Segar*. BSN, Jakarta.

_____. 1998. Standar Nasional Indonesia-SNI 01-4852-1998 : *Sistem Analisa Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis (Hazard Analysis Critical Control Points-HACCP) serta Pedoman Penerapannya*. BSN, Jakarta.

_____. 1999. Pedoman 1001-1999 : *Persyaratan Umum Lembaga Sertifikasi Sistem Analisa Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis* (HACCP). BSN, Jakarta.

Bagumire, A., E.C.D. Todd, G.W. Nasinyama and C. Muyanja. 2010. Food safety regulatory requirements with potential effect on exports of aquaculture products from developing countries to the EU and US. *African Journalof Food Science and Technology* 1(2):031-050.

Blackburn, C.deW. 2003. *Microbial analysis and food safety management* : GMP and HACCP system. *Di dalam* MeMeckin, T.A. (Ed.). 2003. Detecting Pathogens in Food. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

Blackburn, C.deW. and P.J. McClure. 2003. Foodborne pathogens: *Hazard, risk analysis and control*.

Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

Bryan, F.L. 1992. Hazard Analysis Critical Control Point Evaluations. World Health Organization, Geneva.

Hermawan.2001. Pengembangan Pola Jaringan Sertifikasi Mutu dan Keamanan Pangan Nasional dengan Semangat Otonomi Daerah. *F&B-Buletin Food & Beverage Industry* 3:2001.

Hermawan. 2005. *Sistem Manajemen HACCP*. Bumi Aksara, Jakarta.

International Organization for Standardization (ISO). 2005. Revised ISO FDIS/22000:2005. Food Safety Management System – *Requirements for organizations throughout the food chain*; ISO Secretariat, Geneva.

Jabbar, H. and K.N. Joishy. 1999. Rapid Detection of *Pseudomonas* in Seafood Using Protease Indicator. *J. Food Sci.* 64 (3): 547-549.

Lund, B., T.C. Bair-Parker, and G.W. Gould. (*Eds*.). 2000. The Microbiological Safety and Quality of Food. Vol. I. Aspen Publisher, Inc., Gaithersburg, Maryland.

Mortimore, S. and C. Wallace. 1995. HACCP : *A Practical Approach*. Chapman and Hall, London.

Naamin, N. 1991. An Overview of Fisheries and Fish Processing in Indonesia. *Di dalam* Champ, B.R. and E. Highley. 1994. Fish Drying in Indonesia : *Proceeding of an international workshop held at Jakarta on 9-10 February 1994*. ACIAR Proceeding 59: 13-17.

Novotny, L., L. Dvorska, A. Lorencova, V. Beran and I. Pavlik. 2004. Fish: a potential source of bacterial pathogens for human beings. *Vet. Med. – Czech* 49 (9): 343-358.

Pierson, M.D. and D.A. Corlett, Jr. (*Eds*.). 1992. HACCP : *Principles and Applications.* Capman and Hall, London.

Tsai, Y-H., C-Y. Lin, L-T. Chien, T-M. Lee, C-I. Wei and D-F. Hwang. 2005. Histamine contents of fermented fish products in Taiwan and isolation of histamine-forming bacteria. Department of Food Science and Technology, Taiwan.

Undang-undang RI Nomor : 7 Tahun 1996 tentang *Pangan*. Lembaran Negara Republik Indonesia No. 99, 1996. Menteri Negara Sekretaris Negara Republik Indonesia, Jakarta.

Undang-undang RI Nomor : 8 Tahun 1999 tentang *Perlindungan Konsumen.* Lembaran Negara Republik Indonesia No. 42, 1999. Menteri Negara Sekretaris Negara Republik Indonesia, Jakarta.

Yager, R.R. 1993. Non-Numeric Multi-Criteria Multi-Person Decision Making. *Group Decision and Negotiation*, Vol. 1: 81-93.

ANALISIS KESEIMBANGAN BAHAN PADA KAJI AWAL LINGKUNGAN PERENCANAAN SISTEM MANAJEMEN LINGKUNGAN ISO 14001:2004 INDUSTRI MINUMAN SARI BUAH

Hermawan Thaheer[1] dan Sawarni Hasibuan[2]
[1]Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Pakuan-Bogor
Email: hermawan.taher@gmail.com
[2]Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda Bogor
Email: sawarni02@yahoo.com

ABSTRAKS
Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001, dibangun berdasarkan kaji awal lingkungan (initial environmental review) untuk menetapkan rona awal lingkungan industri. Kajian ditekankan kepada aspek emisi ke udara, buangan ke badan air, kontaminasi tanah, manajemen sumberdaya, manajemen limbah, dan opini masyarakat. Analisis keseimbangan bahan (material balance) dapat dipergunakan untuk memperoleh informasi awal mengenai aspek dan dampak lingkungan pada industri minuman sari buah.Analisis yang dilakukan terhadap industri minuman sari buah kapasitas 18,5 Ton per bulan, menghasilkan limbah cair sebesar 66,451 Ton dari produksi Puree dan sebanyak 162,036 Ton dari produksi jus. Penggunaan air keseluruhan adalah 1000 Ton. Proses produksi Puree menghasilkan limbah padat sebesar 7,705 Ton/bulan dan pada produksi Jus menghasilkan limbah padat sebesar 330 Ton/bulan. Hasil analisis tersebut dipergunakan untuk perancangan program pengelolaan lingkungan di dalam sistem manajemen ISO 14001:2004 yang dibangun di perusahaan tersebut. Program lingkungan terdiri dari pencegahan polusi melalui pendekatan produksi bersih (cleaner production) dan pengolahan akhir limbah industri.

***Kata kunci**: Keseimbangan Bahan, Kaji Awal Lingkungan, Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001:2004*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara tropis memiliki potensi besar untuk dapat menghasilkan aneka macam buah. Berbagai jenis buah utama yang dihasilkan oleh Indonesia dan mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi produk olahan, seperti buah dalam kaleng, minuman sari buah, manisan buah, selai dan produk olahan buah lainnya adalah mangga, jeruk, nanas dan buah markisa. Peningkatan laju eksport buah-buahan di pasar dunia menurut data FAO tahun 2009, naik 11%. Indonesia sendiri termasuk salah satu dari Negara penghasil buah-buahan yang melakukan import, dan pada kurun waktu 2005-2010, neraca eksport-import Indonesia negatif.

Klaster industri pengolahan buah di Indonesia dikembangkan di Jawa Barat, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, dan Sumatera Utara. Potensi buah-buahan di Jawa Barat tersebar, namun paling potensial terdapat di 11 Kabupaten yakni Kabupaten Cirebon,Bogor, Indramayu, Tasikmalaya, Kuningan, Majelengka, Sumedang, Subang, Garut, Ciamis dan Kabupaten Cianjur. Produksi jenis-jenis buah sangat beragam, namun terbesar adalah pisang, diikuti mangga, nenas, rambutan dan salak. Dari jumlah pohon produktif, terbanyak adalah nenas, lalu pisang dan salak.

Kementerian Perindustrian RI (2009) mengidentifikasi beberapa permasalahan pada industri pengolahan buah yakni : a) bahan baku (kesinambungan pasokan, teknologi pasca panen, dan konsistensi mutu); b) produksi (rendahnya inovasi, sanitasi dan keamanan pangan, riset dan pengembangan, serta pengelolaan lingkungan industri); c) pemasaran; dan d) infrasruktur. Permasalahan tersebut terutama menyeruak ke permukaan dari industri kecil dan menengah pengolahan buah-buahan.

Isyu lingkungan dewasa ini mulai diperhatikan pada industri pengolahan buah, terutama industri sari buah. Penggunaan air sebagai bahan baku dan pendukung produksi pada industri sari buah sangatlah besar, sehingga menimbulkan dampak serius pada sumberdaya air. Permasalahan pencemaran dari air buangan termasuk salah satu aspek yang juga menjadi perhatian dari industri sari buah. Penerapan Sistem Manajemen Lingkungan (SML) pada industri buah diperlukan untuk memperkuat daya saing industri tersebut, dengan mengurangi tingkat tekanan dalam hambatan perdagangan, khususnya isyu terkait lingkungan.

INDUSTRI SARI BUAH

a. Beberapa Produk Sari Buah

Salah satu bentuk pengolahan buah adalah sari buah yaitu, larutan inti dari daging buah yang diencerkan, sehingga mempunyai cita rasa yang sama dengan buah aslinya (Satuhu, 2004). Sari buah umumnya dibuat dengan cara penghancuran daging buah dan selanjutnya diekstraksi dengan cara pengepresan manual atau dengan menggunakan alat. Ekstraksi yang baik dapat menghindarkan tercampurnya kotoran dan jaringan buah, sehingga flavornya tetap terjaga. Menurut SNI, minuman sari buah merupakan cairan buah yang diekstrak dari bagian buah yang dapat dimakan, baik dengan penambahan air atau tidak, yang siap untuk diminum.

Bahan baku sari buah dapat berupa *Puree* atau langsung diambil dari buah murni. Produk *puree* adalah bentuk olahan primer buah yang banyak diperdagangkan antar Negara. *Puree* menjadi bahan baku produksi sirop dan minuman sari buah. Indonesia termasuk Negara pengimpor **puree** buah yang cukup besar karena hasil produksi dalam negeri sangat kurang.

Satuhu (2004) menjelaskan bahwa perdagangan internasional membedakan produk sari buah berdasarkan kandungan total padatan terlarut (TPT) dan kandungan sari buah murninya. Penggolongan ini dikenal *fruit syrup, crush, cordial, unsweetened juice, ready served fruit beverage, nectar, Squash* dan *fruit juice concentrate*. Pembagian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembagian Produk Sari Buah Berdasarkan Total Padatan Terlarut dan Kandungan Sari Buah Murninya

Produk Sari Buah	TPT (%)	Sari Buah Murni (%)
Fruit syrup	65	25
Crush	55	25
Cordial	30	25
Unsweetened juice	Alami	100
Ready served fruit beverage	10	5
Nectar	15	20
Fruit juice concentrate	32	100
Squash	30	25

Sumber: Satuhu (2004)

b. Teknologi Industri Sari Buah

1) Teknologi Produksi

Terdapat kesenjangan teknologi pengolahan buah di Indonesia antara industri kecil dan industri besar. Kesenjangan teknologi tersebut tampak mulai dari seleksi bahan, pengolahan lanjut, sterilisasi, hingga pengepakan, tampaklah sangat jauh berbeda antara industri besar dan industrimenengah-kecil.

Proses sortasi buah segar pada industri kecil dan menengah, sebagian besar di Indonesia, dilakukan secara manual untuk menekan biaya produksi. Hal tersebut tentu saja sangat mempengaruhi produktifitas usaha, namun besarnya pasokan tenaga kerja menjadi pertimbangan sendiri di Indonesia. Teknologi sortasi secara mekanis hanya dilakukan oleh industri besar.

Pasteurisasi produk buah dalam bentuk cairan pada industri kecil menggunakan sumber-sumber panas langsung, baik secara elektrik maupun perebusan air. Sementara itu sumber-sumber energi panas pada industri besar dan menengah umumnya adalah *steam* yang dihasilkan dari *Boiler*.

Paling menonjol perbedaan antara industri kecil-menengah dengan industri besar adalah pada teknologi pengemasan. Sebagian besar sistem pembotolan industri kecil-menengah dilakukan secara manual. Selain mengalami permasalahan pada investasi mesin kemasan aseptik, industri kecil juga acapkali mengalami kesulitan permodalan saat investasi bahan kemas. Industri besar umumnya memiliki unit pengemas aseptik yang bahkan dilengkapi dengan mesin pembuat botol.

Dari aspek manajemen produksi, sebagian besar industri pengolahan buah harus menerapkan *Good Manufacturing Practise*, di mana di dalamnya menerapkan prinsip sanitasi. Lebih jauh lagi telah pula terseedia system ISO 22000 atau HACCP untuk keamanan pangan. Sistem HACCP di Indonesia telah mengadopsi panduan CODEX yakni SNI CAC/RCP 1 Tahun 2011.

2) Energi

Industri pengolahan buah skala kecil menggunakan energi relatif lebih kecil. Panas untuk sterilisasi pada industri kecilsebagian besar menggunakan air panas yang menggunakan gas LPG sebagai sumber energy. Industri menengah dan besar menggunakan *Boiler* pembangkit steam sebagai sumber

panas, sehingga pasokan panas lebih stabil. Penggunaan *steam* umumnya menggunakan bahan bakar minyak pada industri menengah, untuk pengoperasian *Boiler* sampai dengan kapasitas 2 Ton. Namun untuk industri besar yang mengoperasikan *Boiler*5 Ton atau lebih, kini telah beralih menggunakan bahan bakar batu bara.

Transportasi pengangkutan bahan baku dan produk sebagian besar menggunakan kendaraan dengan Bahan Bakar Minyak. Di Industri besar, alat angkut di dalam pabrik sebagian besar telah menggunakan bahan bakar listrik, apalagi telah menjadi persyaratan sanitasi bahwa kendaraan manuver dalam gudang dan pabrik tidak melepaskan emisi.

3) Organisasi dan Sumberdaya Manusia

Struktur organisasi industri kecil sangat sederhana, bahkan sebagian besar tidak memiliki hierarki yang jelas. Sentra-sentra pengolahan buah yang dijadikan inti klaster di Jawa Barat dan Jawa Timur, sebagian besar dikelola dengan manajemen keluarga.

Industri menengah dan besar sebagian besar telah menerapkan sistem manajemen mutu dan sistem manajemen keamanan pangan. Hampir semua system manajemen modern mengharuskan pemisahan antara fungsi produksi dan pengawasan mutu, pemisahaan antara fungsi pengadaan (procurement) dengan pengguna (user), dan pemisahan fungsi akuntansi dan keuangan. Manajemen kepegawaian juga sebagian besar telah menerapkan system penilaian kinerja dan kompetensi, sebagaimana tuntutan pada sistem berbasis *International Organization for Standardization* (ISO).

Pengembangan sumberdaya manusia juga sangat jelas perbedaannya antara industri kecil dengan industri besar. Kemampuan sumberdaya manusia pada industri kecil sangat kurang bahkan beberapa di antaranya bekerja secara otodidak. Hal yang sangat mengkhawatirkan adalah pengetahuan mengenai penggunaan bahan kimia berbahaya, sehingga berpeluang menghasilkan dampak lingkungan negatif.

4) Pengelolaan Lingkungan

Industri pengolahan buah skala kecil dan menengah di Indonesia, sebagian besar belum terlalu peduli pada lingkungan. Sistem pengendalian limbah dan sampah belum tertata dengan baik. Pengelolaan penggunaan sumberdaya air dan energi juga belum diperhatikan dengan seksama. Belum ada industri kecil pengolahan buah di Indonesia yang menerapkan Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001, adapun industri menengah yang menerapkan ISO 14001 masih sangat sedikit.

Industri besar sudah banyak yang menerapkan sistem manajemen lingkungan ISO 14001. Kalaupun ada industri besar belum menerapkan sistem manajemen lingkungan, namun sebagian besar sudah mengikuti program Proper Prokasih. Industri besar umumnya telah memiliki Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) dan pengolahan sampah lainnya.

METODA KAJI AWAL LINGKUNGAN

a. Aspek Dan Dampak Lingkungan Dari Industri Manufaktur

Di dalam standar ISO 14001:2004, Lingkungan didefinisikan sebagai sekeliling atau seputar di mana suatu organisasi beroperasi meliputi udara, air, tanah, sumberdaya alam, flora, fauna, manusia, dan interelasi diantaranya. Lingkungan itu sendiri dapat diperluas mulai dari lingkungan dalam organisasi hingga ke sistem global.

Aspek lingkungan (Environmental Aspect) didefinisikan sebagai suatu aktifitas, produk, atau layanan dari perusahaan yang dapat berinteraksi dengan lingkungan (ISO 14001:2004).Di dalam klausul 4.3. tentang Perencanaan, dijabarkan secara tegas mengenai aspek lingkungan pada 4.3.1. Perusahaan yang akan menerapkan ISO 14001:2004 diharuskan menetapkan dan memelihara suatu prosedur yang mampu mengidentifikasi aspek lingkungan baik dari aktifitas, produk, maupun layanannya sehingga dapat dikendalikan agar tidak memberikan dampak nyata bagi lingkungan.

Menurut Tibor dan Feldman (1997) aspek/dampak dapat dikelompokkan jenisnya sebagai berikut : 1) aspek operasional; 2) aspek bertalian dengan produk atau sediaan layanan; dan 3) aspek bertalian dengan kontraktor.Di dalam lampiran standar ISO 14001:2004, disarankan proses identifikasi aspek disesuaikan dengan aktifitas operasi dengan memperhatikan : a) emisi ke udara; b) buangan ke air; c) manajemen limbah; d) kontaminasi ke tanah; e) penggunaan bahan dan sumberdaya alam; dan f) isyu lingkungan dan masyarakat setempat lainnya.Analisis seharusnya dilakukan pada kondisi operasi normal, kondisi *shut-down* dan *start-up*, sebagaimana kondisi realistik dengan alasan dapat diterima maupun situasi darurat.

Metoda yang dipergunakan untuk mengidentifikasi aspek/dampak meliputi audit, lebih popular dikenal sebagai *initial review*, pemantauan data, masukan dari pihak lain, dan audit pihak ketiga.

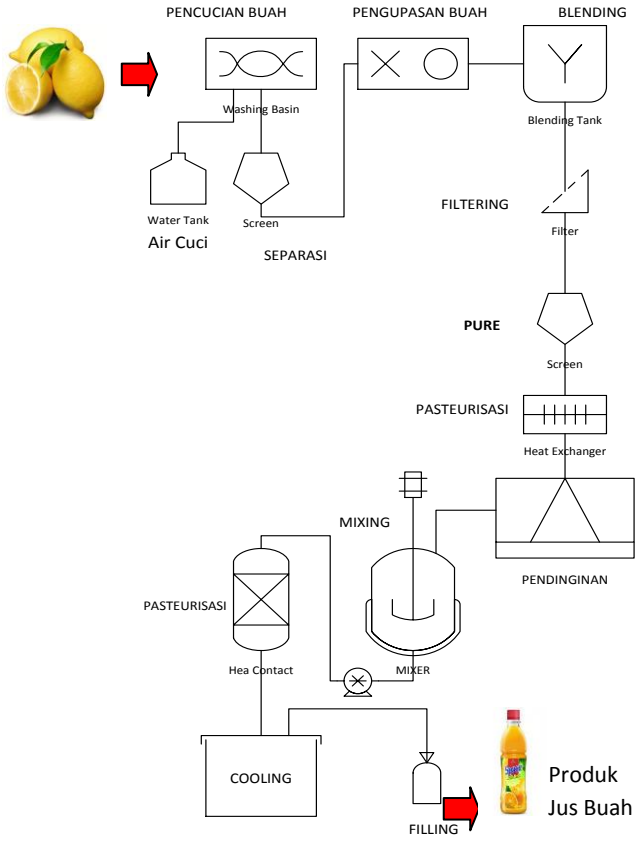
Beberapa metoda yang dapat dipergunakan adalah : 1) Analisis resiko; 2) Pemeriksaan dampak lingkungan; 3) Ketaatan pada peraturan perundangan; 4) Dampak dalam artian bersesuaian dengan standar internal; dan 5) Konsistensi dengan panduan bisnis atau industri yang dikenal dengan cangkok ide.

Suatu aspek dinyatakan nyata atau significant apabila memiliki atau dapat menyebabkan dampak nyata bagi lingkungan. Standar ISO 14001:2004 mendefinisikan dampak lingkungan sebagai setiap perubahan lingkungan, baik merugikan maupun menguntungkan, keseluruhan maupun sebagian yang dihasilkan dari aktifitas, produk, atau layanan suatu organisasi.

Pemeriksaan aspek dan dampak lingkungan seharusnya meliputi empat kunci berikut : a) persya-ratan hukum dan perundangan; b) suatu identifikasi dari aspek lingkungan signifikan; c) suatu pemeriksaan menyeluruh terhadap prosedur dan pengelolaan praktis lingkungan yang ada pada organisasi; d) suatu evaluasi umpan balik dari penyidikan terhadap kejadian terdahulu.Pemeriksaan tersebut mempertimbangkan:1) tingkat dan keparahan dampak; 2) peluang kejadian; dan3) lama pengaruh dampak.

b. Konsep Identifikasi Aspek/Dampak Lingkungan Industri Sari Buah

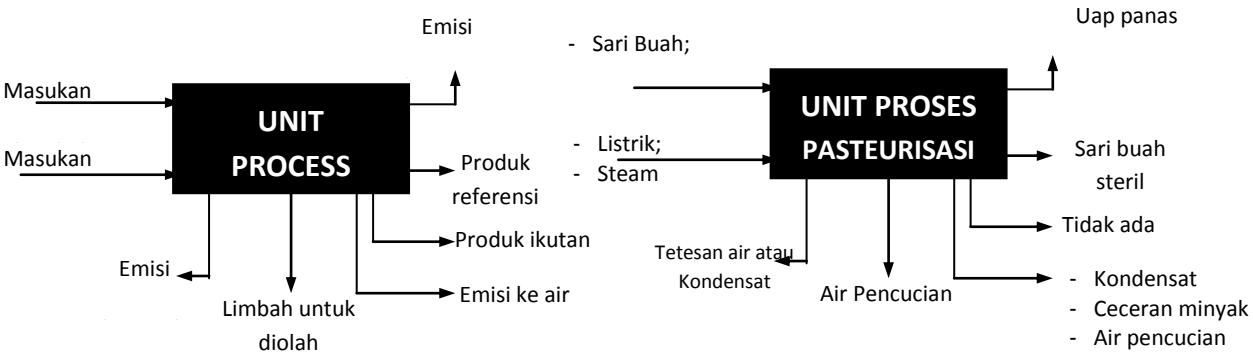
Alur paling mudah merunut aspek/dampak lingkungan adalah dengan mengikuti diagram alir proses industri manufaktur. Proses manufaktur tersebut lalu dipilah-pilah sesuai dengan satuan proses (unit proses). Diagram alir proses pembuatan sari buah pada suatu industri sari buah skala menengah di Indonesia disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses produksi jus buah industri skala kecil-menengah, salah satu pabrik di Indonesia

Aktifitas lain yang ingin ditambahkan dapat dimasukkan ke dalam analisis, termasuk di dalamnya kegiatan pembelian, pengolahan limbah, kegiatan administrati, atau kegiatan lain di luar manufaktur. Kegiatan domestik yang timbul akibat interaksi sosial dan menimbulkan dampak lingkungan tentu tidak lepas dari evaluasi aspek/dampak lingkungan.

Langkah selanjutnya adalah analisis masing-masing unit proses dengan menggunakan pendekatan **Dokumen normatif N16** yang dirumuskan **Sub Comitte 5 TC 207** menggambarkan contoh deskripsi unit proses sebagaimana Gambar 2.



Gambar 2. Contoh uraian satuan proses (ISO/TC 207/SC 5/WG 3, 1997) dan contoh penerapannya

Ke dalam suatu unit proses dapat diidentifikasikan faktor masukan setidaknya terdiridari bahan baku dan enersi, atau jasa yang juga masuk ke dalamnya. Keluaran dari unit proses adalah produk – baik produk utama maupun ikutan – dan limbah. Limbah dapat berupa padat, gas, maupun cair. Aspek lingkungan secara garis besar dapat dibuat dengan mengacu kepada unsur-unsur dari masing-masing unit proses tersebut.

Masukan dalam unit proses dievaluasi berkenaan dengan *aspek penggunaan sumberdaya*. Selain itu pada input juga dapat dievaluasi aspek lain yang bertalian, bila ada.Aspek lingkungan dari bahan baku dapat diarahkan kepada evaluasi dampak lingkungannya, baik bahan tersebut dieksploatasi langsung dari alam ataupun melalui budidaya. Evaluasi dilakukan baik terhadap sumberdaya terbarukan maupun tidak terbarukan. Bahan baku termasuk di antaranya bahan utama dan bahan pembantu. Arah yang ingin dicapai dari evaluasi aspek bahan baku adalah aspek konservasi. Asumsi dasar bahwa konservasi akan membantu kelestarian lingkungan. Aspek lingkungan terhadap enersi dalam unit proses meliputi enersi listrik, pasokan uap panas (steam), *air compressed*, dan sumberlainnya..

Keluaran dalam bentuk limbah dalam unit proses dievaluasi berkenaan dengan *aspek emisi keudara, pembuangan ke badan air, kontaminasi tanah, pengelolaan limbah, dan opini masyarakat sekitarnya*. Filosofi yang ingin dievaluasi dari keluaran adalah memberikan pengaruh negatif sekecil-kecilnya bagi lingkungan.

Sebagai contoh misalnya ambil unit proses *pasteurisasi* pada Gambar 2, di dalam melakukan evaluasi unit proses *pasteurisasi* harus dilakukan pada kondisi pabrik secara nyata. Secara teoritik, tak pernah diperhitungkan tetesan air/kondensat yang terjadi akibat kebocoran pipa. Demikian pula uap panas yang bocor dari *steam pipe line*. Kondisi evaluasi juga harus dilakukan dengan memperhatikan aktifitas lain selain produksi, misalnya pengurasan dan pencucian bejana secara periodik. Air sisa pencucian saat pengurasan termasuk ke dalam aspek yang harus dievaluasi.

Aspek dan dampak lingkungan secara keseluruhan dari perusahaan merupakan gabungan dari seluruh unit proses yang ada di dalamnya. Aspek yang akan dikumpulkan dapat berjumlah ratusan, meskipun demikian masih harus mengalami seleksi signifikansinya. Hanya aspek dan dampak signifikan saja yang akan dibuat sistem pengelolaan lingkungannya.

PENERAPAN MODEL NERACA MASSA PADA IDENTIFIKASI ASPEK/DAMPAK LINGKUNGAN DI INDUSTRI SARI BUAH

Proses produksi minuman sari buah pada salah satu industri menengah di kawasan Tangerang, memiliki dua unit proses produksi yakni produksi *puree* dan produksi jus buah. Produksi *puree* diperuntukkan bagi bahan baku buah lokal atau buah yang dapat diimpor dengan mudah dan berlimpah.

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 2. Analisis Neraca Bahan pada Produksi *Puree* Buah untuk estimasi limbah dan sampah

UNIT PROCESSING	INPUT (MATERIALS)					OUTPUT (MAIN PRODUCTS)					OUTPUT (WASTES)				
	Materials	**Compound**	Volume (Kg)	Input Base (%)	Raw Base (%)	Product	**Compound**	Volume (kg)	Input Base (%)	Raw Base (%)	Waste	**Compound**	Volume (Kg)	Input Base (%)	Raw Base (%)
BAHAN BAKU	Bahan 18.500,00	Buah Segar	15.000,00	81,08%	81,08%	Bahan	Buah Segar	15.000,00	81,08%	81,08%					
		Lidah Buaya	1.500,00	8,11%	8,11%		Lidah Buaya	1.500,00	8,11%	8,11%					
		Daun Pandan	2.000,00	10,81%	10,81%		Daun Pandan	2.000,00	10,81%	10,81%					
		Jumlah Bahan	18.500,00	100,00%	100,00%		Jumlah	18.500,00	100,00%	100,00%		Jumlah			
PENCUCIAN	Bahan 18.500,00 Air 36.000,00	Buah Segar	15.000,00	27,52%	81,08%	Bahan Bersih	Buah Bersih	14.850,00	27,25%	80,27%	Kotoran	Serpihan	770,00	4,16%	4,16%
		Lidah Buaya	1.500,00	2,75%	8,11%		Lidah Bersih	900,00	1,65%	4,86%					
		Daun Pandan	2.000,00	3,67%	10,81%		Pandan Bersih	1.980,00	3,63%	10,70%					
		Air Pencucian	36.000,00	66,06%	194,59%						Air	**Air**	36.000,00	194,59%	194,59%
		Jumlah Pencucian	54.500,00	100,00%	294,59%		Jumlah	17.730,00	32,53%	95,84%	Kotor	Jumlah	36.770,00	198,76%	198,76%
PENGUPASAN	Bahan Bersih 17.730,00 BahanTambahan 1.281,00	Buah Bersih	14.850,00	78,11%	80,27%	Bahan sudah disiang	Buah Kupas	8.850,00	46,55%	47,84%	Limbah Padat	Organik	6.135,00	32,27%	33,16%
		Lidah Buaya Bersih	900,00	4,73%	4,86%		Lidah Bersih	765,00	4,02%	4,14%		Plastik	30,00	0,16%	0,16%
		Daun Pandan Bersih	1.980,00	10,42%	10,70%		Daun Pandan	1.029,60	5,42%	5,57%					
		Natrium Metabisulfit	1,00	0,01%	0,01%		Lar. Na-bisulfit	1.251,00	6,58%	6,76%	Limbah Cair	L. Na-bisulfit	1.251,00	6,58%	6,76%
		Plastik Sampah	30,00	0,16%	0,16%										
		Air Perendam	1.250,00	6,58%	6,76%										
		Jumlah Pengupasan	19.011,00	100,00%	96,01%		Jumlah	11.895,60	62,57%	64,30%		Jumlah	7.416,00	39,01%	40,09%
BLENDING	Bahan sudah siang 11.895,60 Air Bersih	Buah Kupas	8.850,00	48,37%	47,84%	Blended Materials	Pure Buah	8.850,00	81,99%	47,84%	Limbah Cair	Air kotor	7.500,00	41,00%	40,54%
		Lidah Buaya Bersih	765,00	4,18%	4,14%		Lidah Buaya	765,00	7,09%	4,14%					
		Daun Pandan	1.029,60	5,63%	5,57%		Sari Pandan	1.179,60	10,93%	6,38%					
		Air u/ daun pandan	150,00	0,82%	0,81%										
		Air Pencucian Mesin	7.500,00	41,00%	40,54%										
		Jumlah Blending	18.294,60	100,00%	98,89%		Jumlah	10.794,60	100,00%	58,35%		Jumlah	7.500,00	41,00%	40,54%
PENYARINGAN	Blended Materials 10.794,60 Air Bersih	Pure Buah	8.850,00	66,57%	47,84%	Puree Murni	Puree Murni	8.050,00	60,55%	43,51%	Sampah	Organi	800,00	6,02%	4,32%
		Lidah Buaya	765,00	5,75%	4,14%		Puree . Buaya	765,00	5,75%	4,14%					
		Sari Pandan	1.179,60	8,87%	6,38%		Sari Pandan	1.179,60	8,87%	6,38%	Limbah Cair				
		Air Pencucian Mesin	2.500,00	18,80%	13,51%							Air kotor	2.500,00	18,80%	13,51%
		Jumlah Penyaringan	13.294,60	100,00%	71,86%		Jumlah	9.994,60	75,18%	54,02%		Jumlah	3.300,00	24,82%	17,84%
FILLING PURE	Puree Murni 9.994,60	Puree Buah Murni	8.050,00	79,17%	43,51%	Puree Murni	Puree Dikemas	8.115,00	79,81%	43,86%					
		Puree Lidah Buaya	765,00	7,52%	4,14%		L.Buaya Kemas	807,49	7,94%	4,36%					
		Puree Buah Murni	1.179,60	11,60%	6,38%		Sari Pandan	1.245,11	12,25%	6,73%					
		Plastik	65,00	0,64%	0,35%										
		Galon	108,00	1,06%	0,58%										
		Jumlah Filling	10.167,60	100,00%	54,96%		Jumlah	10.167,60	100,00%	54,96%		Jumlah	0,00	0,00%	0,00%
PASTEURISASI +PENDINGINAN	Puree 10.167,60	Puree (non orange)	6.915,00	26,48%	37,38%	Puree Product	Puree Non Orange	6.915,00	26,48%	37,38%	Limbah Cair				
	Air 26.115,00	Pasteurisasi	19.200,00	73,52%	103,78%							Air kotor	19.200,00	73,52%	103,78%
		Jumlah Pasteurisasi	26.115,00	100,00%	141,16%		Jumlah	6.915,00	26,48%	37,38%		Jumlah	19.200,00	73,52%	103,78%
FRESH PRODUCT	Non Pasteurisasi 3.079,60	Pure Orange	1.135,00	36,86%	6,14%	Non Pasteurisasi	Pure Orange	1.135,00	36,86%	6,14%					
		Lidah Buaya	765,00	24,84%	4,14%		Lidah Buaya	765,00	24,84%	4,14%					
		Sari Pandan	1.179,60	38,30%	6,38%		Sari Pandan	1.179,60	38,30%	6,38%					
		Jumlah Freh Product	3.079,60	100,00%	16,65%		Jumlah	3.079,60	126,48%	16,65%		Jumlah	0,00	0,00%	0,00%
						RENDEMEN				**54,02%**	LOSS				**45,98%**

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 3. Analisis Neraca Bahan pada Produksi Jus Buah untuk estimasi limbah dan sampah

UNIT PROCESSING	INPUT (MATERIALS)					OUTPUT (MAIN PRODUCTS)					OUTPUT (WASTES)				
	Materials	**Compound**	Volume (Kg)	Input Base (%)	Raw Base (%)	Product	**Compound**	Volume (Kg)	Input Base (%)	Raw Base (%)	Waste	**Compound**	Volume (Kg)	Input Base (%)	Raw Base (%)
BAHAN BAKU	Bahan 481.787,00	Puree Sendiri	6.915,00	1,44%	1,44%	Raw Materials	Puree Sendiri	6.915,00	52,29%	1,44%					
		Puree Import	1.670,00	0,35%	0,35%		Puree Import	1.670,00	12,63%	0,35%					
		Konsentrat	400,00	0,08%	0,08%		Konsentrat	400,00	3,02%	0,08%					
		Orange Cell	3.040,00	0,63%	0,63%		Orange Cell	3.040,00	22,99%	0,63%					
		Puree Orange	1.200,00	0,25%	0,25%		Puree Orange	1.200,00	9,07%	0,25%					
		Air	400.000,00	83,02%	83,02%										
		Fructose Cair	66.000,00	13,70%	13,70%										
		Pengatur Asam	1.500,00	0,31%	0,31%										
		Natrium Benzoat	100,00	0,02%	0,02%										
		Pewarna	25,00	0,01%	0,01%										
		Pengental	300,00	0,06%	0,06%										
		Perisa	637,00	0,13%	0,13%										
		Jumlah Bahan	481.787,00	99,80%	99,80%		Jumlah	13.225,00	100,00%	2,74%		Jumlah			
THAWING	Bahan 11.625,00	Puree Sendiri	6.915,00	59,48%	1,44%	Bahan Siap Produk	Puree Sendiri	6.850,00	58,92%	1,42%	Sampah	Plastik	65,00	0,56%	0,01%
		Puree Import	1.670,00	14,37%	0,35%		Puree Import	1.500,00	12,90%	0,31%		Kertas	90,00	0,77%	0,02%
		Orange Cell	3.040,00	26,15%	0,63%		Orange Cell	3.000,00	25,81%	0,62%		Kaleng	144,00	1,24%	0,03%
		Jumlah Thawing	11.625,00	100,00%	2,41%		Jumlah	11.350,00	97,63%	2,36%		Jumlah	299,00	2,57%	0,06%
PENIMBANGAN BAHAN PEMBANTU	Bahan 2.590,00	Pengatur Asam	1.500,00	57,92%	0,31%	Bahan Bersih	Pengatur Asam	1.500,00	57,92%	0,31%	Limbah Padat	Plastik	28,00	1,08%	0,01%
		Natrium Benzoat	100,00	3,86%	0,02%		Natrium Benzoat	100,00	3,86%	0,02%					
		Pewarna	25,00	0,97%	0,01%		Pewarna	25,00	0,97%	0,01%					
		Pengental	300,00	11,58%	0,06%		Pengental	300,00	11,58%	0,06%					
		Perisa	637,00	24,59%	0,13%		Perisa	637,00	24,59%	0,13%					
		Kemasan Plastik	28,00	1,08%	0,01%										
		Jumlah Bhn.Pembantu	2.590,00	98,92%	0,53%		Jumlah	2.562,00	98,92%	0,53%		Jumlah	28,00	1,08%	0,01%
MIXING	Total Bahan 379.912,00	Puree	11.350,00	2,99%	2,36%	Jus Buah	Jus Buah	379.912,00	100,00%	78,85%					
		Fructose Cair	66.000,00	17,37%	13,70%										
		Air	300.000,00	78,97%	62,27%										
		Pengatur Asam	1.500,00	0,39%	0,31%										
		Natrium Benzoat	100,00	0,03%	0,02%										
		Pewarna	25,00	0,01%	0,01%										
		Pengental	300,00	0,08%	0,06%										
		Perisa	637,00	0,17%	0,13%										
	Air Bersih	Air Pencucian Mesin	100.000,00	26,32%	20,76%						Limbah Cair	Air kotor	100.000,00	26,32%	20,76%
		Jumlah Mixing	479.912,00	126,32%	99,61%		Jumlah	379.912,00	100,00%	78,85%		Jumlah	100.000,00	26,32%	20,76%

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 3. ***Lanjutan***

UNIT PROCESSING	INPUT (MATERIALS)					OUTPUT (MAIN PRODUCTS)					OUTPUT (WASTES)				
	Materials	**Compound**	Volume (Kg)	Input Base (%)	Raw Base (%)	Product	**Compound**	Volume (Kg)	Input Base (%)	Raw Base (%)	Waste	**Compound**	Volume (Kg)	Input Base (%)	Raw Base (%)
	Jus 227.947,20	Jus Buah	227.947,20	82,00%	47,31%	Jus Buah	Pasteurized Juice	227.947,20	872,86%	47,31%					
	Air 40.000,00	Cooling Tower	40.000,00	14,39%	8,30%						Limbah Cair	Cooling Tower	40.000,00	14,39%	8,30%
		Pencucian Turbular	10.000,00	3,60%	2,08%							Cuci Turbular	10.036,00	3,61%	2,08%
PASTEURISASI		NaOH	24,00	0,01%	0,00%										
DAN		Asam Nitrat	12,00	0,00%	0,00%										
PENDINGINAN		Jumlah Pasteurisasi	277.983,20	99,99%	57,69%		Jumlah	227.947,20	872,86%	47,31%		Jumlah	50.036,00	18,00%	10,39%
	Jus 227.947,20	Pasteurized Juice	227.947,20	57,56%	47,31%	Juice	Bottled Juice	384.012,00	96,97%	79,71%					
		Non Pasteurized	151.964,80	38,37%	31,54%										
	Kemasan	Plastic	4.100,00	1,04%	0,85%										
	Air Bersih	Pendinginan	10.000,00	2,53%	2,08%						Limbah Cair	Pendinginan	10.000,00	2,53%	2,08%
		Pencucian Mesin	2.000,00	0,51%	0,42%							Air kotor	2.000,00	0,51%	0,42%
FILING		Jumlah Filing	396.012,00	42,44%	34,88%		Jumlah	384.012,00	96,97%	79,71%		Jumlah	12.000,00	3,03%	2,49%
	Juice384.012,00	Bottled Juice	384.012,00	97,57%	79,71%	Packed Juice	Packed Juice	393.559,00	100,00%	81,69%	Limbah Padat	Roll Lackband	3,00	0,00%	0,00%
		Karton	9.400,00	2,39%	1,95%										
		Lackband	150,00	0,04%	0,03%										
CARTONING	Kemasan	Jumlah Cartoning	393.562,00	100,00%	81,69%		Jumlah	393.559,00	100,00%	81,69%		Jumlah	3,00	0,00%	0,00%
						RENDEMEN				**78,85%**	LOSS				**21,15%**

Pada kenyataannya, pasokan *puree* dari industri dalam negeri masih sangat kurang sehingga harus disediakan sendiri.

Produksi jus buah merupakan produk akhir, namun dalam tahapan prosesnya ada yang menggunakan *pure* buatan sendiri dan adapula *pure* beli, baik impor dari luar negeri maupun pasokan dari perusahaan dalam negeri. Dengan demikian maka kaji awal lingkungan dilaksanakan dengan dua tahapan.

a) Analisa Keseimbangan Bahan pada Produksi Pure

Bahan baku berasal dari buah-buahan segar yang diterima dalam berbagai kemasan, paling banyak adalah peti kayu, keranjang, dan kertas koran. Selain bagian buah yang tidak dapat dikonsumsi seperti kulit, tangkai, biji dan ampas buah, semua kemasan buah segar berpotensi menjadi sampah.

Pada proses awal yakni pencucian, air pencucian menjadi sumber limbah cair. Limbah cair bukan hanya berisi bahan-bahan organik, pasir, dan kotoran fisik alami, juga potensial mengandung pestisida yang mungkin tercuci bersama air. Air sisa pencucian akan ditemui pada semua tahapan proses, termasuk pencucian bejana yang telah dipakai. Pencucian mesin dan bejana yang menggunakan deterjen, berpeluang besar menyisakan deterjen dalam air buangan.

Analisis yang dilakukan menggunakan neraca bahan pada produksi Pure, menunjukkan bahwa hanya 54,02% bahan baku buah yang menjadi produk, sisanya adalah limbah. Bila input bahan lain disertakan termasuk air, maka 73,52% berpotensi menjadi Limbah/Sampah industri. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 2.

b) Analisa Keseimbangan Bahan pada Produksi Jus Buah

Bahan baku jus buah adalah puree, baik yang diproduksi sendiri maupun yang dibeli. Puree yang dibeli memberikan kontribusi sampah dari kemasan, yakni plastik, kertas dan kaleng. Dampak lingkungan lainnya yang dapat diperoleh dari proses pembelian bahan baku tersebut adalah berasal dari transportasi.

Analisis yang dilakukan menggunakan neraca bahan pada produksi jus buah, menunjukkan bahwa 78,85% bahan dapat terpakai, sisanya adalah limbah. Hasil perhitungan keseimbangan bahan disajikan pada Tabel 3. Rangkuman analisis pada industri pengolahan jus buah secara keseluruhan menghasilkan limbah industri sebagaimana Tabel 4.

Tabel 4. Resume limbah industri pengolahan jus buah skala menengah

UNIT PROCESSING	OUTPUT (SIDE PRODUCTS) Waste	**Compound**	**Environmen-**tal Risk	Volume (Kg)	Porsi (%)	Handling Action
PUREE SECTION						
PENCUCIAN	Padat	Serpihan		770,00	0,33%	Buang ke TPS
	Cair	Air Kotor		36.000,00	15,22%	Saluran IPAL
PENGUPASAN	Padat	Organik		6.135,00	2,59%	Buang ke TPS
		Plastik Sampah		30,00	0,01%	Ke TPS/Dijual
	Cair	Larutan Na-bisulfit		1.251,00	0,53%	Saluran IPAL
BLENDING	Cair	Air kotor	Deterjen	7.500,00	3,17%	Saluran IPAL
PENYARINGAN	Padat	Organik (biji, kulit, daun)		800,00	0,34%	Pupuk
	Cair	Air kotor	Deterjen	2.500,00	1,06%	Saluran IPAL
FILLING PURE	-					
PASTEURISASI	Cair	Air kotor	Hot	19.200,00	8,12%	Saluran IPAL
JUICE SECTION						
THAWING	Padat	Plastik		65,00	0,03%	Buang ke TPS/Jual
		Kertas		90,00	0,04%	Buang ke TPS/Jual
		Kaleng		144,00	0,06%	Buang ke TPS/Jual
PENIMBANGAN	Padat	Plastik		28,00	0,01%	Dipakai Ulang
MIXING	Cair	Air kotor	Chem.mixed	100.000,00	42,27%	Saluran IPAL
PASTEURISASI	Cair	Air Sisa Cooling Tower	Lumut	40.000,00	16,91%	Saluran IPAL
		Pencucian Turbular	Hot	10.036,00	4,24%	Saluran IPAL
FILING	Cair	Air sisa pendinginan		10.000,00	4,23%	Drainase
		Air kotor		2.000,00	0,85%	Saluran IPAL
CARTONING	Padat	*Roll Lackband*		3,00	0,00%	Buang ke TPS

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kaji awal lingkungan adalah bagian dari tahap perencanaan Sistem Manajemen Lingkungan ISO 14001, untuk menetapkan aspek dan dampak lingkungan penting. Kajian ditekankan kepada aspek emisi ke udara, buangan ke badan air, kontaminasi tanah, manajemen sumberdaya, manajemen limbah, dan opini masyarakat.

Analisis menggunakan model keseimbangan bahan yang dilakukan terhadap industri minuman sari buah kapasitas 18,5 Ton per bulan, menghasilkan limbah cair sebesar 66,451 Ton dari produksi *Puree* dan sebanyak 162,036 Ton dari produksi jus. Penggunaan air keseluruhan adalah 1000 Ton. Proses produksi *Puree* menghasilkan limbah padat sebesar 7,705 Ton/bulan dan pada produksi Jus menghasilkan limbah padat sebesar 330 Ton/bulan.

Hasil analisis tersebut lebih lanjut dipergunakan untuk menentukan dampak lingkungan signifikan. Dampak lingkungan singnifikan (penting) selanjutnya dibuatkan program manajemen lingkungannya pada perencanaan ISO 14001.

Saran

Kaji awal lingkungan masih perlu dilengkapi dengan evaluasi aspek emisi ke udara, manajemen limbah, penggunaan sumberdaya, dan evaluasi opini masyarakat sekitar industri. Model keseimbangan bahan dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi aspek emisi ke udara, manajemen limbah, dan manajemen sumberdaya tersebut.

Analisis yang dilakukan pada salah satu industri pengolahan jus buah di Tangerang tersebut menggunakan teknologi sangat sederhana dalam pengolahan limbah cair. Perlu dilakukan penelitian terhadap industri yang melakukan daur ulang air untuk pencucian.

DAFTAR PUSTAKA

Amor, C., M.S. Lucas., A.J. Pirra dan J.A. Peres. 2012. Treatment of concentrated fruit juice wastewater by the combination of biological and chemical processes. *J. Env. Sci.& Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Env. Eng.*. **Volume 47**, **Issue 12**

Black. M.R. 1999. Identifying Environmental Aspects and Impacts. ASQ Quality Press, Milwaukee

Badmos, A.YdanAjimotokan, H.A. 2009. The Corrosion Of Mild Steel In Orange Juice Environment. *Technical Report* NO: 2009-02. Department of Mechanical Engineering, University Of Ilorin, Ilorin, Nigeria

Clements, R.B. 1996. Complete Guide to ISO 14000. Prentice Hall, New Jersey.

Dennis, P. 1997. Quality, Safety, and Environment : Synergy in the 21st Century. ASQC Quality Press, Wisconsin.

Dwiyati, P. 2009. Teknologi Pengolahan Sayur-sayuran dan Buah-buahan. Graha Ilmu, Jakarta

Foster, C. and B. Morton. 2001. Environmental Supply-chain Management: one size doesn't fit all. *The Environmentalist*: 5 pp. 16-18.

ISO 14001: 2004. Environmental management system – Specification with guidance for use.

ISO 14004: 1996. Environmental management system – General guidelines on principles, system and supporting techniques.

Marshall, R. 2001. Sustainable Development – *from theory towards practice*. The Environmentalist: 4 pp. 20-22.

Puri, S.C. 1996. *Stepping up to ISO 14000.* Integrating Environmental Quality with ISO 9000 and TQM. Productivity press, Oregon.

Satuhu, S. 2004. Penanganan dan pengolahan buah.PT Penebar Swadaya, Jakarta.

Tibor, T dan I. Feldman (Ed.). 1997. Implementing ISO 14000 : A practical guide to the ISO 14000 Environmental Management Standards. Irwin Professional Publishing, Singapore.

UNEP. 1991. Audit And Reduction Manual for Industrial Emissions And Wastes. UNEP IE/UNIDO, Vienna.

UNEP. 1992. Hazard Identification and Evaluation in a Local Community. UNEP IE/PAC and APELL, Paris.

UNEP. 1996. Life Cycle Assessment : What it is and how to do it. United Nations Publication, Paris.

Uren, S. 1999. Environmental Supply Chain Management. *Env. Assessment.* Volume 7. Issue 1 pp. 14-16.

IDENTIFIKASI HAMBATAN DAN PERMASALAHAN PENERAPAN KEBIJAKAN SNI DALAM PENGADAAN BARANG DAN JASA PEMERINTAH

Hery Suliantoro[1], Nia Budi Puspitasari[2],Diana Puspitasari[3], Aries Susanti[4], Muhdam Azhar[5]
[1,2,3,4,5]Program Studi Teknik Industri, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang
Email: suliantoro_hery@yahoo.com

ABSTRAKS
Pengadaan barang/jasa pemerintah melalui Perpres No.54 Tahun 2010 dan Perpres No.70 Tahun 2012 menyatakan bahwa dalam menyusun spesifikasi teknis dan menjalin perjanjian/kontrak wajib memaksimalkan penggunaan Standar Nasional Indonesia (SNI). Tujuan dari pengaturan tersebut adalah untuk meningkatkan kemampuan industri dalam negeri agar dapat bersaing dengan produk dari negara lain melalui belanja barang/jasa pemerintah. Melalui penerapan SNI diharapkan dari sisi instansi pemerintah sebagai pengguna akan mendapatkan barang/jasa yang berkualitas dan di lain pihak industri dalam negeri akan terdorong untuk meningkatkan kemampuan produksi barang/jasa yang sesuai standar industri internasional. Sehingga secara bertahap diharapkan mereka akan mampu memenuhi kebutuhan barang/jasa pemerintah melalui belanja pengadaan APBN/APBD.
Namun demikian usaha pemerintah untuk meningkatkan daya saing industri nasional melalui kebijakan penerapan SNI dalam pengadaan barang/jasa belum mampu memberikan hasil yang optimal. Selain proses evaluasi terhadap efektifitas kebijakan tersebut belum pernah dilakukan, permasalahan yang ditemukan juga belum diidentifikasi secara menyeluruh. Penelitian ini melakukan penyusunan profil mengenai tingkat pemenuhan kebijakan penerapan SNI dalam proses pengadaan barang/jasa serta identifikasi permasalahan yang timbul dalam mengimplementasikan kebijakan tersebut.
Penelitian ini melakukan survei terhadap Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) di wilayah Provinsi Jawa Tengah dengan mengambil 205 sampel paket pengadaan barang secara acak. Data paket pengadaan tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam 11 sektor sesuai dengan sektor prioritas dalam Program Genap SNI. Kemudian dilakukan analisis dengan memberikan kuesioner dan wawancara kepada PPK yang berada di dalam lingkungan SKPD tersebut.
Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebijakan penerapan produk bersertifikat SNI dalam pengadaan belum efektif diterapkan dengan tingkat pemenuhan hanya 28%. Hambatan penerapan kebijakan SNI tersebut antara lain belum tersedianya aturan internal mengenai penggunaan barang ber-SNI, tidak adanya tekanan pemerintah dalam bentuk sangsi kepada pengguna, komunikasi dan kolaborasi yang tidak berjalan baik antara pelaku industri dengan instansi pemerintah untuk memperkenalkan produk bersertifikat SNI, serta rendahnya minat pengguna terhadap produk dalam negeri yang bersertifikat SNI.

Kata kunci**:** *Pemerintah, Pengadaan Barang/Jasa, SNI*

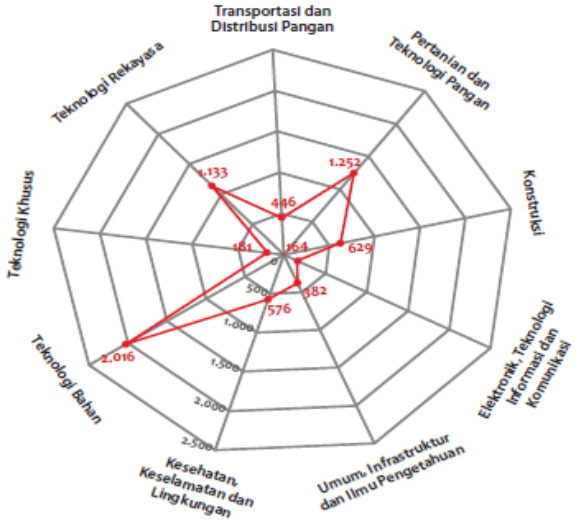
PENDAHULUAN

Salah satu hal penting yang menjadi pembahasan di awal periode 2010 adalah pemberlakukan CAFTA (*China-Asean Free Trade Area*). Bagi Indonesia, selain memperoleh keuntungan dari diberlakukannya nota kerja sama tersebut, berbagai tantangan juga harus di hadapi. Terdapat dua isu utama yang harus ditanggapi, yaitu (1) bagaimana memperkuat dan meningkatkan daya saing produk-produk nasional di pasar ekspor ASEAN sekaligus menahan laju agresivitas produk-produk Cina yang masuk ke pasar domestik, serta (2) mencegah beredarnya produk-produk Cina yang membahayakan keamanan dan keselamatan masyarakat yang menggunakan dan mengonsumsi produk-produk tersebut.

Berdasarkan informasi yang dihimpun melalui penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim dkk (2010). Hasil penelitian me-nunjukkan bahwa, CAFTA memberikan peluang bagi peningkatan komoditas ekspor Indonesia. Namun demikian, kinerja ekspor Indonesia dalam masa pengamatan menun-jukkan penurunan daya saing, seperti di-tunjukkan dengan penurunan pangsa komo-ditas ekspor Indonesia yang berdaya saing tinggi dan didukung dengan indikator keter-kaitan *intra-industry*. Berdasarkan data yang dirilis oleh BPS pada tahun 2011, Indonesia mengalami defisit dalam aktivitas impor-ekspor dengan nilai pertumbuhan impor men-capai 54,97% sedangkan nilai partumbuhan ekspor hanya mencapai 25,08%. Oleh sebab itu, pemerintah melalui Badan Standardisasi Nasional (BSN) menerapkan Standard Nasio-nal Indonesia (SNI) untuk merespon isu-isu tersebut.

Pelaksanaan penerapan SNI dalam industri dalam negeri bukanlah hal mudah sebab memprasyaratkan komitmen dan kesanggupan pelaku industri. Menurut Pujiastuti dan Tampubolon

(2010) bahwa hasil sensus menunjukkan bahwa Industri yang menerapkan standar sebanyak 3.914 industri (sekitar 13%), termasuk diantaranya industri yang menerapkan SNI yaitu sebesar 2.971 industri (9.8%) dengan rincian industri skala besar adalah 1.397 industri (4.6%) dan industri skala sedang sebesar 1.574 industri (5.2%). Dari sekitar 6.839 SNI yang telah dirilis oleh BSN, hanya 20% yang sudah diterapkan dalam bidang industri. (BSN, 2010).



Gambar 1. SNI yang Telah Dirilis oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN)

Sebagai langkah konkrit dalam me-nanggulangi dampak negatif yang diakibatkan oleh CAFTA terhadap ke-pentingan nasional serta guna mendukung program pemerintah dalam pengingkatan penerapan SNI, maka BSN atas penunjukan oleh pemerintah sebagai koordinator telah menyusun 11 langkah Gerakan Nasional Penerapan SNI (Genap SNI) sebagai suatu program edukasi publik penerapan SNI. Salah satu tujuan dilak-sanakannya Genap SNI adalah untuk meng-amankan pasar dalam negeri dari serbuan produk China melalui penerapan standar (BSN, 2011).

Terlihat salah satu upayanya tertuang pada poin ke tujuh Genap SNI yang menye-butkan "Mengefektifkan pember-lakukan Perpres No. 54 tahun 2010 terkait ketentuan penggunaan SNI untuk pengadaan barang dan jasa oleh pemerintah". Peraturan Presiden (Perpres) No. 54 tahun 2010 ke-mudian diperbarui menjadi Perpres No. 70 tahun 2012. Hal ini menunjukkan bahwa pemerintah telah berupaya serius memberikan prioritas bagi penggunaan produk dalam negeri yang telah bertanda SNI, terutama dalam hal pengadaan barang dan jasa pemerintah.

Berdasarkan data Kementerian Ke-uangan mencatat realisasi belanja pemerintah hingga semester I 2012 mencapai Rp 629,4 triliun atau 40,7 persen dari pagu Anggaran Pendapatan Belanja Negara Perubahan 2012 sebesar Rp1.548,3 triliun. Angka tersebut terdiri dari realisasi belanja pemerintah pusat sebesar Rp393,9 triliun atau 36,8 persen dari pagu Rp1.069,5 triliun, belanja pegawai Rp104,1 triliun atau 49 persen dari pagu Rp 212,3 triliun, belanja barang Rp41,8 triliun atau 22,4 persen dari pagu Rp186,6 triliun dan belanja modal Rp30,6 triliun atau 18,2 persen dari pagu Rp168,7 triliun. (Antara online, 2012). Berdasarkan informasi tersebut di-ketahui bahwa jumlah yang dialokasikan pemerintah pusat untuk belanja barang/jasa non-investasi sangat besar dan sebagian besar dilaksanakan melalui proses pengadaan barang/jasa.

Berdasarkan hasil pengamatan awal mengenai pelaksanaan pengadaan barang/jasa di beberapa instansi pemerintah di Jawa Tengah sampai dengan tahun 2012 secara umum menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna barang/jasa di Kementerian, Lem-baga, Dinas dan Instansi (K/L/D/I) belum menerapkan ketentuan persyaratan SNI dalam kontrak pengadaan. Beberapa faktor awal yang berhasil diidentifikasi secara kualitatif adalah masih terbatasnya informasi mengenai produk-produk yang bersertifikat SNI dari instansi terkait, keraguan terhadap kualitas produk lokal serta masih kuatnya *image* merek produk asing.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk (1) membuat profil atas tingkat pemenuhan dari pengadaan barang dan jasa pemerintah yang tertuang dalam 11 sektor Genap SNI terhadap penggunaan atau pembelian produk dalam negeri yang telah memenuhi SNI dan (2) Membuat

analisis SWOT dari penerapan penggunaan produk ber-SNI dalam proses pengadaan barang dan jasa pemerintah.

METODE PENELITIAN

Model

Penelitian ini mengacu pada model adopsi teknologi yang dikeluarkan oleh Alzougool dkk (2008) yang diperlihatkan pada Gambar 2. Model tersebut kemudian dijabarkan sehingga memperoleh konstruk, dimensi, dan elemen untuk penelitian. Pengembangan juga dengan menggunakan rujukan model yang dikembangkan oleh Al-Qirim (2007), Prayudi (2007), dan Fathian dkk (2008).

Gambar 2. Model Kerangka Adopsi EC Alzougool

Untuk konstruk, dimensi, dan elemen penelitian diperlihatkan oleh Tabel 1.

Perolehan elemen penelitian selan-jutnya digunakan dalam variabel dalam menyusun faktor analisis SWOT. Penyusunan analisis SWOT berdasarkan kuesioner yang diberikan kepada PPK. Penunjukan PPK sebagai responden berdasarkan teknik *purposive sampling*.

Penyusunan kuesioner untuk SWOT bersifat tertutup dan terbuka. Pada kuesioner pertanyaan tertutup disajikan dalam skala likert, yaitu responden diminta menilai tang-gapan pernyataan faktor-faktor yang mem-pengaruhi efektivitas penerapan kebijakan produk ber-SNI dalam pengadaan barang/jasa pemerintah dengan satu pilihan jawaban yang dianggap sesuai. Terdapat 3 pilihan jawaban, yaitu setuju, ragu-ragu, dan tidak setuju (Santoso, 2005). Sedangkan untuk jenis pertanyaan terbuka disiapkan untuk menggali informasi lebih dalam berkaitan dengan SNI dalam pengadaan barang/jasa pemerintah.

Indikator

Dalam menentukan tingkat efektivitas digunakan perbandingan realisasi dan rencana hasil kinerja pemerintah.apabila semakin tinggi realisasi menunjukkan pencapaian kinerja yang semakin baik. Dalam hal ini pencapaian efektivitas yang diharapkan (rencana) adalah sebesar 100%. Semakin tinggi nilai rasio efektivitas yang diperoleh berarti kinerja pemerintah dapat dikatakan semakin efektif. Begitupun sebaliknya, apa-bila nilai efektivitas semakin rendah maka kinerja pemerintah dapat di-katakan tidak efektif (Lembaga Administrasi Negara, 2003).

Dimana pengertian efektivitas pe-merintahan (*government effectiveness*) merujuk dengan menangkap persepsi kualitas

Tabel 1. Konstruk, Dimensi, dan Elemen Model Penelitian

Konstruk	Dimensi	Elemen
Kesiapan Nasional	Dukungan Pemerintah	Ketersediaan regulasi dan peraturan pendukung
		Komitmen Pemerintah
		Ketersediaan pedoman pelaksanaan SNI
		Ketersediaan badan standardisasi
		Ketersediaan infrastruktur nasional
	Ketersediaan Fasilitas Pendukung	Ketersediaan sarana teknologi dan komunikasi
		Dukungan untuk meningkatkan keahlian tenaga kerja
Kesiapan Organisasi	Persepsi Organisasi (Tata Kelola)	Budaya organisasi
		Integrasi dengan strategi pemasaran
		Mempunyai aturan yang jelas
		Tanggung jawab dan akuntabilitas
		Kesiapan menghadapi isu
	Sumber Daya Organisasi	Ketersediaan sumber daya manusia
		Ketersediaan sumber daya financial
		Sarana teknologi dan teknis
	Sistem Manajemen Organisasi	Dukungan manajemen puncak
		Tantangan inovasi
	Persepsi Teknologi	Persepsi manfaat (keuntungan relatif)
		Kesesuaian
Kesiapan Industri	Ketersediaan Standar dalam Industri	Ketersediaan jaringan informasi
	Kesiapan Rekan Bisnis	Hubungan komunikasi
		Kolaborasi antar rekan kerja
	Persepsi Tingkat Kepercayaan di kalangan Pemain Industri	Perusahaan mempunyai hubungan yang kuat dan saling percaya terhadap mitra dagang
		Mitra dagang bersedia berkolaborasi serta berbagi informasi
Tekanan Lingkungan	Tekanan Lingkungan Internal	Dorongan untuk menjadi yang terbaik
		Dorongan menjadi trend dalam penerapan SNI
	Tekanan Lingkungan Eksternal	Tekanan Pesaing
		Tekanan Konsumen
		Tekanan Pemerintah

pelayanan publik, kualitas pelayanan sipil dan tingkat independensinya dari tekanan politik, kualitas formulasi dan implementasi kebi-jakan, dan kredibilitas komitmen pemerintah terhadap kebijakan tersebut (Kufmann dkk, 2010).

Sampel

Penelitian ini menggunakan data berupa paket pengadaan yang dibatasi pada pengadaan barang di LPSE Provinsi Jawa Tengah tahun anggaran 2012 dengan nilai pagu lebih dari Rp 100.000.000,00. Dengan menggunakan persamaan yang dipopulerkan oleh Slovin (Santoso, 2005) dengan ukuran populasi (N) sebanyak 417 paket barang dengan tingkat kesalahan (e) 5% atau 0,05 maka diperoleh ukuran sampel (n) untuk penelitian sebesar 205 sampel. Sampel ditentukan secara acak (*random sampling*).

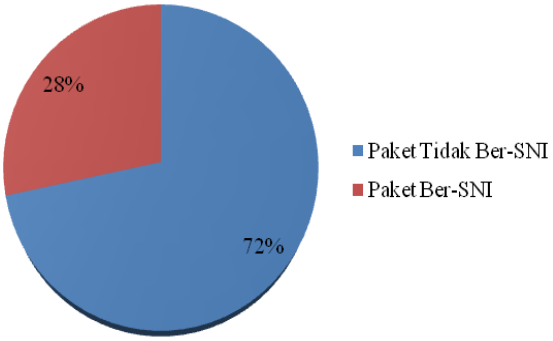
PEMBAHASAN

Pembuatan profil didasarkan atas survei yang dilakukan terhadap data dokumen paket pengadaan barang yang ada. Hasil survei tersebut menghasilkan data sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Survei Terhadap Dokumen Paket Pengadaan Barang

Jumlah paket pengadaan mempersyaratkan SNI	58
Jumlah paket pengadaan tidak mempersyaratkan SNI	147
Total paket pengadaan	205

Berdasarkan tabel tersebut dapat dibuat kesimpulan dengan diagram yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Jumlah Paket Pengadaan Mensyaratkan SNI

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa paket pengadaan yang memberikan syarat SNI terhadap barang yang dibutuhkan hanya sekitar 28%. Oleh karena itu, berdasarkan Skala Pengukuran Efektivitas Kinerja Instansi Pemerintah, maka dapat disimpulkan bahwa kebijakan pemerintah tentang pemberian syarat SNI terhadap pengadaan barang/jasa pemerintah, dalam hal ini adalah Perpres No.54 Tahun 2010 tidak efektif dengan nilai efektivitas hanya 28%.

Dalam memeriksa dokumen paket pengadaan, selanjutkan setiap paket dija-barkan kebutuhan barang yang diinginkan kemudian diklasifikasikan ke dalam 11 sektor yang termasuk dalam Program Genap SNI.

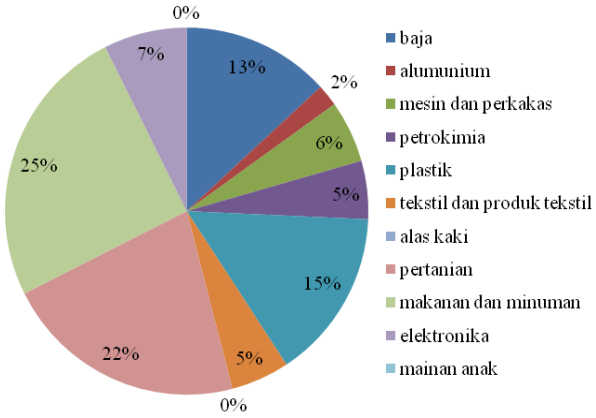
Tabel 3 menunjukkan kontribusi peme-nuhan jenis barang ber-SNI tiap sektor untuk mendukung kebijakan pemerintah yang harus direalisasikan dalam dokumen paket pengadaan. Untuk melihat proporsi setiap sektor diperlihatkan dalam Gambar 4.

Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa setiap sektor mempunyai proporsi kontribusi yang berbeda-beda. Beberapa sektor bahkan menyumbang tingkat kontribusi sebanyak 0%, artinya dalam dokumen paket pengadaan yang menginginkan barang pada sektor tersebut tidak mensyaratkan SNI.

Tabel 3. Kontribusi Syarat SNI per Sektor

No.	Sektor	Presentase Pemenuha (%)	Presentase Kontribusi (%)
1	Baja	52,38	13,15
2	Alumunium	7,69	1,93
3	Mesin dan Perkakas	21,84	5,48
4	Petrokimia	20,46	5,14
5	Plastik	60	15,06
6	Tekstil dan Produk Tekstil	20,69	5,19
7	Alas Kaki	0	0
8	Pertanian	86,07	21,61
9	Makanan dan Minuman	99,69	25,03
10	Elektronika	29,46	7,40
11	Mainan Anak	0	0
Total			100

Sektor yang menyumbang kontribusi terbanyak ialah sektor makanan dan minuman serta sektor pertanian. Hal itu disebabkan kebutuhan dan jumlah SNI akan sektor tersebut relatif tinggi



Gambar 4.Diagram Lingkaran Kontribusi 11 Sektor dalam Syarat SNI dalam Pengadaan Barang/Jasa

Rendahnya tingkat efektivitas kebijakan pemerintah tentang pemberian syarat SNI dalam pengadaan barang/jasa pemerintah dapat disebabkan oleh banyak faktor, di antaranya ialah berkaitan dengan jenis dan konten barang yang diinginkan pengguna. Dalam hal ini, Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) selaku pihak yang bertugas untuk menyusun spesifikasi teknis dan persyaratan barang yang diadakan bertindak dengan menyesuaikan kualifikasi barang yang diinginkan.

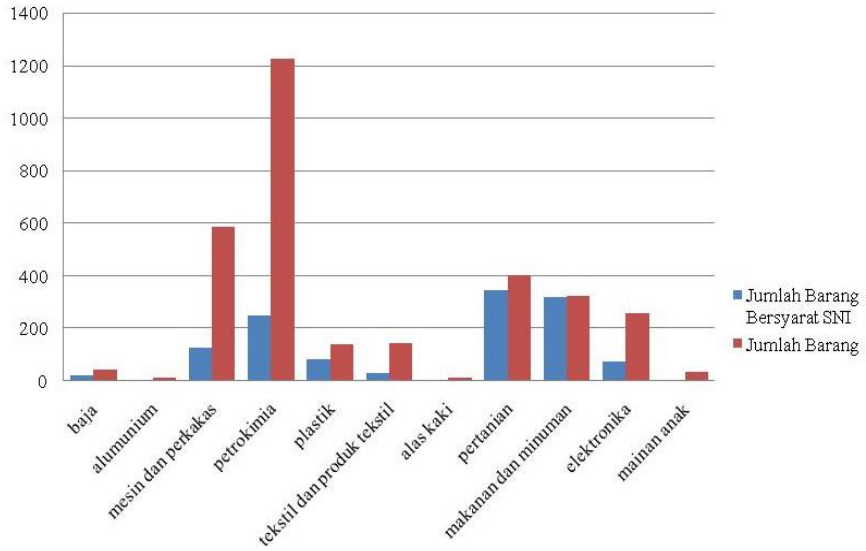
Selain melihat kontribusi tiap sektor, perlu diketahui tingkat penggunaan masing-masing sektor. Untuk mengetahui berapa besar tingkat penggunaan syarat produk bersertifikatSNI pada masing-masing sektor yang terdapat pada dokumen paket pengadaan diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Presentase Jumlah Barang Bersyarat SNI dalam Paket Pengadaan

No.	Sektor	Jumlah Barang Bersyarat SNI	Jumlah Barang dalam Paket	Presentase (%)
1	Baja	22	42	52,38
2	Alumunium	1	13	7,69
3	Mesin dan Perkakas	128	586	21,84
4	Petrokimia	251	1227	20,46
5	Plastik	84	140	60
6	Tekstil dan Produk Tekstil	30	145	20,69
7	Alas Kaki	0	15	0
8	Pertanian	346	402	86,07
9	Makanan dan Minuman	321	322	99,69
10	Elektronika	76	258	29,46
11	Mainan Anak	0	34	0
12	Sektor Lain	78	148	52,7
	Total	1337	3332	

Untuk efektivitas masing-masing ditunjukkan dengan membandingkan antara jumlah barang yang dibutuhkan per sektor yang dicantumkan dalam dokumen pengadaan dengan jumlah barang yang menunjukkan syarat SNI. Sehingga diperoleh presentase untuk sektor baja 52,38%, sektor alumunium 7,69%, mesin dan perkakas 21,84%, sektor petrokimia 20,46%, sektor plastik 60%, sektor tekstil dan produk tekstil (TPT) 20,69%, sektor pertanian 86,07%, sektor makanan dan minuman 99,69%, sektor elektronika 29,46%. Sedangkan dari sektor alas kaki dan sektor mainan anak masing-masing 0%. Dalam data tersebut juga ditemukan sejumlah barang yang tidak termasuk ke dalam golongan 11 sektor yang ada dala program Genap SNI. Namun, sebesar 52,7% barang yang diinginkan ternyata mensyaratkan SNI sebagai standar yang harus dipenuhi.

Dalam Tabel 4 juga memperlihatkan jumlah barang yang dibutuhkan untuk masing-masing sektor. Dimana jumlah barang paling banyak ialah sektor petrokimia yaitu sebesar 1227 barang dan jumlah barang paling sedikit berada pada sektor alumunium dengantotal 13 barang. Sedangkan untuk sektor lainnya, masing-masing adalah sektor baja 42 barang, sektor mesin dan perkakas 586, sektor plastik 140 barang, sektor tekstil dan produk tekstil (TPT) 145 barang, sektor alas kaki 15 barang, sektor pertanian 402 barang, sektor makanan dan minuman 322 barang, sektor elektronika 258 barang, serta sektor mainan anak 34 barang. Untuk sektor lain di luar 11 sektor Genap SNI terdapat 148 barang yang diinginkan.



Gambar 5. Diagram Batang Perbandingan Jumlah Barang Bersyarat SNI per Sektor

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa sektor dengan jumlah jenis barang terbanyak mengarah pada sektor petrokimia, diiukti oleh sektor mesin dan perkakas, kemudian sektor pertanian, sektor makanan dan minuman, dan sektor elektronika.

Sektor petrokimia merupakan sektor dengan jumlah barang dibutuhkan terbanyak, mencapai 1227 jenis barang. Namun, kon-tribusi dalam pemenuhan barang ber-SNI hanya sekitar 5,14%. Penyumbang kebutuhan terbanyak merupakan bahan kimia kedokteran yang dibutuhkan oleh Dinas Kesehatan dan rumah sakit – rumah sakit pemerintah. Nilai tersebut dapat terjadi karena minimnya jumlah SNI yang dirilis oleh BSN, yakni berjumlah357. Hal tersebut tidak sebanding dengan jumlah jenis petrokimia yang beredar. Selain itu, juga terdapat ketergantungan dengan pro-duk kimia dari luar negeri, terlebih untuk barang-barang yang tidak diproduksi di dalam negeri. Namun, produk tersebut sudah mem-punyai standar tersendiri, seperti ISO

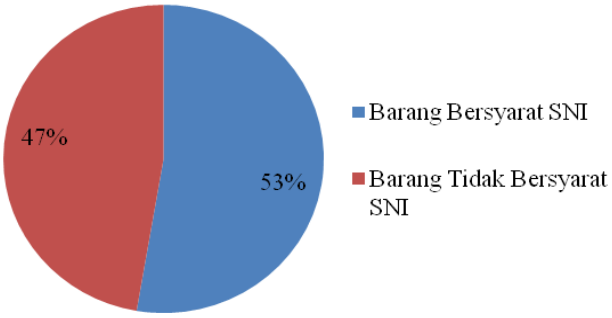
Sektor yang juga signifikan adalah sektor baja dan sektor plastik meskipun tingkat kebutuhan kedua sektor tersebut dalam pengadaan barang/jasa pemerintah relatif sedikit, yaitu 42 jenis barang untuk sektor baja dan 140 jenis untuk sektor plastik. Namun, sektor plastik mempunyai kontribusi yang cukup tinggi, yaitu mencapai 15,06%. Se-dangkan untuk sektor baja mencapai 13,15%.

Sektor dengan tingkat kebutuhan tinggi tetapi mempunyai tingkat kontribusi yang rendah ialah sektor mesin dan perkakas serta sektor elektronika. Sektor mesin dan perkakas serta sektor elektronika terkendala keter-sediaan barang dalam negeri, karena masih banyak mesin dan elektronika yang di-butuhkan tetapi belum diproduksi di dalam negeri. Kendala kedua sektor juga berada pada persepsi konsumen atau pengguna akan pro-duksi dalam negeri untuk jenis barang dalam kedua sektor tersebut masih dianggap kurang baik, atau kalah saih dibandingkan dengan standar kualitas yang dimiliki oleh produk dari luar negeri. Oleh karena itu, keduanya menyumbangkan kontribusi masing-masing 7,4% untuk sektor elektronika, sedangkan untuk sektor mesin dan perkakas hanya 5,48%.

Sektor yang mempunyai nilai kontribusi pemenuhan barang berSNI dan jumlah konsumsi yang rendah adalah sektor alas kaki dan mainan anak. Hal ini salah satunya disebabkan kebutuhan pemerintah akan barang-barang dalam sektor tersebut juga rendah. Untuk sektor mainan anak hanya 1,02% dari total kebutuhan jenis barang yang ada, sedangkan untuk sektor alas kaki hanya 0,45%.

Di dalam penelitian juga ditemukan kebutuhan barang-barang di luar kategori 11 sektor Genap SNI, seperti terlihat pada tabel 4.yang dalam hal ini dikategorikan dalam sektor lain, di antaranya berupa alat-alat kedokteran / kesehatan, alat transportasi, tek-nologi kayu, teknologi kertas, dan bahan konstruksi

dan bangunan. Namun, sektor tersebut mempunyai nilai pemenuhan yang cukup tinggi, yaitu sebesar 53% sesuai yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Lingkaran Perbandingan Jumlah Barang Bersyarat SNI Pada Sektor Lain

Rendahnya tingkat pemenuhan syarat SNI pada masing-masing sektor juga dipengaruhi oleh adanya standar lain yang menjadi rujukan oleh masing-masing SKPD dalam melakukan pengadaan. Spesifikasi teknis yang disyaratkan dalam dokumen pengadaan mencantumkan standar yang dirilis oleh badan standar tertentu. Misalnya pada sektor mesin dan perkakas. Pada pengadaan mesin penggiling padi (*rice milling*) yang diadakan oleh Dinas Ketahanan Pangan memerlukan laporan uji (*test report*) dari lembaga sertifikasi terkait sebagai pedoman dalam menyusun spesifikasi teknis. Selain itu, terdapat pula laporan uji laboratorium sebagai standar yang digunakan dalam menyusun spesifikasi teknis. Sebagai contoh dalam pengadaan produk tekstil, terdapat berbagai ketentuan standar laboratorium tentang uji tarik, ketahanan warna, dan sebagainya se-bagai pedoman dalam menyusun spe-sifikasi. Oleh karena itu, secara teknis syarat SNI tidak disertakan sebab bagi PPK, ke-tentuan yang sesuai dengan standar atau laporan uji laboratorium yang menjadi rujukan SKPD terkait dianggap sudah cukup mewakili.

Dalam menganalisis gejala yang terjadi digunakan SWOT. Analisis SWOT dida-sarkan atas kuesioner yang disusun dengan mengacu pada model yang dibuat oleh Alzougol dkk (2008) serta disebarkan kepada 30 responden. Responden merupakan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) dari SKPD di Provinsi Jawa Tengah. Selain menyebarkan kuesioner, SWOT juga diperoleh dari wa-wancara kepada pihak tersebut. Adapun pengisian kuesioner menghasilkan SWOT sebagai berikut.

Kekuatan (*Strengths*)

Adapun yang menjadi kekuatan ter-hadap pelaksanaan kebijakan penerapan SNI terhadap pengadaan barang/jasa pemerintah adalah sebagai berikut.

1) Instansi memiliki budaya organisasi yang mendorong efektivitas kebijakan penerapan produk bersertifikatSNI pada pengadaan barang/jasa pemerintah (56,67% responden setuju).
2) Terdapat upaya dari Pimpinan Instansi untuk turut serta mempromosikan penggunaan pro-duk dalam negeri yang ber-SNI (56,67% responden setuju).
3) Pimpinan Instansimempunyai tanggung jawab terhadap kebijakan yang berkaitan dengan penggunaan produk bersertifikatSNI dalam pengadaan barang/jasa (83,33% responden setuju).
4) Instansimempunyai tenaga teknis yang dikhususkan untuk pengadaan barang/jasa serta mengetahui segala aturan yang terkait (83,33% responden setuju).
5) Instansimempunyai modal/alokasi anggaran yang cukup untuk memperoleh barang-barang bersertifikatSNI (53,33% res-ponden setuju).
6) Instansi mempunyai sarana teknologi untuk mengetahui informasi yang ber-kaitan dengan barang/jasa yang dibu-tuhkan sudah memiliki SNI (80% responden setuju).
7) Pimpinan Instansimendukung dan berkomitmen untuk mematuhi aturan untuk memperoleh barang dalam negeri yang bersertifikatSNI (73,33% responden setuju).
8) Pimpinan Instansimemiliki kemampuan untuk mengikuti kemajuan teknologi dan inovasi terhadap barang/jasa yang sudah memiliki SNI (86,67% responden setuju).
9) Pimpinan Instansimemahami manfaat penggunaan barang/jasa yang ber-SNI baik bagi instansi pemerintah maupun kemajuan industri nasional secara luas (93,33% responden setuju).
10) Pimpinan Instansitelah mengetahui dan siap menghadapi segala isu yang beredar di masyarakat, seperti mengenai CAFTA dan dampak-nya terhadap industri dalam negeri (73,33% responden setuju)

Kelemahan (*Weaknesses*)

Adapun yang menjadi kelemahan terhadap pelaksanaan kebijakan penerapan SNI terhadap pengadaan barang/jasa peme-rintah adalah sebagai berikut.

1) Banyak Pimpinan Instansiyang belum mempunyai aturan internal (baik secara tertulis maupun tidak) mengenai pe-nerapan penggunaan barang bersertifikatSNI dalam setiap pemanfaatan anggaran. (60% responden setuju)
2) Hubungan komunikasi antara pelaku industri dengan instansi pemerintah untuk memperkenalkan produk barang/jasa yang ber SNI belum berjalan dengan baik. (53,33% responden setuju)
3) Belum terjadi kolaborasi yang baik antar pelaku industri dengan instansi pemerintah untuk mendorong penggunaan produk barang/jasa bersertifikatSNI. (53,33% responden setuju)
4) Pengguna masih memiliki persepsi atau kepercayaan yang lebih baik terhadap kualitas produk luar negeri daripada produk dalam negeri.

Faktor dominan dalam faktor internal ialah tersedianya regulasi yang jelas dari pemerintah pusat terhadap penerapan SNI dalam pengadaan barang/jasa pemerintah, tersedia pedoman atau petunjuk teknis dalam penerapan SNI bagi pelaku industri dalam negeri, tersedia badan khusus di dalam negeri yang berperan dalam menciptakan standar untuk produk industri, serta pemahaman PPK atau pengguna akan manfaat penggunaan barang/jasa yang ber-SNI baik bagi instansi pemerintah maupun kemajuan industri nasional secara luas.

Peluang (*Opportunities*)

Adapun yang menjadi peluang pelaksanaan kebijakan penerapan SNI ter-hadap pengadaan barang/jasa pemerintah adalah sebagai berikut.

1) Tersedia regulasi yang jelas dari pe-merintah pusat terhadap penerapan SNI dalam pengadaan barang/jasa peme-rintah, regulasi berupa aturan tertulis (90% responden setuju).
2) Adanya komitmen dari pemerintah untuk mendukung penerapan SNI dalam produk industri dalam negeri melalui pengadaan barang/jasa pemerintah (63,33% res-ponden setuju).
3) Tersedia pedoman atau petunjuk teknis dalam penerapan SNI bagi pelaku industri dalam negeri (93,33% res-ponden setuju).
4) Tersedia badan khusus di dalam negeri yang berperan dalam menciptakan standar untuk produk industri, dalam hal ini adalah BSN (90% responden setuju).
5) Tersedia sarana teknologi dan komu-nikasi sebagai akses pendukung penerap-an SNI (76,67% responden setuju).
6) Terdapat sosialisasi dan pelatihan dari pemerintah mengenai penerapan SNI bagi semua pemangku kepentingan, dari pihak industri, penyedia maupun peng-guna barang/jasa, serta pejabat terkait (80% responden setuju).
7) Infrastruktur dalam negeri telah memenuhi kebutuhan pelaku industri dalam upaya mendorong penerapan SNI (66,67% responden setuju)
8) Industri memiliki sistem informasi yang memberikan akses informasi bagi instansi pemerintah mengenai produk barang / jasa yang bersertifikatSNI (76,67% responden setuju)
9) Terjalin hubungan yang kuat dan saling percaya antara perusahaan atau penyedia serta mitra dagang terhadap PPK / Pengguna dalam meng-usahakan produk ber-SNI (66,67% res-ponden setuju)
10) Mitra dagang bersedia berkolaborasi serta berbagi informasi kepada peserta lelang dan pengguna barang/jasa berkaitan dengan produk bersertifikatSNI (76,67% res-ponden setuju).
11) Terdapat trend untuk lebih menginginkan instansi pemerintah menggunakan barang/jasa yang telah bersertifikatSNI dalam me-lengkapi fasilitas pelayanan publik se-hingga SNI akan menjadi suatu kebu-tuhan (86,67% responden setuju).
12) Terdapat keinginan kuat dari internal instansi, masyarakat/publik atau pelaku usaha yang menginginkan penggunaan barang/jasa yang bersertifikatSNI di instansi pemerintah sehingga SNI akan menjadi suatu prioritas (66,67% responden setuju).
13) Pelaku usaha/Industri telah banyak menawarkan produk yang kompetitif kepada instansi pemerintah mengenai barang/jasa yang sudah bersertifikatSNI sehingga produk yang ditawarkan terjamin kua-litasnya (76,67% responden setuju).

Ancaman (*Threats*)

Adapun yang menjadi ancaman pelak-sanaan kebijakan penerapan SNI terhadap pengadaan barang/jasa pemerintah adalah sebagai berikut.

1) Tidak adanya tekanan dari pengguna barang/jasa baik instansi maupun masyarakat kepada Pimpinan Instansiuntuk bisa memperoleh barang yang bersertifikatSNI sehingga menurunkan minat terhadap produk dalam negeri yang ber-SNI (63,33% responden setuju).
2) Tidak adanya tekanan dari pemerintah kepada Pimpinan Instansiuntuk bisa memperoleh barang yang bersertifikatSNI sehingga aturan yang sudah ada akan bersifat sangat lemah (63,33% responden setuju).
3) Munculnya sertifikat SNI palsu yang dimiliki oleh penyedia dapat menurunkan kepercayaan terhadap penggunaan barang-barang bersertifikatSNI.

Faktor yang dominan dalam faktor eksternal ialah adanya trend dari masyarakatyang lebih menginginkan instansi pemerintah menggunakan barang/jasa yang telah ber-SNI dalam melengkapi fasilitas pelayanan publik, tawaran pelaku usaha/Industri akan produk ber-SNI sudah beragam dan kompetitif, serta pihak industri/perusahaan memiliki sistem informasi yang memberikan akses informasi bagi instansi pemerintah mengenai produk barang/jasa yang ber-SNI.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pem-bahasan yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil survei terhadap penerapan kebijakan SNI dalam pengadaan barang/jasa Pemerintah Provinsi Jawa Tengah menunjukkan tingkat yang masih rendah yaitu sebesar 28%. Kontribusi masing-masing sektor adalah sektor baja 13,15%, alumunium 1,93%, mesin dan perkakas 5,48%, petrokimia 5,14%, plastik 15,06%, TPT 5,19%, pertanian 21,61%, makanan dan minuman 25,03%, elektronika 7,4%, serta sektor alas kaki dan sektor mainan anak masing-masing 0%.
2. Melalui analisis SWOT berhasil diidentifikasi faktor internal yang menghambat keberhasilan penerapan kebijakan tersebut yaitu tidak tersedianya aturan internal mengenai penerapan penggunaan barang bersertifikatSNI pengadaan barang/jasa, kurangnya kolaborasi antar pelaku industri dengan instansi pemerintah untuk mendorong penggunaan produk barang/jasa ber-SNI dan masih rendahnya persepsi pengguna terhadap kualitas produk dalam negeri. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh yaitu tidak adanya tekanan dari Pemerintah, masyarakat maupun penyedia kepada Pimpinan Instansi untuk menggunakan produk dalam negeri yang bersertifikatSNI, serta munculnya sertifikat SNI palsu yang dapat menurunkan kepercayaan terhadap produk yang sudah bersertifikatSNI.

REKOMENDASI

Untuk mendorong efektifitas penggunaan produk bersertifikatSNI maka berikut ini rekomenadasi yang diajukan sebagai berikut :

1. Perlu disusun petunjuk pelaksanaan di tingkat teknis mengenai penerapan SNI dalam pengadaan barang/jasa untuk membantu personil perencana dan pelaksana pengadaan di instansi pemerintah.
2. Membangun kerjasama antara instansi pemerintah dan dunia usaha/penyedia melalui sistem informasi sebagai referensi dalam penyusunan kebutuhan jenis, spesifikasi dan harga produk.
3. Mengembangkan sistem evaluasi dan monitoring mengenai kebijakan penerapan produk bersertifikat SNI di seluruh instansi Pemerintah.
4. Pemberlakuan sistem insentif maupun disinsentif yang tegas dari Pemerintah kepada instansi berkenaan dengan penggunaan barang/jasa yang memenuhi syarat SNI.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qirim, Nabeel. 2007. *The adoption of eCommerce communications and applications technologies in small businesses in New Zealand*. Al Ain City: United Arab Emirates University.

Alzougool, Basil dan Kurnia, Sherah. 2008.*Electronic Commerce Technology Adoption by SMEs: A Conceptual Study*. Prosiding 19th Australasian Conference on Information Systems. Christchurch.

Badan Standarisasi Nasional**.** 2010. *SNI Penguat Daya Saing Bangsa*. www.bsn.go.id/files/1704711/genapsnibuku/BAB_3.pdf. 25 Maret 2013.

Fathian, Mohammad dkk. 2008. *E-readiness assessment of non-profit ICT SMEs in a developing country: The case of Iran*. Tehran: Iran University of Science and Technology.

Jaya, Putu Aryadi dkk. 2013. *Analisis Kinerja Simpang dan Pembebanan Ruas Jalan Pada Pengelolaan Lalu Lintas dengan Sistem Satu Arah (Studi kasus Jalan Tukad Pakerisan, - Jalan Tukad Yeh Aya, - Jalan Tukad Batanghari, - Jalan Tukad Barito)*. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil. Universitas Udayana.

Kaufmann, Daniel, dkk. 2010. *The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues*. Draft Policy Research Working Paper.

Lembaga Administrasi Negara. 2003. *Pedoman Penyusunan Pelaporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pe-merintah*. Jakarta: LAN RI.

Prayudi. 2007. *Manajemen Isu dan Tantangan Masa Depan: Pendekatan Public Relations*. Jurnal Universitas Pem-bangunan Nasional Veteran Yog-yakarta.

Raymond, J. 2008. *Benchmarking in Public Procurement*. Benchmarking: An International.

Santoso, Gempur. 2005. *Metodologi Pe-nelitian*. Jakarta: Prestasi Pustaka.

USULAN PERBAIKAN PELAYANAN SWALAYAN BERDASARKAN ANALISIS TINGKAT KEPENTINGAN DAN TINGKAT KEPUASAN PELANGGAN

Puti Renosori[1], Otong Rukmana[2], Soni Jaka Maulana[3]
[1,2,3]Jurusan teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung
Jl. Taman Sari no.1 Bandung
Telp. 022-4203368
Email: putirenosori@yahoo.co.id, otongrukmana@yahoo.com, sonijakamaulana@gmail.com

ABSTRAKS
Tantangan bagi swalayan adalah bagaimana mendapatkan, mempertahankan dan meningkatkan jumlah konsumennya untuk dapat bertahan dan memenangkan persaingan. Kualitas layanan yang berorentasi pada pelanggan merupakan salah satu tolak ukur bagi kepuasan konsumen. Maka pada penelitian ini dilakukan analisis tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan pelanggan dengan menggunakan metode Importance Performance Analysis (IPA). Hasil penelitian menunjukkan terdapat delapan variabel kritis yang perlu diprioritaskan untuk diperbaiki yaitu ketersediaan troli, kelengkapan produk sandang, kelengkapan produk pangan/sembako, kelengkapan produk sayur dan buah, jarak tempat parkir ke tempat swalayan, ukuran rak penyimpanan produk, informasi pentunjuk tata letak rak untuk setiap jenis produk, dan keterampilan kasir. Selanjutnya untuk mengetahui akar permasalahan digunakan metode diagram tulang ikan (fishbone), dan metode 5W+1 H digunakan untuk membuat rancangan perbaikan layanan yang lebih efisien dan efektif.

***Kata kunci**: Kualitas pelayanan, Kepuasan pelanggan, IPA, Fishbone, 5W+1H*

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan dan persaingan bisnis yang sangat ketat, perusahaan harus berkomitmen pada kualitas pelayanan yang berorentasi pada pelanggan. Hal itu akan menciptakan loyalitas pelanggan dan tentunya menjadi nilai tambah terhadap perusahaan.

PT *XYZ* adalah perusahan yang bergelut dibidang retail yang cukup lama menggeluti bidangnya. Berdasarkan hasil pengamatan awal di Swalayan XYZ cukup sepi pengunjung dibanding swalayan pesaingnya yang berdekatan. Guna evaluasi dan perbaikan kinerja maka metode *Importance Performance Analysis* (IPA) digunakan untuk mendapatkan pemetaan setiap atribut pelayanan. Metoda IPA pertama kali diperkenalkan oleh Martilla dan James (1977) dengan tujuan untuk mengukur hubungan antara persepsi konsumen dan prioritas peningkatan kualitas produk/jasa. Metoda tersebut dikenal pula sebagai *quadrant analysis* (Irawan, 2004). Metode *IPA* telah dipergunakan pada berbagai bidang kajian karena kemudahan untuk diterapkan dan tampilan hasil analisa yang memudahkan usulan perbaikan kinerja. Selanjutnya digunakan metode 5W+1 H untuk membuat rancangan perbaikan layanan yang lebih efisien dan efektif

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi fitur-fitur pelayanan pada Swalayan *XYZ*.
2. Mengukur tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan pelanggan pada pelayanan Swalayan *XYZ*.
3. Menganalisis aspek kualitas pelayanan yang dapat berpengaruh terhadap tingkat kepuasan pelanggan di swalayan *XYZ* menggunakanmetode IPA.
4. Mengidentifikasi penyebab masalah menggunakan diagram *fihsbone* dan Mer*ancang* perbaikan aspek-aspek kualitas palayanan menggunakan metode 5W+1H.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian diawali dengan melakukan studi pendahuluan. Pada tahap ini, dilakukan wawancara terhadap pelanggan yang pernah mengunjungi swalayan tersebut yang bertujuan untuk mendapatkan berbagai masukan dan informasi tentang masalah yang akan diteliti atau fenomena yang terlihat di lapangan.Selain itu dilakukan observasi terhadap sistem yang akan dikaji, yaitu pada sistem Swalayan *XYZ*. Observasi yang dilakukan antara lain mengamati proses belanja dari keseluruhan elemen seperti kasir, susunan tata letak produk, dan sebagainya. Tahap selanjutnya dilakukan identifikasi fitur layanan Swalayan *XYZ*. Agar penelitian lebih terarah maka identifiasi fitur layanan tersebut menggunakan kerangka pemikiran paket layanan jasa menurut Fitzsimmons, J. A.(2008) yaitu:

a. *Supporting Facility* (fasilitas Pendukung)
Fasilitas pedukung adalah merupakan sumber fisik yang harus tersedia sebelum jasa ditawarkan.
b. *Facilitating goods (*Barang dikomsusi)
Facilitating goods merupakan barang-barang yang dibeli atau dikonsumsi oleh pembeli atau item yang disediakan untuk konsumen.
c. *Information (*Informasi)
Informasi merupakan operasi data atau informasi yang diberikan untuk pelanggan agar terbentuk suatu pelayanan yang efisien.
d. *Explicit Service d*.(layanan eksplisit*)*
Layanan eksplisit merupakan keuntungan atau nilai tambah yang dapat dirasakan langsung oleh konsumen
e. *Implicit Service* (Layanan Implisit*)*
Layanan implisit merupakan keuntungan atau nilai tambah psikologis yang dirasakan konsumen secara samar-samar (tidak langsung)

Metode yang digunakan untuk mendapatkan umpan balik dari pelangan adalah metoda survey. Maka pada penelitian ini dibuat kuesioner penelitian yang dinilai oleh responden/pelanggan berdasarkan fitur layanan diatas. Pertanyaan dalam kuisioner dibagi dalam dua kolom pengisian yaitu kolom menyangkut tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan pelanggan terhadap pelayanan yang diterima. Pengukuran untuk kedua kolom tersebut menggunakan skala pengukurannya antara 1 sampai 5.

Setelah dilakukan penyebaran kuisioner pretest, selanjutnya dilakukan uji validitas yangbertujuan untuk menguji keandalan kuisioner yang disebarkan.dan uji reliabilitas untuk menguji keandalan alat ukur yang digunakan. Untuk mengetahui jumlah sampel yang diperlukan digunakan rumus Slovin (Umar Husein, 2002):

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2} \qquad (1)$$

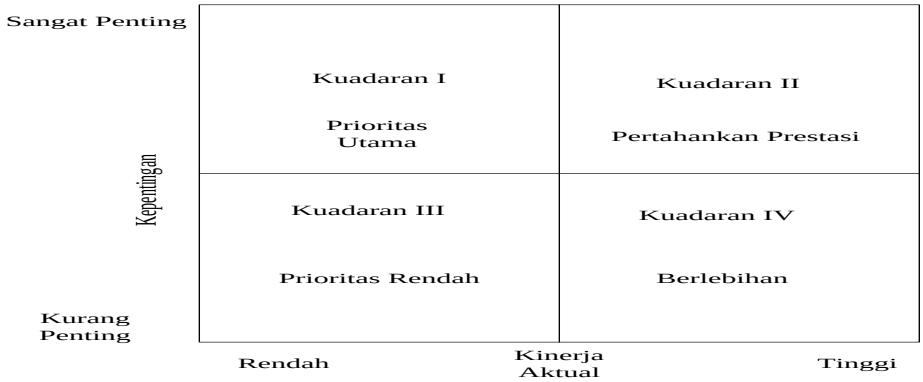
Dimana:
n = Unit sampel yang dibutuhkan
N = Populasi
e = Tingkat Ketelitian

Metode IPA digunakan untuk menganalisis aspek kualitas pelayanan yang dapat berpengaruh terhadap tingkat kepuasan dan kepentingan pelanggan sehingga dapat diidentifikasi aspek pelayanan apa yang harus diprioritas untuk meningkatkan kepuasan pelanggan. Metoda IPA menggabungkan pengukuran faktor tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan dalam grafik dua dimensi. Sumbu mendatar (X) dalam diagram kartesius memuat nilai rata-rata skor kepuasan (*performance*), sedangkan sumbu tegak (Y) memuat nilai rata-rata skor kepentingan (*importance*), yang dirumuskan sebagai berikut (Irawan,2004):

$$X_i = \frac{\sum Xi}{n} \quad , \quad Y_i = \frac{\sum Yi}{n} \qquad (2)$$

Dimana :
$X\,i$ = rata-rata skor tingkat kepuasan faktor ke-i
$Y\,i$ = rata-rata skor tingkat kepentingan factor ke-j
$\sum Xi$ = total skor untuk tingkat kepuasan faktor ke-i
$\sum Yi$ = total skor untuk tingkat kepentingan faktor ke-j

Setelah diperoleh skor rata-rata tingkat kepentingan untuk semua variable, selanjutnya dihitung nilai rata-rata dari rata-rata tersebut atau *grand mean* dengan cara menjumlah seluruh rata-rata tiap varibel lalu dihitung rata-ratanya kembali. Untuk data tingkat kepuasan dilakukan proses perhitungan yang sama untuk menghasilkan *grand mean*. Hasil pengukuran *importance-performance* tersebut kemudian di plot pada grafikyang dibagi menjadi empat buah kuadran sebagaimana d*itunjukan* pada gambar 1.



Gambar.1 Pembagian kuadran IPA

Penjelasan untuk masing-masing kuadran adalah sbb. :

1) Kuadran pertama (prioritas utama)
   Faktor-faktor yang terletak dalam kuadran ini dianggap sebagai faktor yang penting dan atau diharapkan oleh konsumen tetapi persepsi pelanggan terhadap kinerja yang ada saat ini belum memuaskan sehingga pihak manajemen perlu mengalokasikan sumber daya yang memadai untuk meningkatkan kinerja faktor faktor tersebut.
2) Kuadran dua (pertahankan prestasi)
   Faktor-faktor yang terletak pada kuadran ini dianggap penting dan diharapkan sebagai faktor penunjang bagi kepuasan konsumen sehingga pihak manajemen perlu memastikan untuk terus mempertahankan prestasi yang telah dicapai.
3) Kuadran ketiga (prioritas rendah)
   Faktor-faktor yang terletak pada kuadran ini dianggap sebagai variable yang tidak terlalu penting dan tingkat persepsi terhadap kinerja yang ada rendah/kurang memuaskan sehingga manajemen tidak perlu memprioritaskan atau terlalu memberikan perhatian pada faktor-faktor tersebut.
4) Kuardran empat (terlalu berlebihan).
   Faktor-faktor yang terletak pada kuadran ini dianggap tidak terlalu penting dan atau tidak terlalu diharapkan sehingga pihak manajemen sebaiknya mengalokasikan sumber daya yang terkait dengan factor factor tersebut pada faktor-faktor lain yang mempunyai prioritas penanganan lebih tinggi yang masih membutuhkan peningkatan.

Selanjutnya menghitung tingkat kesesuaian yang merupakan hasil perbandingan skor kinerja dengan skor kepentingan. Tingkat kesesuaian ini akan menentukan urutan prioritas peningkatan faktor – faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan. Adapun rumus yang digunakan adalah :

$$TK_i = \frac{X_i}{Y_i} x100\% \qquad (3)$$

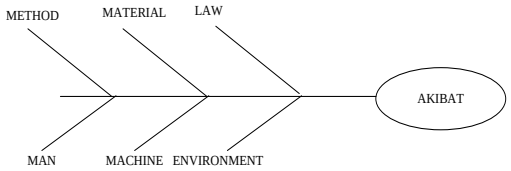
dimana:

- Tk_i = Tingkat kesesuaian responden
- X_i = Skor penilian kinerja perusahaan
- Y_i = Skor penilaian kepentingan pelanggan.

Nilai tingkat kesesuaian tersebut dapat dikatagorikan sebagai berikut :

- 31 % - 45 % Tidak memuaskan / tidak baik
- 46 % - 60 % Kurang memuaskan / kurang baik
- 61 % - 75 % Cukup memuaskan / cukup baik
- 76 % - 85 % Memuaskan / baik
- 86 % - 100 % Sangat memuaskan/ baik

Setelah ditentukan variabel yang perlu diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan, maka langkah selanjutnya adalah identifikasi penyebab permasalahan yang berpengaruh terhadap variabel tersebut dengan menggunakan . diagram tulang ikan.



Gambar. 2 fishbone diagram

Pada tahap pengembangan rencana operasional dalam perancangan peningkatan layanan digunakan metode 5W+1H. Metode tersebut merupakan metode pertanyaan yang digunakan untuk mengeksplorasi penyebab/efek hubungan yang mendasari masalah. Pertanyaan-pertanyaan tersebut ialah :

a. *What* merupakan pendefinisian masalah.
b. *Why* yaitu identifikasi sebab-sebab terjadinya masalah
c. *Where* merupakan tempat dimana terjadinya masalah
d. *When* merupakan rencana akan dilaksanan
e. *Who* merupakan orang/ kelompok yang bertanggung jawab dalam menangani masalah
f. *How* yaitu perencanaan tindakan untuk mengatasi masalah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan skor rata-rata tingkat kepentingan konsumen setiap variabel pelayanan bertujuan untuk mengetahui varibel yang unggul dan lemah dari suatu apek layanan. Berdasarkan hasil pengolahan data maka dapat disimpulkan variabel yang mempunyai nilai rata-rata yang berada di bawah nilai *grand mean*, memiliki tingkat kepentingan yang rendah menurut penilaian konsumen. Begitu pula untuk data tingkat kepuasan. Sedangkan perhitungan tingkat kesesuai , dilakukan untuk mengetahui berapa persentasi kesesuaian antara pelayanan yang diberikan swalayan terhadap pelanggan. Hasil pengolahan data untuk tingkat kepentingan , tingkat kepuasan dan tingkat kesesuaian ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan tingkat kepentingan, tingkat kepuasan dan tingkat kesesuaian

NO	Variabel Pelayanan	Tingkat Kepentingan	Tingkat Kepuasan	Tingkat Kesesuaian
1	Kapasitas tempat parkir.	3.62	4.18	115,54
2	Jarak tempat parkir ke tempat swalayan.	4.30	3.62	84,19
3	Keamanan tempat penitipan barang.	3.61	4.07	112,68
4	Ketersediaan troli.	4.18	3.33	79,68
5	Ketersediaan keranjang.	3.75	3.89	103,53
6	Informasi pentunjuk tata letak rak jenis produk yang disajikan swalayan.	4.31	3.61	83,82
7	Penataan rak.	3.67	3.88	105,87
8	Ukuran rak penyimpanaan produk	4.21	3.61	85,85
9	Kejelasan dan ketersedian pemberian informasi harga pada produk serta rak penyimpanan produk .	3.62	3.83	105,73
10	Kejelasan informasi diskon produk	3.68	3.90	106,05
11	Ketersediaan makanan ringan seperti mie instan, biskuit, minum-minuman dll	3.73	3.87	103,96
12	Kelengkapan produk makanan ringan.	3.61	3.90	108,03
13	Kualitas produk makanan ringan.	3.59	3.90	108,65
14	Ketersedian produk pangan atau sembako seperti telor, beras, terigu dll .	3.60	3.85	106,73
15	Kelengkapan produk pangan atau sembako.	4.28	3.58	83,68
16	Kualitas produk pangan atau sembako.	3.59	3.57	99,51
17	Ketersediaan produk sayur- sayuran & buah–buahan.	3.64	3.86	105,83
18	Kelengkapan produk sayur-sayuran dan buah–buahan.	4.10	3.33	81,23
19	Kualitas produk sayur-sayuran dan buah–buahan.	3.59	3.80	106,00

Lanjutan tabel 1.Hasil perhitungan tingkat kepentingan, tingkat kepuasan dan tingkat kesesuaian

20	Ketersedian produk elektronik.	3.64	3.81	104,67
21	Kelengkapan produk elektronik.	3.19	4.10	128,50
22	Kualitas produk elektronik.	3.22	4.06	125,83
23	Ketersedian produk sandang seperti baju,celana, sandal, sepatu dll	3.33	4.17	125,21
24	Kelengkapan produk sandang	4.06	3.29	81,01
25	Kualitas produk sandang	3.38	3.73	110,44
26	Harga yang ditawarkan oleh swalayan.	3.29	4.24	129,15
27	Diskon yang ditawarkan oleh swalayan.	3.32	4.02	121,34
28	Hadiah yang diberikan pada pelanggan.	3.61	4.23	117,17
29	Keramahan karyawan.	3.58	4.14	115,58
30	Respon karyawan dalam menanggapi pertanyaan dan keluhan pelanggan.	3.49	3.90	111,82
31	Peralatan yang digunakan swalayan seperti (mesin kasir dan *barcode scanner*).	3.37	3.94	116,90
32	Mesin penggesek kartu kredit/debit	3.35	4.02	120,07
33	Keterampilan kasir dalam menggunakan mesin kasir, mesin kartu kredit/debit, *barcode scanner*dll.	4.17	3.58	85,74
34	Ketepatan struk pembelian produk yang dibeli.	3.34	4.03	120,51
35	Keamanan pelanggan secara psikologi.	3.23	3.90	120,59
36	Kebersihan swalayan.	3.43	4.06	118,47
Grand Mean		**3.66**	**3.85**	

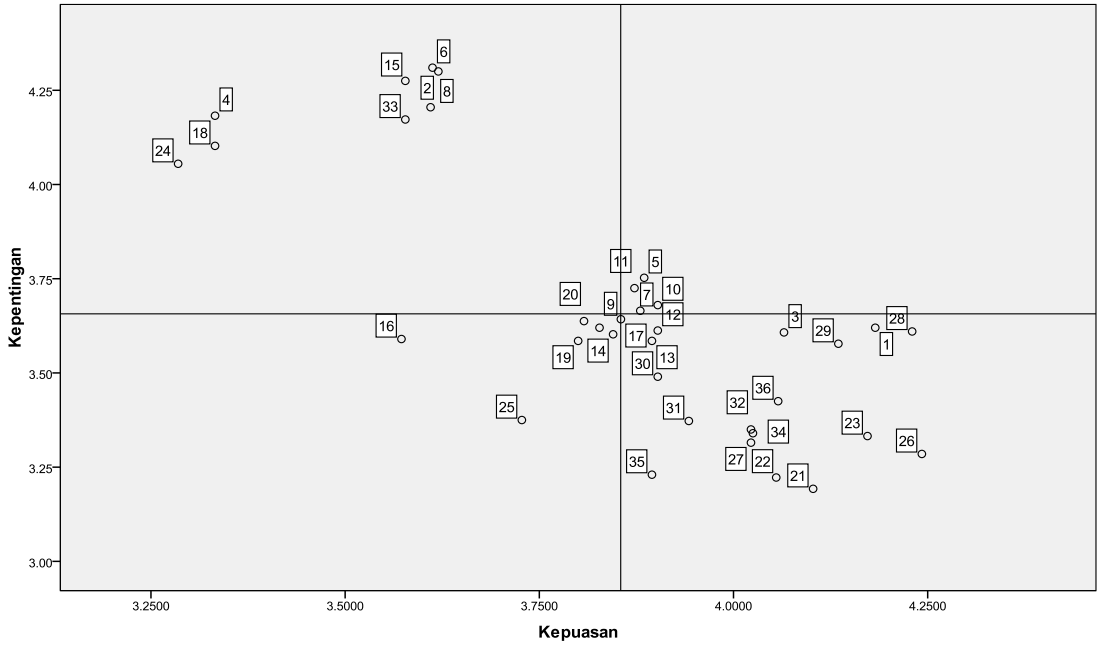
Berdasarkan hasil pengukuran tingkat kepentingan terdapat beberapa nilai-nilai layanan yang berada di bawah nilai *grand mean* yang berarti variable tersebut dianggap kurang penting oleh pelanggan. Variabel pelayanan yang memiliki skor penilaian kepentingan rendah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel layanan yang mempunyai tingkat kepentingan dibawah *grandmean*

Variabel	Variabel Pelayanan	Kepentingan	*Grand mean*
V1	Kapasitas tempat parkir	3,62	3,66
V3	Keamanan tempat penitipan barang	3,61	
V9	Kejelasan dan ketersediaan pemberian informasi harga pada produk serta rak penyimpanan produk	2,62	
V12	Kelengkapan produk makanan ringan	3,61	
V13	Kualitas produk makanan ringan	3,59	
V14	Ketersediaan produk pangan atau sembako seperti (telor, beras, terigu dll)	3,6	
V16	Kualitas produk pangan atau sembako	3,59	
V17	Ketersediaan produk sayur-sayuran dan buah-buahan	3,64	
V19	Kualitas produk sayur-sayuran dan buah-buahan	3,59	
V20	Ketersediaan produk elektronik	3,64	
V21	Kelengkapan produk elektronik	3,19	
V22	Kualitas produk elektronik	3,22	
V23	Ketersediaan produk sandang seperti (baju,celana,sandal,sepatu, dll)	3,33	
V25	Kualitas produk sandang seperti (baju,celana,sandal,sepatu, dll)	3,38	
V26	Harga yang ditawarkan oleh swalayan	3,29	
V27	Diskon yang ditawarkan oleh swalayan	3,32	
V28	Hadiah yang diberikan pada pelanggan	3,61	
V29	Keramahan karyawan	3,58	
V30	Respon karyawan dalam menanggapi pertanyaan dan keluhan pelanggan	3,49	
V31	Peralatna yang digunaka swalayan seperti (mesin kasir dan barcode scanner)	3,37	

V32	Mesin penggesek kartu kredit/debit yang digunakan swalayan	3,35	
V34	Ketepatan struk pembelian produk yang dibeli	3,34	
V35	Keamanan pelanggan secara psikologi	3,23	
V36	Kebersihan swalayan	3,43	

Hasil plot data nilai rata-rata tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan beserta nilai *grand mean* dapat dilihat pada gambar 3.

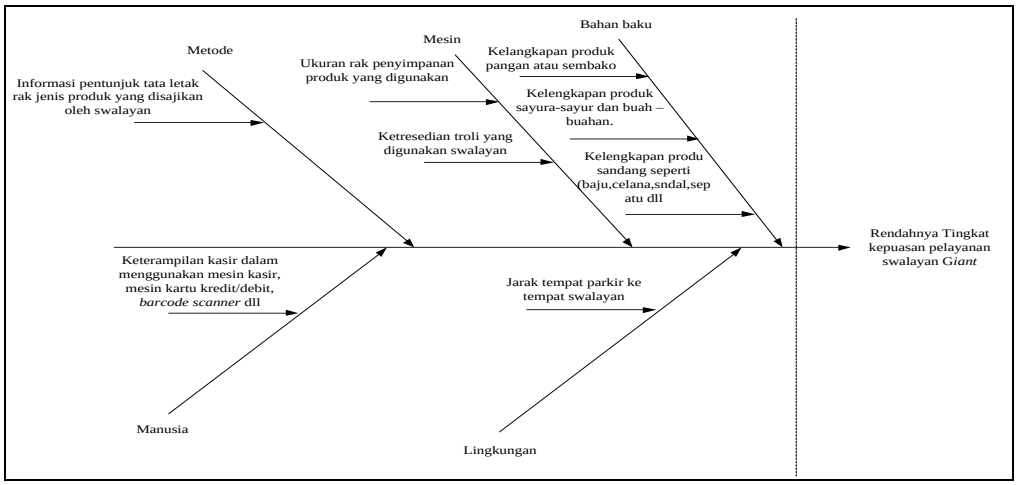


Gambar. 3 Matrik IPA

Variabel yang terdapat pada kuadran I adalah variabel yang perlu diproritaskan untuk ditingkatkan karena variabel tersebut mempunyai pengaruh terhadap kepuasan pelanggan swalayan XYZ. Keberadaan faktor-faktor ini dinilai sangat penting oleh pelanggan, tetapi masih dianggap belum memuaskan pada pelaksanaannya. Terdapat 8 variabel yang termasuk dalam kuadran ini. Langkah selanjutnya variabel-variabel tersebut diurutkan berdasarkan tingkat kesusaian yang terendah,hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

- Ketersediaan troli yang digunakan swalayan. (V4)
- Kelengkapan produk sandang seperti (baju, celana, sandal, sepatu dll). (V24)
- Kelengkapan produk sayur -sayuran dan buah – buahan. (18)
- Kelengkapan Produk Pangan atau sembako. (V15)
- Informasi pentunjuk tata letak rak jenis produk yang disajikan oleh swalayan. (V6)
- Jarak tempat parkir ke tempat swalayan. (V2)
- Ukuran rak penyimpanan produk yang digunakan. (V8)
- Keterampilan kasir dalam menggunakan mesin kasir, mesin kartu kredit/debit, *barcode scanner* dll. (V33)

Untuk melakukan analisis yang lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab atau faktor-faktor masalah pada variable yang berada di kuadran I digunakan diagram tulang ikan (*fishbone*).Secara umum hasil analisa dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar. 4 Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebab kekurangan

Setelah dilakukan tahapan indentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab permasalahan, maka langkah selanjutnya dilakukan perancangan untuk meningkatkan kualitas pelayanan swalayan tersebut. Dalam perancangan kualitas pelayanan pada swalayan *XYZ* ini digunakan metode 5W+1H. Secara ringkas dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Jarak tempat parkir ke tempat swalayan
   Why :
   - jalur untuk menuju swalayan dari tempat parkir tidak praktis
   - jarak terlalu jauh
   - membuat kesulitan pengunjung perempuan terutama ibu-ibu rumah tangga

   How : melakukan perancangan ulang tata letak terhadap jarak tempat parkir munuju tempat belanja agar lebih efektif.

b. Ketersediaan troli yang digunakan swalayan.
   Why :
   - Jumlah ketersedian troli ditempat tidak tetap
   - kurangnya pekerja swalayan yang bertugas untuk mengembalikan troli ketempat semula.

   How : Melakukan penjadwalan terhadap petugas/pekerja agar dapat menangani masalah pengambilan troli pada tempatnya.

c. Informasi penunjuk tata letak rak jenis produk yang disajikan oleh swalayan.
   Why :
   - Desain tulisan papan informasi letak/tempat rak untuk suatu jenis produk kurang jelas
   - Penempatan papan informasi kurang strategis.

   How : Melakukan perancangan ulang pada display papan informasi agar lebih ergonomis dan ditempatkan di tempat yang mudah terbaca/strategis.

d. Ukuran rak penyimpanaan produk yang digunakan.
   Why :
   - Ukuran penyimpangan produk terlalu tinggi
   - Penempatan rak yang tidak nyaman.

   How :
   - Melakukan perancangan pada ukuran pada rak yang disesusaikan dengan postur tubuh Indonesia agar ergonomis.

e. Kelengkapan Produk Pangan (sembako) dan.
   Why :
   - Kurang lengkapnya jenis merek produk pangan maupun sayur-sayuran & buah-buahan
   - Kurangnya penyuplai barang.

   How :
   - Melakukan perancangan SOP terhadap sitem penerimaan barang agar efesien dan efektif.
   - Membangun hubungan yang lebih luas pada perusahan-perusahan penyuplai barang

f. Keterampilan kasir dalam menggunakan mesin kasir, mesin kartu kredit/debit, *barcode scanner* dll.

Why :

- Kurangnya pelatihan khusus terhadap karyawan
- kurangnya kasir pengganti jika terjadi masalah

How :

- Melakukan pelatihan terhadap karyawan secara periodik agar meningkatkan kecepatan dan keakuratan dalam setiap transaksi dan mengevaluasi jumlah kasir yang optimal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Swalayan XYZ harus selalu meningkatkan kualitas pelayanannya agar dapat bersaing dengan swalayan lain agar dapat bertahan dan memenangkan persaingan. Pengukuran tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan suatu variable layanan dapat menjadi umpan balik bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan. Berdasarkan hasil pengolahan data terdapat variable-variabel yang dianggap penting tetapi layanannya masih dianggap kurang memuaskan. Perusahaan perlu menganalisa secara lebih terperinci untuk mengetahui akar penyebab permasalahan. Untuk membantu analisa tersebut dapat digunakan metoda tulang ikan dan untuk merencanakan perbaikan kualitas layanan dapat digunakan metoda 5W+1H.

Saran

Untuk penelitian lanjutan yang lebih mendalam dapat dilakukan perbadingan setiap variable layanan dengan kualitas pelayanan swalayan lain yang menjadi pesaing utama

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, S., (2002). Prosedur penelitian : Suatu pendekatan praktek. (Edisi ketiga). Jakarta: PT. Rineke Cipta.

Fitzsimmons, J. A., (2008). Service Management: operations, strategy, and information technology, edisi keenam, McGraw-Hill, New York

Gaspersz, Vincent., (1997). Manajemen Kualitas Dalam Industri Jasa. Penerbit, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Umar, H., (2003). Metode Penelitian Aplikasi Dalam Pemasaran, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Irawan, H. (2004). Indonesian Customer Statisfication: Membedah Strategi Kepuasan PelangganMerk Pemenang ICSA Jakarta PT alexmedia Komputindo.

PENGARUH KERJA LEMBUR TERHADAP KESEJAHTERAAN KELUARGA

M. Yusuf[1], I Made Anom Santiana[2]
[1] Mahasiswa Program Pasca Sarjana Ergonomi – Fisiologi Kerja Univ. Udayana
[2]Staf Pengajar Politeknik Negeri Bali

ABSTRAKS
Kerja lembur adalah pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan, atas dasar perintah atasan, yang melebihi jam kerja biasa pada hari-hari kerja, atau pekerjaan yang dilakukan pada hari istirahat mingguan karyawan atau hari libur resmi. Waktu dan upah lembur sudah diatur dalam UU Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan dan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep. 102/Men/VI/2004. Seorang pekerja yang sering lembur akan mendapatkan penghasilan tambahan seiring dengan banyaknya waktu lembur tersebut. Sehingga jika dikaitkan dengan teori kesejakteraan keluarga bahwa besar penghasilan akan memberikan potensi untuk peningkatan kesejahteraan keluarga, atau bisa dikatakan besar pendapatan akan mempengaruhi kesejahteraan keluar para pekerja. Untuk melihat langsung bagaimana pengaruh kerja lembur tersebut terhadap kesejahteraan keluarga, dilakukan observasi pada UD "X" di Kabupaten tabanan. UD "X" ini bergerak dibidang industri sandal, sepatu dan tas. Observasi dilakukan untuk membuktikan pengaruh kerja lembur terhadap kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek penghasilan dan aspek sosial. Penelitian ini dilakukan dengan metode observasional, interview terhadap pekerja yang sudah berkeluarga dan sering mendapat lembur, dan studi pustaka. Studi pustaka dikaitkan dengan hasil penelitian terdahulu. Responden yang diambil berjumlah 21 orang yang semuanya sudah menikah. Dari hasil disimpulkan (a) kerja Lembur memberikan pengaruh yang signifikan dan positif terhadap Terhadap Kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek penghasilan pada pekerja di UD "X" Kabupaten Tabanan, (b) kerja Lembur memberikan pengaruh yang signifikan tetapi pengaruh terbalik (negatif) terhadap kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosial di UD "X" Kabupaten Tabanan.

Kata Kunci : *Kerja Lembur, Kesejahteraan keluarga, aspek penghasilan, aspek sosial.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Peningkatan kesejahteraan keluarga adalah hal yang mutlak diperlukan pada setiap keluarga. Biasanya tingkat kesejahteraan seseorang dikaitkan dengan tingkat penghasilan yang diperolehnya. banyak yang menggambarkan bahwa semakin tinggi penghasilan seseorang, maka semakin tinggi kesejah teraan pribadi dan kjeluarganya. Terhadap para pekerja, tingkat penghasilan ini bergantung pada upah yang diberikan oleh pihak majikannya. Jika pekerja bekerja keras terlebih banyak waktu lembur maka upah kerja akan semakin banyak.

Kesejahteraan pekerja menurut Nurachmad (2009) adalah suatu pemenuhan kebutuhan atau keperluan yang bersifat jasmaniah dan rohaniah, baik di dalam maupun di luar hubungan kerja, yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mempertinggi produktivitas kerja dalam lingkungan kerja yang aman dan sehat. Tujuan dari kesejahteraan adalah untuk menciptakan motivasi. Kesejahteraan merupakan alasan utama bagi pekerja untuk bergabung dan tetap menjadi anggota perusahaan.

Kesejahteraan pekerja juga akan mempengaruhi kesejahteraan keluarganya di rumah. Tingkat kesejahteraan keluarga dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi tingkatkesejahteraan menurut indikator BKKBN adalah umur KK/istri, pendidikan KK, pendapatan; sedangkan faktor eksternal adalah tempat tinggal (BKKBN, 2006). Faktor internal dan eksternal ini besar hubungannya dengan tingkat penghasilan keluarga. Pendapatan suami/istri merupakan faktor penting dalam meningkatkan kesejahteraan keluarga. keluarga dengan pendapatan yang tinggi memiliki peluang lebih besar untuk sejahtera dibandingkan keluarga dengan pendapatan yang rendah. menyatakan bahwa pendapatan akan menentukan daya beli terhadap pangan dan fasilitas lainnya seperti pendidikan, kesehatan, perumahan, dan lain-lain. Selain itu, keluarga yang memiliki aset, lebih sejahtera dibandingkan keluarga yang tidak memiliki aset.

Pendapatan keluarga bisa berasal dari pendapatan suami saja sebagai kepala keluaraga atau ditambah dengan pendapatan istri. Bisa juga hanya pendapatan istri jika *singgle parent* (janda). Jika suami/istri sebagai tenaga kerja, maka besar pendapatan adalah jumlah penghasilan yang meliputi gaji

pokok, tunjangan, dan upah lembur. Semakin banyak lembur maka akan semakin bertambah pula pendapatan tenaga kerja.

Kerja lembur adalah pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan, atas dasar perintah atasan, yang melebihi jam kerja biasa pada hari-hari kerja, atau pekerjaan yang dilakukan pada hari istirahat mingguan karyawan atau hari libur resmi. Waktu dan upah lembur sudah diatur dalamUU Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan dan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep. 102/Men/VI/2004. Seorang pekerja yang sering lembur akan mendapatkan penghasilan tambahan seiring dengan banyaknya waktu lembur tersebut. Sehingga jika dikaitkan dengan teori kesejakteraan keluarga bahwa besar penghasilan akan memberikan potensi untuk peningkatan kesejahteraan keluarga, atau bisa dikatakan besar pendapatan akan mempengaruhi kesejahteraan keluar para pekerja.

Seorang pekerja yang sering lembur akan banyak kehilangan waktu untuk berkumpul bersama keluarga. Hal ini juga memberikan potensi mempengaruhi kesejahteraan keluarga dari aspek sosial, sehingga dari urain di atasdipandang perlu untuk mengetahui lebih mendalam pengaruh kerja lembur terhadap kesejahteraan keluarga.

Untuk melihat langsung bagaimana pengaruh kerja lembur tersebut terhadap kesejahteraan keluarga, dilakukan observasi pada CV "X" di Kabupaten tabanan. CV "X" ini bergerak dibidang industri sandal, sepatu dan tas. Observasi ini dilakukan untuk membuktikan pengaruh kerja lembur terhadap kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek penghasilan dan aspek sosial.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dapat ditulis sebagai berikut:

a. Bagaimana ketentuan waktu kerja, waktu lembur dan upah lembur?
b. Apakah ada hubungan kerja lembur dengan kesejahteraan keluarga?
c. Bagaimana Pengaruh Kerja Lembur Terhadap Kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek penghasilan di CV "X" Tabanan?
d. Bagaimana Pengaruh Kerja Lembur Terhadap Kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosial di CV "X" Tabanan?

MATERI DAN METODE

Materi karya tulis ilmiah ini membahas tentang pengaruh kerja lembur terhadap kesejahteraan keluarga. Metode penulisan dilakukan dengan cara studi pustaka, observasional, dan interview terhadap pekerja yang sudah berkeluarga dan sering mendapat lembur. Penyajian data dan hasil analisis digambarkan secara kuantitatif maupun kualitatif.

PEMBAHASAN

Ketentuan waktu kerja, waktu lembur dan upah lembur

Ketentuan *UU Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan* tidak dapat dipisahkan antar pasal satu sama lain (Umar, 2013) . Beberapa pasal yang mejelaskan tentang waktu kerja, waktu lembur, dan upah lembur adalah sebagai berikut.

1. Pasal 77 ayat (2) UU No. 13 Th. 2003, mengatur mengenai *waktu kerja* (normal) yang mana ada 2 *pola waktu kerja* (normal) yakni:
    a. 7 (tujuh) jam perhari dan 40 (empat puluh) jam per minggu, untuk *pola waktu kerja* 6:1, dalam arti: 6 (enam) hari kerja dan 1 (satu) hari *istirahat mingguan*;
    b. 8 (delapan) jam perhari dan 40 (empat puluh) jam per minggu, untuk *pola waktu kerja* 5:2, maksudnya: 5 (lima) hari kerja dan 2 (dua) hari *istirahat mingguan*.
2. Menurut Pasal 78 ayat (2) jo Pasal 85 ayat (3) UU No. 13 Th. 2003, bahwa pengusaha yang mempekerjakan pekerja/buruh melebihi *waktu kerja* normal (resminya disebut *waktu kerja lembur*, WKL), maka wajib membayar *upah kerja lembur* (UKL) sesuai perhitungan yang ditentukan dalam Pasal 11 jo Pasal 8 Kepmenakertrans No. Kep-102/Men/VI/2004. Dengan kata lain, bahwa apabila pengusaha mempekerjakan pekerja/buruh melebihi 7 (tujuh) jam per hari untuk pola 6:1, atau melebihi 8 (delapan) jam per hari untuk pola 5:2 (WKL), maka wajib membayar UKL.
3. Termasuk dalam pengertian mempekerjakan melebihi *waktu kerja* (normal) sebagaimana dimaksud Pasal 11 huruf b Kepmenakertrans. No. Kep-102/MEN/VI/2004 dan Pasal 85 ayat (3) UU No. 13 Th. 2003, adalah:
    a. Mempekerjakan pekerja/buruh pada hari *istirahat mingguan* (khususnya pada *pola waktu kerja* 5:2); dan/atau

b. Mempekerjakan pekerja/buruh pada *harilibur resmi* (Pasal 85 ayat [1] UUK).

4. Syarat dan ketentuan *waktu kerja lembur* (WKL) sebagaimana tersebut di atas, secara umum adalah sebagai berikut :
   a. Dilakukan atas persetujuan (masing-masing) pekerja/buruh yang bersangkutan (*vide*Pasal 78 ayat [1] huruf a UU No. 13 Th. 2003);
   b. *waktu kerja lembur* hanya dapat dilakukan paling lama 3 (tiga) jam per hari dan 14 jam per minggu, tidak termasuk (*waktu*) *kerja lembur* yang dilakukan pada *hari istirahat mingguan* atau pada *hari libur resmi*. Dengan perkataan lain, ketentuan *waktu kerja lembur* paling lama 3 (tiga) jam per-hari dan 14 jam per minggu, masih dapat ditambah lembur (*waktu kerja lembur*) pada *hari istirahat mingguan* atau pada *hari libur resmi* sepanjang ada – minimal- 1 (satu) hari untuk *refreshing* sebagai hari istirahat mingguan (*vide*Pasal 78 ayat [1] huruf b UU No. 13 Th. 2003 jo Pasal 3 ayat [2] Kepmenakertrans No. Kep-102/MEN/VI/2004).
   c. Sesuai Konvensi Nomor ILO 106 Tahun 1957 mengenai Istirahat Mingguan dalam Perdagangan dan Kantor-kantor (*Weekly Rest in Commerce and Offices*) yang diratifikasi dengan *UU No. 3 Tahun 1961 tentang Persetujuan Konvensi Organisasi Perburuhan Internasional No. 106 mengenai Istirahat Mingguan dalam Perdagangan dan Kantor-kantor*, pekerja/buruh di perusahaan perdagangan (*komersial*) dan kantor-kantor dimaksud, pada prinsipnya berhak atas *istirahat mingguan* selama 24 jam setiap 7 (tujuh) hari kerja dengan hak upah penuh, kecuali dalam keadaan *force majeure*, atau (adanya) pekerjaan yang sangat luar biasa mendesak dan guna menghindari kerugian akibat kerusakan barang. Dengan kata lain, walaupun ada hak *cuti* pada hari istirahat mingguan, namun pekerja/buruh dapat dipekerjakan (*waktu kerja lembur*) sepanjang dengan alasan adanya *force majeure*, atau ada pekerjaan (bertumpuk) sangat luar biasa, dan menghindari risiko kerusakan barang.
5. Menurut Pasal 77 ayat (3) dan Pasal 78 ayat (3) UU No.13 Th. 2003, bahwa ketentuan *waktu kerja* (normal) sebagaimana diuraikan pada butir 1 tersebut di atas, dan ketentuan *waktu kerja lembur* sebagaimana disebutkan pada butir 2 dan 3 tersebut di atas, tidak berlaku bagi *sektor usaha* atau *pekerjaan tertentu*.
6. Berdasarkan Pasal 77 ayat (4) dan 78 ayat (4)UU No. 13 Th. 2003, bahwa ketentuan *waktu kerja* dan *waktu kerja lembur* serta *upah kerja lembur* (khusus) di *sektor usaha* atau *pekerjaan tertentu*, diatur (tersendiri dan masing-masing) dengan Keputusan Menteri (cq. Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI) atau sekarang dibaca *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI* (*vide* Pasal 56 UU No. 10 Th. 2004 yang telah digantikan dengan Pasal 100 UU No. 12 Th. 2011 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan).
7. Atas dasar amanat UU Ketenagakerjaan tersebut, *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI* yang mengatur mengenai *waktu kerja* dan *waktu kerja lembur* serta *upah kerja lembur* (khusus) di *sektor usaha* atau *pekerjaan tertentu* yang hingga kini baru ada 3 (tiga), yakni:
   a. Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI Nomor Kep-234/Men/2003) tentang Waktu Kerja dan Istirahat Pada Sektor Usaha Energi Dan Sumber Daya Mineral Pada Daerah Tertentu;
   b. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI Nomor Per-15/Men/VII/2005 tentang Waktu Kerja dan Istirahat Pada Sektor Usaha Pertambangan Umum Pada Daerah Operasi Tertentu; dan
   c. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI Nomor Per-11/Men/VII/2010 tentang Waktu Kerja dan Istirahat Di Sektor Perikanan Pada Daerah Operasi Tertentu;
8. Dalam Peraturan Menteri tersebut di atas, masing-masing antara lain disebutkan, bahwa,
   a. Perusahaan di bidang energi dan sumber daya mineral, termasuk *perusahaan jasa penunjang* yang melakukan kegiatan di daerah operasi tertentu, dapat memilih dan menetapkan salah satu dan/atau beberapa waktu kerja sesuai dengan kebutuhan operasional perusahaan, dengan periode kerja tertentu (sesuai kebutuhan) dan perbandingan *waktu kerja* dan *waktu istirahat* per-periode, adalah dua berbanding satu (2:1) maksimum 14 (empat belas) hari kerja dan minimum 5 (lima) hari istirahat, *off* (*vide* Pasal 2 ayat (1) jo Pasal 5 ayat (2) Kepmenakertrans. No. Kep-234/Men/2003);
   b. Perusahaan di bidang pertambangan umum, termasuk *perusahaan jasa penunjang* yang melakukan kegiatan di daerah operasi tertentu, dapat menerapkan:
      1) Waktu kerja dan istirahat (WKWI) sebagaimana diatur dalam Kepmenakertrans. No. Kep-234/Men/2003; dan/atau

2) *Periode kerja* minimal 10 (sepuluh) minggu berturut-turut bekerja, dengan 2 (dua) minggu berturut-turut istirahat, dan setiap 2 (dua) minggu dalam periode kerja diberikan 1 (satu) hari istirahat.(Pasal 2 Permenakertrans No. Per-15/Men/VII/2005).
3) Perusahaan di sektor perikanan termasuk perusahaan jasa penunjang yang melakukan kegiatan di daerah operasi tertentu, dapat memilih dan menetapkan salah satu dan/atau beberapa waktu kerja sesuai dengan kebutuhan operasional perusahaan sebagai berikut:
    a) Periode kerja 3 (tiga) minggu berturut-turut, dengan ketentuan setelah pekerja bekerja selama 2 (dua) minggu berturut-turut diberikan 1 (satu) hari istirahat serta 4 (empat) hari istirahat setelah pekerja menyelesaikan periode kerja;
    b) Periode kerja 4 (empat) minggu berturut-turut bekerja, dengan ketentuan setelah pekerja bekerja selama 2 (dua) minggu berturut-turut diberikan 1 (satu) hari istirahat serta 5 (lima) hari istirahat setelah pekerja menyelesaikan periode kerja (Pasal 3 Permenakertrans No. Per-11/Men/VII/2010).

Hal ini menunjukkan bahwa *periode kerja* yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri tersebut, semuanya melebihi *waktu kerja* normal atau semuanya terdapat penambahan *waktu kerja lemburotomatis* dengan *upah kerja lembur* yang menyatu (satu paket) dan dibayarkan secara tetap bersama *upah* masing-masing pekerja/buruh.

Dengan demikian, yang dimaksudkan Pasal 78 ayat (4) UU No. 13 Th. 2003 ("Ketentuan mengenai *waktu kerja lembur* dan *upah kerja lembur* sebagaimana dimaksud dalam ayat [2] dan ayat [3] diatur dengan Keputusan Menteri"), adalah setiap ketentuan *waktu kerja lembur* dan *upah kerja lembur* yang diatur masing-masing dengan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI sudah merupakan satu kesatuan waktu antara *waktu kerja* dengan *waktu kerja lembur* di sektor tertentu, seperti pada 3 (tiga) Peraturan Menteri sebagaimana tersebut pada butir 7 di atas. Dengan perkataan lain, dalam setiap Peraturan Menteri dimaksud, masing-masing *waktu kerja* telah dilebur dan disatukan dengan *waktu kerja lembur* (yang sering disebut dengan *lembur otomatis*), sehingga akumulasi upahnya juga sudah merupakan paket *upah waktu kerja normal* "plus" *upah kerja lembur*.

Perhitungan Upah Lembur didasarkan upah bulanan dengan cara menghitung upah sejam adalah 1/173 upah sebulan.Berdasarkan ketentuan yang tertuang dalam Kepmenakertrans No. 102/MEN/VI/2004 , Rumus perhitungan upah lembur adalah sebagai Tabel 1 dan Tabel 2 berikut (Anonim, 2013):

Tabel 1. Perhitungan upah lembur pada hari kerja

Jam Lembur	Rumus	Keterangan
Jam Pertama	1,5 X 1/173 x Upah Sebulan	Upah Sebulan adalah 100% Upah bila upah yang berlaku di perusahaan terdiri dari upah pokok dan tunjangan tetap.
Jam Ke-2 & 3	2 X 1/173 x Upah Sebulan	Atau 75% Upah bila Upah yang berlaku di perusahaan terdiri dari upah pokok, tunjangan tetap dan tunjangan tidak tetap. Dengan ketentuan Upah sebulan tidak boleh lebih rendah dari upah minimum

Tabel 2.Perhitungan Upah Lembur Pada Hari Libur/Istirahat

JAM LEMBUR	KETENTUAN UPAH LEMBUR	RUMUS
6 Hari Kerja per minggu (40 Jam/Minggu)		
7 Jam pertama	2 Kali Upah/Jam	7 jam x 2 x 1/173 x upah sebulan
Jam Ke 8	3 Kali Upah/jam	1 jam x 3 x 1/173 xupah sebulan
Jam Ke-9 s/d Jam ke-10	4 Kali Upah/Jam	1 jam X 4 x 1/173 x upah sebulan
Hari Libur Resmi Jatuh Pada Hari Kerja Terpendek misal Jum'at		
5 Jam pertama	2 X Upah/jam	5 jam x 2 x 1/173 x upah sebulan
Jam ke-6	3 X Upah/jam	1 jam x 3 x 1/173 xupah sebulan

Jam Ke-7 & 8	4 X Upah/jam	1 jam X 4 x 1/173 x upah sebulan
5 Hari Kerja per minggu (40 Jam/Minggu)		
8 Jam pertama	2 Kali Upah/Jam	8 jam x 2 x 1/173 x upah sebulan
Jam ke-9	3 Kali Upah/jam	1 jam x 3 x 1/173 xupah sebulan
Jam ke-10 s/d Jam ke-11	4 Kali Upah/Jam	1 jam X 4 x 1/173 x upah sebulan

Hubungan Kerja Lembur Dengan Kesejahteraan Keluarga

Mengukur kesejahteraan dapat dengan menggunakan pendapatan yang diterima oleh para pekerja. Dengan adanya kenaikan upah (upah riil dan upah nominal) atau pendapatan maka kesejahteraan para pekerja akan meningkat, hal ini disebabkan dengan pendapatan yang naik, pekerja akan lebih mampu mencukupi kebutuhannya.

Dalam teori ekonomi, pendapatan pelaku ekonomi (*measured income*) yang terbagi menjadi pendapatan permanen atau tetap (*permanent income*) dan pendapatan tidak tetap (*transitory income, unplanned income*, atau *unanticipated income*). Dalam kontek pekerja, upah pekerja merupakan komponen pendapatan permanen. Upah selalu berkaitan dengan istilah upah riil dan upah nominal. Upah yang diterima pekerja disebut dengan upah nominal (*nominal wage*). Upah riil (*real wage*) adalah upah yang telah diperhitungkan dengan daya beli dari upah yang diterima atau upah nominal.

Kesejahteraan keluarga kalau diukur berdasarkan penghasilan yang diperoleh keluarga, baik penghasilan suami maupun istri bisa dilihat dari tinggi atau rendahnay jumlah penghasilan tersebut. Kesejahteraan keluarga dari segi sosial bisa diukur dengan terpenuhinya kebutuhan keluarga baik yang pokok maupun yang sekunder. Memenuhi kebutuhan barang dari sebuah keluarga tergantung dari daya beli keluarga tersebut.

Dalam teori pasar, harga barang dan jasa akan mempengaruhi daya beli dari upah pekerja ini. Bisa saja upah nominal pekerja mengalami kenaikan dibandingkan tahun sebelumnya, tetapi karena biaya hidup naik, maka daya beli dari upah pekerja bisa lebih rendah dari tahun sebelumnya. Meskipun ada kenaikan, tingkat kenaikan upah riil tidak seberapa dibandingkan dengan upah riil tahun sebelumnya.M.Yasin (2010) menyebutkan bahwa upah tenaga kerja mempengaruhi eksistensi kehidupan minimal para pekerja. Jadi semakin besar upah yang diterima oleh pekerja maka tingkat kemakmurannya akan meningkat, sebaliknya jika upah pekerja semakin kecil maka tingkat kemakmuran pekerja akan semakin rendah pula.

Yunastiti (2006) menyebutkan tentang determinan jam kerja para pekerja di propinsi Jawa Tengah yaitu bahwa upah dan umur berpengaruh siginifikan terhadap jam kerja, jam kerja para pekerja yang menerima upah di atas UMK mempunyai jam kerja yang lebih panjang pada setiap kelompok umur termasuk jamkerja lembur. Jenis kelamin berpengaruh terhadap jam kerja, dimana rata-rata jam kerja perminggu pekerja laki-laki lebih panjang dibandingkan dengan pekerja perempuan. Dilihat jam kerja menurut upah dan jenis kelamin menunjukkan pekerja laki-laki bekerja lebih panjang dibandingkan pekerja perempuan pada setiap tingkat upah. status pekerja berpengaruh terhadap jam kerja, bahwa rata-rata jam kerja perminggu pekerja berstatus kawin lebih panjang dibanding pekerja yang berstatus tidak kawin. Sedangkan Salman (2000), di Desa Sudimampir Kecamatan Indralaya Sumatera Selatan, tentang Analisis Variabel-Variabel Yang Mempengaruhi Curahan Jam Kerja Rumah Tangga Petani di Sektor Informal, dipengaruhi oleh luas lahan, jumlah anggota keluarga, pendidikan kepala keluarga, umur, dan pendapatan usahatani. Dimana umur, jumlah anggota keluarga, dan pendidikan berpengaruh positif terhadap curahan waktu kerja, sedangkan luas lahan dan pendapatan usahatani berpengaruh negatif. Curahan waktu kerja termasuk jam lembur.

Tingkat upah akan berkaitan dengan produktivitas pekerja. Pengusaha berpandangan bahwa agar pekerja dapat memperoleh upah yang cukup untuk membiayai hidupnya, maka pekerja harus dapat mencapai tingkat produktivitas yang tinggi, agar upah dapat dinaikkan. Sebaliknya pekerja berpandangan bahwa upah yang tinggi merupakan sarana untuk meningkatkan kesejahteraan pekerja dan keluarganya (McConell *et all*, 2003). Hal ini menegaskan bahwa ada hubungan antara pendapatan pekerja dengan kesejahteraan keluarganya. Semakin tinggi upah yang didapat (baik upah dari gaji pokok maupun lembur) maka semakin meningkat pula kesejahteraan diri dan keluarganya. Budiono (2007) menyatakan bahwa besar upah minimum harus memperhatikan besar keperluan minimum kesejahteraan pekerja dan keluarga.

Dari beberapa hasil penelitian di atas, dapat dinyatakan ada hubungan positif antara lembur dengan upah kerja. Semakin banyak lembur maka semakin banyak upah yang didapat. Disisi lain, semakin banyak upah yang di dapat maka menurut persepsi pekerja, semakin tinggi pula kesejahteraan keluarga yang didapat. Akan tetapi perlu dikaji juga, apakah kesejahteraah itu hanya diukur dari tingkat penghasilan? Bagaimana dengan kondisi sosial keluarga jika suami/istri sering lembur di tempat kerja.

Grendi (2010) menyebutkan bahwa kesejahteraan pekerja tidak hanya diukur dengan upah yang di dapat, tetapi juga ada faktor sosial, seperti jaminan kesehatan baik pada dirinya dan keluarganya, fasilitas kerja yang memadai, dan sebagainya. Hal ini menunjukkan bahwa kesejah teraan keluarga bagi pekerja bukan hanya diukur dengan upah (gaji, upah lembur, dan insentif) akan tetapi juga ada faktor kesejahteraan sosial keluarga.

Dari hasil penelitian terdahulu dan penjelasan di atas dapat dinyatakan bahwa ada potensi hubungan positif antara waktu lembur dengan kesejahteraan keluarga. Artinya semakin banyak waktu lembur maka potensi kesejahteraan keluarga semakin tinggi. Kesejahteraan keluarga disini ditinjau dari aspek pendapatan keluarga, maka perlu juga diperhatikan kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosialnya.

Pengaruh Kerja Lembur Terhadap Kesejahteraan Keluarga Ditinjau Dari Aspek Penghasilan Di CV "X" Tabanan

CV "X" adalah perusahaan kecil yang ada di Kabupaten Tabanan memproduksi sandal, sepatu dan tas. Jumlah pekerja yang dijadikan responden adalah 21 orang dan sudah menikah. Kerja lembur, kesejahteraan keluarga baik ditinjau dari aspek pendapatan maupun aspek sosial diukur menggunakan kuesioner dengan 4 skala likert. Hasil analisis menunjukkan hal-hal sebagai berikut.

a. Hasil analisis korelasi

Hasil analisis korelasi antara kerja lembur dengan kesejahteraan ditinjau dari aspek penghasilan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Analisis korelasi antara kerja lembur dengan kesejahteraan (aspek penghasilan)

Variabel	Nilai r	Nilai p
kerja lembur –kesejahteraan (aspek penghasilan)	0,798	0,000

Dari Tabel 3 didapat nilai r yang signifikan ($p<0,05$), hal ini meunjukkan bahwa ada hubungan antara kerja lember dengan kesejahteraan ditinjau dari aspek penghasilan keluarga. Untuk mengetahui tingkat hubungan tersebut dapat dilihat tabel interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel dengan kriteria sebagai berikut (Sugiono, 2000).

Tabel 4. Nilai koefisien korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Cukup
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Dilihat dari Tabel 3, maka nilai r pada hubungan antara kerja lembur dengan kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek penghasilan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 yaitu 0,798 dapat dinyatakan sebagai hubungan yang kuat.

b. Hasil analisis regresi

Untuk melihat *trend* dan seberapa besar pengaruh kerja lembur dengan kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek penghasilan, dilakukan analisis regresi linier, dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 5.Hasil Analisis Regresi kerja lembur dengan kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek penghasilan

Variabel prediktor	Variabel dependen	R square	Konstanta a	Konstanta b	F	P
Kerja lembur	Kesejahteraan keluarga (aspek penghasilan)	0,637	-0,898	1,025	33,408	0,000

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai R square adalah 0,637 dengan nilai p<0,05.Artinya bahwa kerja lembur para tenaga kerja di CV "X" Kabupaten Tabanan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek penghasilan sebesar63,7%.

Persamaan regresinya adalah :

$$y = -0,898 + 1,025\ x \qquad (1)$$

Dimana x adalah variabel kesejahteraan keluarga ditinjua dari aspek penghasilan dan y adalah variabel kerja lembur.

Persamaan ini menunjukkan bahwa koefisien pada variabel x adalah positif (gradien bernilai positif). Artinya bahwa pengaruh yang terjadi adalah pengaruh positif, yaitu semakin tinggi/sering kerja lembur pada pekerja CV "X" maka akan semakin sejahtera keluarganya (ditinjau dari aspek penghasilan).

Senada dengan apa yang dihasilkan oleh Yulius (2007) dalam penelitiannya bahwa ada hubungan kerja lembur dengan kesejahteraan karyawan dan keluarganya. Kerja lembur harus sesuai kesepakatan antara pihak perusahaan dengan para karyawan dan upah harus diberikan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Yuli (2013) menunjukkan dalam penelitiannya bahwa kompensasi dalam kerja mengandung adanya hubungan yang sifatnya professional (termasuk kompensasi lembur) dimana salah satu tujuan utama karyawan bekerja adalah mendapatkan imbalan untuk mencukupi berbagai kebutuhan (kesejahteraan pribadi atau keluarga), sementara disisi perusahaan mereka membayar karyawan agar para karyawan bisa menjalankan pekerjaan sesuai dengan keinginan dan harapan perusahaan.

Pengaruh Kerja Lembur Terhadap Kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosial di CV "X" Tabanan

Pengukuran kerja lembur terhadap kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosial juga dilakukan menggunakan kuesioner yang diberikan kepada para pekerja CV "X" di Kabupaten Tabanan. Aspek sosial yang dimaksud adalah aspek hubungan sosial dalam keluarga, misalkan kebersamaan suami bersama istri dan anak-anak, interaksi dalam kegiatan bersama, menyediakan waktu untuk memberi perhatian, berekreasi, dan semacamnya. Hasil analisis kuesioner adalah sebagai berikut.

a. Hasil analisis korelasi

Hasil analisis korelasi antara kerja lembur dengan kesejahteraan ditinjau dari aspek sosial adalah sebagai berikut.

Tabel 6. Analisis korelasi antara kerja lembur dengan kesejahteraan (aspek sosial)

Variabel	Nilai r	Nilai p
kerja lembur –kesejahteraan (aspek penghasilan)	-0,503	0,020

Diperoleh dari Tabel 6tersebut nilai r yang signifikan (p<0,05), hal ini meunjukkan bahwa ada hubungan antara kerja lembur dengan kesejahteraan ditinjau dari aspek penghasilan sosial. Akan tetapi nilai r ini bertanda minus yang artinya hubungan tersebut adalah hubungan terbalik yaitu jika kerja lembur tinggi maka kesejahteraan keluarga dari aspek sosial adalah rendah atau sebaliknya.

Untuk mengetahui seberapa kuat tingkat hubungan tersebut dapat dilihat tabel interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel seperti terlihat pada Tabel 4. Dengan melihat Tabel 4 dan nilai r yang diperoleh adalah 0,503 (tanda minus menyatakan hubungan terbalik) maka dapat dinyatakan bahwa hubungan dua variabel tersebut mempunyai tingkat yang sedang.

b. Hasil analisis regresi

Hasil analisis regresi linier bisa digunakan untuk melihat *trend* dan seberapa besar kerja lembur bisa mempengaruhi kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosial.Hasil analisis regresi linier tersebut adalah seperti berikut.

Tabel 7. Hasil analisis regresi linier kerja lembur bisa mempengaruhi kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosial

Variabel prediktor	Variabel dependen	R square	Konstanta a	Konstanta b	F	P
Kerja lembur	Kesejahteraan keluarga (aspek sosial)	0,253	14,866	-0,783	6,432	0,020

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai R square adalah 0,253 dengan nilai p<0,05. Artinya bahwa kerja lembur para tenaga kerja di CV "X" Kabupaten Tabanan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosial sebesar 25,3%.

Persamaan regresinya adalah :

$$y = 14{,}866 - 0{,}783\ x \qquad (2)$$

Dimana x adalah variabel kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosial dan y adalah variabel kerja lembur.

Persamaan ini menunjukkan bahwa koefisien pada variabel x adalah negatif (gradien bernilai negatif). Artinya bahwa pengaruh yang terjadi adalah pengaruh negatif (terbalik), yaitu semakin tinggi/sering kerja lembur pada pekerja CV "X" maka akan semakin rendahkesejahteraan keluarganya (ditinjau dari aspek sosial).

Hasil penelitian yang dilakukan yang dilakukan oleh Abriyani (2007) juga menyebutkan bahwa kerja lebur akan menyebabkan produktivitas pekerja menurun. Walaupun upah diberikan hal ini akan memberikan dampak secara sosial pada diri dan keluarganya. Feri dan Saifuddin (2008) melakukan perbandingan produktivitas kerja lembur dan kerja normal, dan ternyata meberikan perbedaan yang sinifikan. Disisi lain kerja lembur ini juga berpengaruh pada kesejahteraannya dan sistem sosialnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

a. Ketentuan waktu kerja, waktu lembur dan upah lembur diatur dalam Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan dan Kepmenakertrans No. 102/MEN/VI/2004.
b. Ada hubungan kerja lembur dengan kesejahteraan keluarga. Jika kerja lembur meningkat maka berpotensi kepada kesejahteraan keluarga yang meningkat pula.
c. Kerja Lembur memberikan pengaruh yang signifikan dan positif terhadap Terhadap Kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek penghasilan pada pekerja di CV "X" Kabupaten Tabanan
d. Kerja Lembur memberikan pengaruh yang signifikan tetapi pengaruh negatif (terbalik) terhadap kesejahteraan keluarga ditinjau dari aspek sosial di CV "X" Kabupaten Tabanan.
e.

Saran

Dari hasil dan analisa penelitian ini, disarankan beberapa hal sebagai berikut:

a. Kepada para majikan dan pemegang perusahaan, hendaknya waktu kerja, waktu lembur, dan upah lembur para pekerja disesuaikan dengan undang-undang dan ketentuan yang berlaku.
b. Diperoleh hasil bahwa kerja lembur bisa memberikan pengaruh yang positif pada kesejahteraan keluarga dari aspek penghasilan, akan tetapi memberikan pengaruh yang negatif kepada kesejahteraan keluarga dari aspek sosial. Maka hendaknya para majikan dan pemegang perusahaan memberikan waktu lembur yang proporsional agar kesejahteraan keluarga pekerja dari aspek sosial tidak terganggu.

DAFTAR PUSTAKA

Abriyani Sulistyawan. (2007). "Analisis Kerja Lembur Dan Produktivitas Tukang Batu Pada Proyek Konstruksi". *E-Jurnal Wahana Teknik Sipil* Vol. 12 No. 3 Desember 2007.

Anonim, (2013). Upah *Lembur dan Perhitungan Upah Lembur*. Terdapat pada http://disnakertrans.jabarprov.go.id/. Diakses pada tanggal 25 November 2013.

BKKBN, (2006). Panduan Pemb. Keluarga Sejahtera Dalam Rangka Penanggulangan Kemiskinan Kantor Menteri Negara Kependudukan/BKKBN. Jakarta

Budiyono. (2007). *Penetapan Upah Minimum Dalam Kaitannya Dengan Upaya Perlindungan Bagi Pekerja/Buruh Dan Perkembangan Perusahaan*. Tesis Program Pasca Sarjana Fakultas Hukum Universitas Diponegoro Semarang.

Feri Harianto, M. Syafiudin. (2008). "Perbandingan Produktivitas Kerja Lembur Dan Kerja.Normal Di Proyek Rehabilitasi Tertviinal Joyoboyo Surabaya". *Jurnal Tptek* Vol 1, No.l, Januari 2008.

Grendi Hendrastomo. "Menakar Kesejahteraan Buruh : Memperjuangkan Kesejahteraan Buruh Diantara Kepentingan Negara dan Korporasi". *Jurnal Informasi* Volume 16 No 2 tahun 2010

M. Yasin Yusuf. (2010). "Pengaruh Tingkat Upah Terhadap Kesejahteraan Pekerja Di Daerah Kureksari Waru Sidoarjo". *Jurnal Pendidikan Ekonomi* Volume 3 No 2, Oktober 2010.

McConnel, Champbell, R., Stanley L. Brue, dan David A. Macpherson, (2003). Contemporary Labor Economics, McGraw-Hill, New York.

Nurachmad, Much. (2009). Cara Menghitung Upah Pokok, Uang Lembur, Pesangon, Dan Dana Pension Untuk Pegawai Dan Perusahaan : Transmedia Pustaka.

Salman. (2000). *Analisis Variabel-Variabel Yang Mempengaruhi Curahan Waktu Rumah Tangga pada Sektor Informal*, Tesis Program Pascasarjana Universitas Brawijaya. Malang.

Sutrisno Hadi. (2004). Analisis Regresi.Yogyakarta: Andi Offset.

Umar Kasim. (2013). *Ketentuan Waktu dan Upah Kerja Lembur di Sektor Tertentu*. Terdapat pada http://www.hukumonline.com/klinik/detail /lt51245c6706e57/ ketentuan-waktu-dan-upah-kerja-lembur-di-sektor-tertentu. Diakses pada tanggal 25 November 2013.

Yuli Suwati. (2013). "Pengaruh Kompensasi Dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada Pt. Tunas Hijau Samarinda". *E-Journal Ilmu Administrasi Bisnis*., vol 1. No.1. Maret 2013

Yulius Kasino. (2007). "Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Di Perusahaan Menurut Hukum Positif". *Jurnal Ekonomi dan Kewirausahaan* Vol. 7, No. 1, April 2007.

Yunastiti Purwaningsih dan Murtiningsih. (2006). "Determinan Jam Kerja Para Pekerja Di Propinsi Jawa Tengah".*Jurnal Empirika*, Vol. 19 No. 1, Juni 2006.

EVALUASI BEBAN KERJA PADA PEKERJA PEMBAJAK SAWAH DI KABUPATEN TABANAN

[1]Anom Santiana,[2]M. Yusuf
[1]Staf Pengajar Politeknik Negeri Bali
[2]Mahasiswa Program Pasca Sarjana Ergonomi – Fisiologi Kerja Univ. Udayana
Email : yusuf@pnb.ac.id; yusuf752000@yahoo.com

ABSTRAKS
Indonesia adalah negara agraris. Lahan pertanian masih terbentang luas diseluruh nusantara. Pada jaman modern sekarang ini banyak lahan pertanian yang sudah dikerjakan dengan peralatan mesin. Seperti halnya traktor tangan pembajak sawah. Traktor tangan banyak dipakai di sawah pedesaan atau pedalaman. Fungsinya adalah membajak tanah atau menggemburkan tanah sawah sebelum ditanami padi. Di Bali sektor pertanian juga menjadi dasar perekonomian disamping sektor pariwisata dan industri kecil. Areal persawahan di daerah Bali dalam pengolahan tanah banyak yang menggunakan traktor tangan. Perlu dicermati pula bahwa walaupun perlalatan mesin tertanian ini memberikan kemudahan bagi petani, disisi lain ia juga punya pengaruh negatif terhadap petani sebagai pemakai. Salah satu pengaruhnya adalah bahwa mesin ini mengeluarkan bunyi yang cukup keras, menimbulkan getaran, berat mesin, dan pekerjaan membajak dilakukan dibawah terik matahari yang menyengat. Untuk itu dilakukan suatu penelitian secara observasional terhadap 12 orang petani pembajak sawah yang menggunakan traktor tangan di Kabupaten Tabanan, Bali. Untuk mengevaluasi beban kerja dilakukan pengukuran terhadap denyut nadi kerja, ECPT (extra calorie due to peripheral temperature), ECPM (extra calorie due to peripheral metabolism), getaran mesin, kebisingan, kecepatan angin, suhu lingkungan, dan kelembaban. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa beban kerja petani tergolong berat, ECPT>ECPM, terjadi peningkatan keluhan otot dan kelelahan secara umum pada petani. Untuk itu perlu diupayakan adanya intervensi ergonomi pada petani penggarap sawah di Kabupaten Tabanan. Karena ECPT > ECPM maka dalam intervensi ergonomi, perngaruh lingkungan seperti kebisingan, getaran, berat mesin, panas matahari harus ditekan sekecil mungkin sehingga dapat mengurangi beban kerja para petani.

***Kata Kunci**: Beban Kerja, Paparan Panas, getaran, bising, keluhan otot skeletal, keluhan subyektif.*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris. Lahan pertanian masih terbentang luas diseluruh nusantara. Pada jaman modern sekarang ini banyak lahan pertanian yang sudah dikerjakan dengan peralatan mesin. Seperti halnya traktor tangan pembajak sawah. Traktor tangan ini banyak dipakai disawah-sawah pedesaan atau pedalaman. Fungsinya adalah membajak tanah atau menggemburkan tanah sawah sebelum ditanami padi. Di Bali sektor pertanian juga menjadi dasar perekonomian disamping sektor pariwisata dan industri kecil. Sehinga di persawahan daerah Bali dalam membajak sawah banyak juga yang menggunakan traktor tangan termasuk di Kabupaten Tabanan.

Walaupun perlalatan mesin tertanian ini memberikan kemudahan bagi petani, disisi lain juga punya pengaruh negatif terhadap petani sebagai pemakai. Salah satu pengaruhnya adalah bahwa mesin ini mengeluarkan bunyi yang cukup keras, menimbulkan getaran, dan beratnya cukup besar, hal ini mempengaruhi sisi kesehatan kerja para petani. Getaran mekanis terhadap tangan atau lengan akan mengakibatkan kelainan pada peredaran darah dan persyarafan serta menyebabkan kerusakan pada persendian dan tulang (Suma'mur, 1995). Kebisingan di tempat kerja dapat mengurangi kenyamanan dan ketenangan kerja, mengganggu indera pendengaran, mengakibatkan penurunan daya dengar dan akhirnya dapat mengakibatkan ketulian menetap bagi pekerja yang terpapar oleh kebisingan tersebut. Selain gangguan pendengaran, kebisingan juga dapat menimbulkan akibat lain seperti tekanan darah meningkat, denyut jantung dipercepat, kontriksi pembuluh darah kulit, meningkatkan metabolisme, menurunnya aktivitas alat pencernaan dan tensi otot bertambah (Grandjean, 1993; Manuaba, 1998).

Dari pengamatan awal diketahui bahwa beban kerja pada proses ini adalah cukup berat karena selain pengaruh dari mengatur arah traktor yang berat, adanya getaran dan bising juga ada beban tambahan berupa paparan suhu panas matahari dengan durasi waktu yang lama. Paparan suhu panas bisa mengakibatkan *heat exhaosion* yaitu berkeringat sangat banyak, suhu badan naik sedangkan kulit kering dan panas. Disamping itu kondisi bentangan tanah di Bali bukan tipe tanah datar seperti di Jawa, Sumatra,

ataupun Kalimantan, tapi banyak berbentuk terasiring. Hal ini juga menambah kesulitan para petani dalam membajak sawah menggunakan traktor tangan.

Dari uraian diatas maka dipandang perlu dilakukan suatu penelitian secara observasional sejauhmana dampak dari getaran dan kebisingan yang ditimbulkan oleh traktor tangan pembajak sawah serta pengaruh paparan suhu panas lingkungan terhadap petani penggarap sawah di Kabupaten Tabanan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang dilakukan secara observasional terhadap 12 orang petani pembajak sawah dengan menggunakan traktor tangan Kabupaten Tabanan. Beban kerja ditentukan dari nadi kerja yang dihitung dengan metode 10 denyut pada arteri radialis dengan *stop watch*. Suhu lingkungan dan kelembaban diukur dengan sling Psychrometer. Kebisingan di ukur dengan Sound level meter. Kecepatan angin diukur menggunakan Anemometer. Getaran diukur dengan Vibration. Suhu panas radiasi matahari diukur dengan termometer bola. Keluhan subyektif di prediksi dari koesioner 30 item kelelahan dengan empat skala Likert dan keluhan otot skeletal diprediksi dengan kosioner *Nordic Body Map*. Analisa secara statistik dilakukan secara deskriptif terhadap beban kerja dan keluhan-keluhan otot skeletal maupun keluhan subyektif dari pekerja pembajak sawah yang menggunakan traktor tangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Karakteristik petani yang menjadi subjek penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel 1.Karakteristik subjek penelitian

No	Variabel	Rerata	Simpang Baku	Rentangan
1	Umur (th)	37,33	2,66	32-40
2	Berat badan (kg)	63,28	7,40	55-81
3	Tinggi badan (cm)	164,59	1,73	160,3-167,5
4	Pengalaman kerja (th)	6,50	1,65	4-10

Hasil pengukuran iklim kerja di tempat kerja para pembajak sawah yang dilakukan mulai pagi sampai sore (08.00 s.d 16.00 Wita) adalah sebagai berikut :

Tabel 2.Kondisi lingkungan kerja

No	Variabel	Rerata	Simpang Baku	Rentangan
1	Suhu basah (^{0}C)	29,13	0,45	28,50 – 30,80
2	Suhu kering (^{0}C)	32,25	0,61	30,50-35,00
3	Kelembaban relatif (%)	87,50	1,05	86-89
4	Suhu bola (^{o}C)	32,37	0,35	31,75-32,80
5	WBGT (^{o}C)	29,98	0,29	29,56-30,41

Gambar 1.Pengukuran mikroklimat di salah satu titik

Hasil pengukuran kebisingan yang dilakukan didekat telinga para pekerja saat traktor beroperasi adalah sebagai berikut :

Tabel 3.Pengukuran tingkat kebisingan traktor tangan

RPM	Rerata kebisingan (dB)	SD
1000	84,12	2,43
1200	85,27	1,78
1400	91,54	2,29

Sedangkan nilai ambang yang masih diijinkan untuk kebisingan adalah 85 dB (BSN, 2004). Getaran yang ditimbulkan oleh mesin pembajak yang diukur pada poros tangan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.Hasil pengukuran getaran

RPM	Rerata Percepatan pada poros Tangan (m/s^2)	SD
1000	0,66	0,09
1200	0,88	0,11
1400	1,18	0,08

Hasil penghitungan denyut nadi kerja terhadap subjek sebelum bekerja dan sesudah bekerja disajikan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5.Hasil penghitungan denyut nadi pekerja membajak sawah dengan traktor tangan

Variabel	Mean (dpm)	SD	t	p
Denyut Nadi Istirahat	75,95	6,03	-24,391	0,000
Denyut Nadi Kerja	129,88	2,87		

Berdasarkan perhitungan denyut nadi diperoleh pula nilai *Cardio Vasculer Load* (CVL) yaitu 56,38 ± 8,01 %.

Hasil perhitungan keluhan otot skeletal yang didata dengan kuesioner Nordic Body Map dan pengukuran kelelahan secara umum menggunakan 30 item kuesioner, disajikan pada tabel 6 berikut :

Tabel 6.Hasil analisis keluhan otot skeletal dan kelelahan secara umum

		Rerata skor	SD	t	P
Keluhan Otot	Sebelum kerja	37,52	1,47	-37,438	0,000
	Setelah kerja	78,65	3,50		
Kelelahan Secara Umum	Sebelum kerja	32,15	0,49	-26,602	0,000
	Setelah kerja	52,22	2,55		

Di samping akibat pengaruh gerak atau metabolisme, peningkatan beban kerja juga bisa disebabkan oleh pengaruh lingkungan kerja seperti panas matahari, kebisingan, dan getaran. Temperatur yang tinggi atau terik matahari bisa memberi pengaruh yang besar terhadap peningkatan beban. Hasil analisis pengaruh kerja fisik dan pengaruh lingkungan kerja dapat di ukur menggunkan ECPT (*extra cardiac pulse due totemperature*) dan ECPM (*extra cardiac pulse due tometabolism).*Hasil pengukuran ECPT dan ECPM disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7.Hasil Analisis ECPT dan ECPM

	Rerata	SD	t	P
ECPT	31,06	4,78	8,951	0,000
ECPM	26,89	5,15		

PEMBAHASAN

Berdasarkan karakteristik subjek, seperti yang tertera pada Tabel 1, rentang umur petani adalah antara 32 hingga 40 tahun. Usia ini masih usia produktif dengan berat badan berada pada rentang 55-81 kg dan pengalaman kerja membajak sawah menggunakan taktor tangan antara 4 hingga 10 tahun, ini menunjukkan bahwa kondisi fisik subjek berada pada kondisi produktif dengan pengalaman kerja yang cukup. Pengalaman kerja merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap tingkat ketrampilan pekerja, keluhan-keluhan yang terjadi pada sistem muskuloskeletal maupun terhadap produktivitas kerja (Subrata, 2003).

Kondisi lingkungan kerja pada pekerja pembajak sawah di Tabanan Bali adalah terdiri dari kondisi mikroklimat, kebisingan, dan getaran pada traktor tangan. Kondisi mikroklimat seperti tertera pada Tabel 2, suhu basah berada pada 28,5 hingga 30,8^{o}C, sedangkan suhu keringnya adalah 30,5 hingga 35^{o}C dan kelembaban relatif berada pada 86-89%. Hal ini merupakan kondisi yang kurang nyaman bagi pekerja. Terik matahari dan kelembaban yang tinggi akan memberikan beban tambahan pada fisik petani dalam bekerja. Manuaba (1998) menyatakan bahwa nilai ambang batas dari suhu udara untuk pekerja adalah 33° C dan kelembaban relatif pekerja orang Indonesia yang masih tergolong nyaman adalah antara 70% - 80%.

Pengukuran kebisingan dan getaran adalah pada putaran mesin 1000, 1200, dan 1400 RPM (rotastion per minut). Kebisingan yang terjadi pada putaran 1200 dan 1400 sudah berada diatas ambang batas yaitu lebih besar dari 85dB. Jika paparan ini terjadi dalam jangka waktu lama, maka akan terjadi gangguan pendengaran. Demikian juga terhadap getaran yang ditimbulkan oleh mesin traktor, pada poros tangan pada putaran 1000 percepatan getaran yang terjadi adalah adalah 0,66 m/s^2 dan pada putaran 1400 percepatan yang terjadi adalah 1,18 m/s^2. Nilai ambang batas getaran untuk paparan lengan dan tangan menurut Badan Standarisasi Nasional Indonesia adalah seperti Tabel 8 berikut:

Tabel 8.Nilai NAB Getaran

Jumlah waktu pemajanan per hari kerja	Nilai percepatan pada frekuensi domain	
	m/det2	Gram
4 jam dan kurang dari 8 jam	4	0,40
2 jam dan kurang dari 4 jam	6	0,61
1 jam dan kurang dari 2 jam	8	0,81
Kurang dari 1 jam	12	1,22

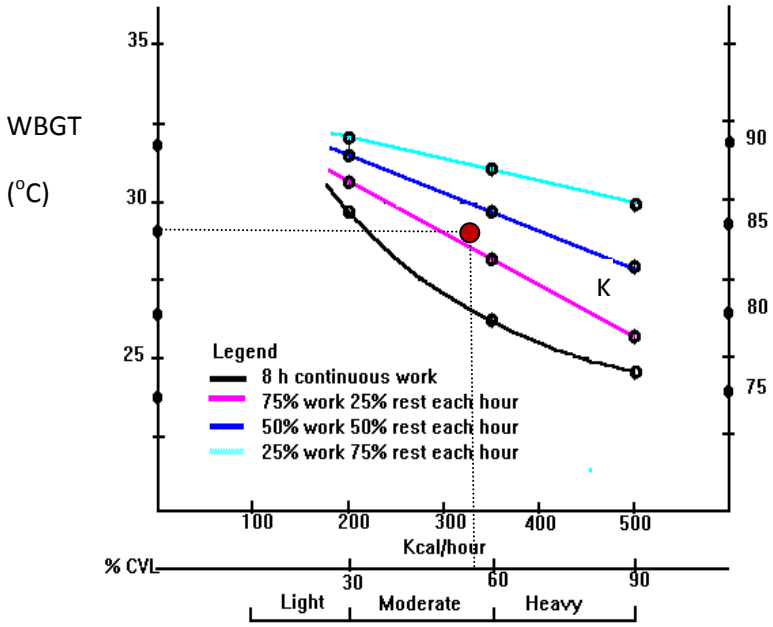
sumber : BSN, 2004 Catatan: 1 gram = 9,81m/det2

Kebisingan akan memberikan efek negatif pada daya kerja jika intensitas kebisingan berada diatas 85 dB terus menerus, hal ini akan menimbulkan kerusakan pada indera pendengaran (Suma'mur, 1995).

Sedangkan getaran yang langsung dirasakan oleh pekerja yaitu kontak tangan dengan pegangan traktor. Getaran ini akan memberikan efek fisiologis yang negatif. Paling tidak ada dua gejala pada pekerja yang ditimbulkan oleh adanya getaran ini (Suma'mur 1995) yaitu : kelainan pada peredaran darah dan persyarafan kerusakan pada persendian dan tulang-tulang.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Jayanti dan Ika Novidas (2010) tentang paparan getaran alat kerja dan hubungannya dengan sindroma getaran lengan tangan pada pekerja di indutri pengolahan kayu jati diperoleh bahwa dari 32 responden, sebagian besar (19 orang) terpapar getaran lebih besar dari 4 m/det2 sedangkan 13 orag lainnya terpapar getaran kurang dari 4 m/det^2. Keluhan yang disampaikan adalah jari jemari serta telapak tangan terasa menebal dan bergetar, kaku dan sakit "ekstrem" pada otot lengan, sendi siku dan pergelangan tangan terasa kaku, nyeri/sakit, mengalami pemucatan jari-jari dan telapak tangan terasa mati rasa setelah bekerja, kemudian 18 orang dinyatakan positif terhadap *sindroma hand arm vibration* dan 14 orang sisanya negatif.

Berdasarkan perhitungan denyut nadi kerja diketahui bahwa beban kerja untuk pembajak sawah dengan menggunakan traktor tangan ini adalah tergolong beban kerja berat dengan rerata denyut nadi kerja sebesar 129,88 denyut/menit yaitu berada diantara 125 – 130 denyut/menit (Granjean, 1993). Sedangkan *cardio vasculer load* (CVL) diperoleh 56,38%. Kombinasi nilai CVL dan WBGT bisa dilihat pada grafik Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik waktu kerja dan istirahat berdasarkan ISBB dan % CVL
Sumber : Intaranont dan Vanwonterghem, (1993)

Berdasar grafik pada Gambar 2 di atas, dapat dilihat bahwa dengan %CVL dan nilai WBGT yang diperoleh dari pembajak sawah di Kabupaten Tabanan, seharusnya mereka bekerja dengan pembagian 75% kerja dan 25% istirahat.

Keluhan otot skeletal dan kelelahan secara umum seperti terlihat pada Tabel 6, terjadi peningkatan yang signifikan antara pengukuran sebelum kerja dan setelah \kerja. Setelah kerja keluhan otot skeletal yang terjadi pada pembajak sawah terjadi sakit di bahu, di pinggang (100% pekerja), dan sakit di leher, lengan atas kiri dan kanan, serta sakit di punggung (80% dari pekerja). Sedangkan keluhan subyektif yang terjadi yaitu lelah pada seluruh badan, nyeri di punggung dan merasa haus (100% dari pekerja), kemudian juga merasa berat di kepala, kaki terasa berat, kaku atau canggung dalam bergerak, kaku dibagian bahu, dan badan terasa gemetar diperoleh 80% dari pekerja. Apabila hal keluhan-keluhan ini tidak diberikan solusi dengan baik dan pekerja terus menerus mendapatkan keluhan tersebut, maka akan berakibat buruk dari sisi kesehatan pekerja.

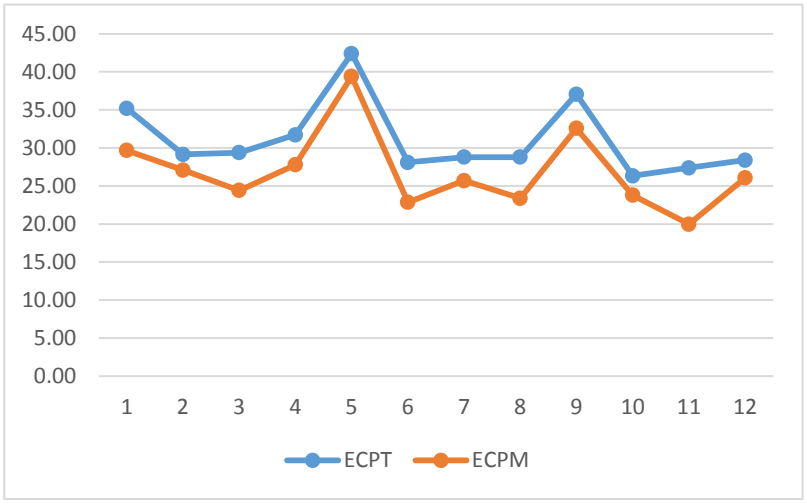
Beban kerja yang tergolong berat dibawah tekanan suhu panas matahari ditambah lagi adanya getaran dan kebisingan yang ditimbulkan oleh alat kerja akan menimbulkan keluhan-keluhan, baik itu keluhan subyektif maupun keluhan obyektif yang terjadi pada otot skeletal (Granjean, 1993; Suma'mur, 1995).

Berdasarkan nilai ECPT dan ECPM seperti pada Tabel 7 diperoleh bahwa nilai ECPT berbeda signifikan dengan nilai ECPM, dimana nilai ECPT lebih besar daripada nilai ECPM. Menurut Adiputra (2002) serta Intaranont and Vanwonterghem (1993) apabila:

a) Nilai ECPT > ECPM, berarti bahwa faktor lingkungan lebih dominan sehingga memberikan beban kerja tambahan kepada subjek. Dalam upaya perbaikan maka aspek lingkungan itu harus ditekan sekecil mungkin.
b) Nilai ECPM > ECPT, berarti bahwa kerja fisik tugas yang dilakukan memang berat. Upaya intervensinya ditujukan untuk menurunkan beban kerja utama.
c) Nilai ECPM = ECPT, itu berarti bahwa beban fisik pekerjaan dan aspek lingkungan sama-sama memberikan beban kepada tubuh; dengan demikian upaya intervensi ditujukan kepada keduanya.

Dari hasil perhitungan diperoleh ECPT lebih besar dari ECPM, hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan yaitu iklim mikro setempat memberikan beban kerja tambahan yang dominan terhadap subyek dibandingkan dengan beban karena level aktivitas yang dilakukan. Hal ini dapat dimengerti karena aktivitas praktikum dilakukan di alam terbuka sehingga subyek terpapar terhadap iklim mikro setempat (radiasi matahari, suhu udara, kelembaban dan kecepatan angin) termasuk kebisingan dan getaran mesin traktor selama melakukan aktivitas. Hal ini berarti bahwa bila ingin mengadakan berbagai intervensi untuk memperbaiki pelaksanaan aktivitas maka intevensi tersebut dapat diarahkan pada hal-hal yang berhubungan dengan faktor iklim mikro setempat.

Perbedaan antara ECPT dan ECPM secara grafis ditunjukkan dalam Gambar 3. Terlihat bahwa ECPT secara signifikan lebih besar daripada ECPM dengan nilai $p < 0,05$.



Gambar 3.Grafik ECPT dan ECPM

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan di atas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Beban kerja pembajak sawah di Tabanan dengan menggunakan traktor tangan termasuk dalam kategori beban kerja yang berat.
2. Kerja fisik yang disertai paparan suhu panas, kebisingan dan getaran yang ditimbulkan oleh traktor tangan pembajak sawah meningkatkan keluhan otot skeletal yaitu yaitu sakit di bahu, di pinggang, sakit di leher, lengan atas kiri dan kanan, serta sakit di punggung, juga meningkatkan keluhan subyektif (kelelahan secara umum) yaitu lelah pada seluruh badan, nyeri di punggung dan merasa haus, merasa berat di kepala, kaki terasa berat, kaku atau canggung dalam bergerak, kaku dibagian bahu, dan badan terasa gemetar.

3. Upaya-upaya untuk memperbaiki pelaksanaan aktivitas bajak sawah menggunakan traktor tangan dapat diarahkan pada hal-hal yang berhubungan dengan iklim mikro setempat, kebisingan dan getaran mesin.

Saran

Beberapa hal yang bisa disarankan untuk para pembajak sawah dengan menggunakan trasktor tangan ini antara lain:

1. Mengatur jam istirahat kerja seperti memberikan istirahat pendek selama ± 10 menit setiap jam kerja sambil minum air.
2. Jam istirahat untuk makan dilakukan dibawah naungan pohon atau memberikan tempat peneduh.
3. Menggunakan sumbat telinga ketika sedang mengoperasikan traktor pembajak sawah mengingat kebisingan yang ditimbulkan traktor tergolong tinggi.
4. Melapisi spon pada pegangan tangan traktor agar getaran teredam.

DAFTAR PUSTAKA

Adiputra, N. (2002). "Denyut Nadi dan Kegunaannya dalam Ergonomi". *Jurnal Ergonomi Indonesia*, Vol. 3, No. 1, Juni 2002: 22-26.

BSN. 2004. Nilai Ambang Batas iklim kerja (panas), kebisingan, getaran tangan-lengan dan radiasi sinar ultra ungu di tempat kerja. Badan Standarisasi Nasional.SNI 16-7063-2004.

Grandjean. (1993). Fitting *the Task To the Man. 4th Edition*. London: Taylor & Francis.

Intaranont, K. & Vanwonterghem, K. (1993). *Study of Exposure Limit in Contraining Climatic Conditions for Strenous Task : an Ergonomic Aproach*. Final Report. Bangkok : Chulangkom University Department of Industrial Engeneering.

Jayanti dan Ika Novidas , (2000). *Hubungan Antara Paparan Getaran Alat kerja dengan Sindroma Getaran Lengan-Tangan pada Pekerja di Industri Pengolahan kayu Jati Perum Perhutani Cepu.* Thesis,Universitas Diponegoro. Semarang.

Manuaba, A.(1998). *Bunga Rampai Ergonomi* vol.1. Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja Universitas Udaayana Denpasar.

Subrata, M. (2003). *Pemakaian Alat Pelindung Pada Jari Telunjuk Tangan Dan Pemakaian Tempat Duduk Pada Pekerja Pemotong Gigi Taring Anak Babi Mengurangi Cedera Dan Menurunkan Keluhan Subjektif Serta Meningkatkan Produktivitas Kerja. Tesis Magister Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja*. Denpasar : Universitas Udayana.

Suma'mur PK, (1995). *Higene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PT Toko Gunung Agung.

PENGEMBANGAN MODEL PERSEDIAAN PEMASOK TUNGGAL-PEMBELI TUNGGAL DENGAN MEMPERTIMBANGKAN DISKON KUANTITAS PEMBELIAN DAN DISKON KUANTITAS PENGIRIMAN

Kartika Winingsih[1], Wakhid Ahmad Jauhari [2], Azizah Aisyati[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: kartikawiningsih@gmail.com, wachid_aj@yahoo.com, aisyati@yahoo.com

ABSTRAKS

Pengelolaan persediaan merupakan salah satu komponen terpenting dalam supply chain. Pengelolaan persediaan seringkali dilakukan secara independent sehingga menimbulkan kerugian salah satu pihak. Kerugian terjadi akibat pembeli melakukan pemesanan dalam jumlah yang optimal bagi sistem persediaannya sehingga pihak lain khususnya pemasok harus menanggung biaya persediaan yang tinggi. Oleh karena itu, dikembangkan model persediaan Joint Economic Lots Size (JELS) yang menggabungkan pemasok dan pembeli bersama-sama agar ukuran produksi dan ukuran pesan lebih proporsional bagi kedua belah pihak Model JELS dalam penelitian ini dikembangkan untuk pemasok tunggal-pembeli tunggal dengan mempertimbangkan diskon kuantitas pembelian dan diskon kuantitas pengiriman. Diskon kuantitas pembelian adalah diskon yang diberikan pemasok ketika jumlah pembelian produk melebihi batas yang ditetapkan, sedangkan diskon kuantitas pengiriman adalah diskon yang diberikan shipper ketika jumlah pengiriman melebihi batas yang ditetapkan. Kedua kebijakan diskon diberikan berdasarkan kebijakan incremental discount. Permintaan dalam model ini berdistribusi normal dan saat terjadi shortage, pembeli membayar biaya backorder. Tujuan dari model ini adalah meminimasi total biaya persediaan gabungan. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa perubahan skema diskon biaya pembelian dan biaya pengiriman berdasarkan kebijakan incremental discount memberikan penghematan yang kecil terhadap total biaya persediaan gabungan.

Kata kunci*: diskon pembelian, diskon pengiriman, incremental, JELS*

PENDAHULUAN

Supply chain adalah jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir (Pujawan, 2005). Jaringan perusahaan tersebut mencangkup pihak-pihak yang terlibat dalam *supply chain.* Dari keterlibatan ini dapat dilakukan optimalisasi pengelolaan persediaan dalam menentukan ukuran lot yang optimal. Jika penentuan ukuran lot dilakukan terpisah, maka penentuan ukuran lot pesan dan ukuran lot produksi hanya mempertimbangkan kepentingan salah satu pihak sehingga dapat memberikan kerugian pihak lainnya (Arvianto dkk, 2010).Hal inilah yang mendorong munculnya penelitian yang mengintegrasikan pihak-pihak dalam *supply chain.*

Model persediaan yang mengintegrasikan pihak-pihak dalam *supplay chain* adalah *Joint Economic Lot Size* (JELS). Model ini dikembangkan pertama kali oleh Goyal (1976) untuk pemasok tunggal dan pembeli tunggal. Selanjutnya dilakukan beberapa penelitian dari model Goyal (1976), antara lain: Banerjee (1986), Goyal (1988), Aderohunmu dkk (1995), dan Pujawan dan Kingsman (2002) dengan mempertimbangkan beberapa asumsi yang terkait.

Pada penelitian sebelumnya masih menggunakan asumsi permintaan yang tetap dari waktu ke waktu yang tidak sesuai dengan kondisi nyata di lapangan, maka dilakukanlah penelitian model JELS yang mempertimbangkan permintaan stokastik. Salah satu penelitian tentang permintaan stokastik dilakukan oleh Jauhari dkk (2011). Dalam model tersebut biaya transportasi ditentukan untuk setiap pengiriman tanpa mempertimbangkan jumlah produk yang dikirim.

Biaya transportasi pada model Jauhari dkk (2011) dikembangkan oleh Fitriyani (2013) menjadi biaya transportasi dengan mempertimbangkan jumlah produk yang dikirim. Untuk setiap unit produk yang dikirim akan dibebankan biaya transportasi. Biaya transportasi untuk produk yang dikirim diberikan oleh *shipper* dengan mempertimbangkan diskon kuantitas pengiriman. Diskon kuantitas pengiriman adalah diskon yang diberikan ketika jumlah pengiriman melebihi batas yang ditetapkan. Ketentuan diskon kuantitas pengiriman diberikan dengan menerapkan kebijakan *incremental discount.Incremental discount* merupakan diskon yang diberikan untuk unit tertentu dalam range tertentu. Namun dalam model persediaan Fitriyani (2013) belum mengakomodasi adanya diskon kuantitas pembelian. Diskon kuantitas

pembelian adalah diskon yang diberikan pemasok ketika jumlah pembelian produk melebihi batas yang ditetapkan.

Penerapan salah satu diskon dalam model persediaan tidak dapat merefleksikan keputusan akhir dalam perencanaan persediaan sehingga perlu dikembangkan model persediaan yang mengintegrasikan diskon kuantitas pembelian dan diskon kuantitas pengiriman (Darwish, 2007). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikembangkan model persediaan JELS stokastik pada kasus pemasok tunggal-pembeli tunggal dengan mempertimbangkan diskon kuantitas pembelian dan diskon kuantitas pengiriman.

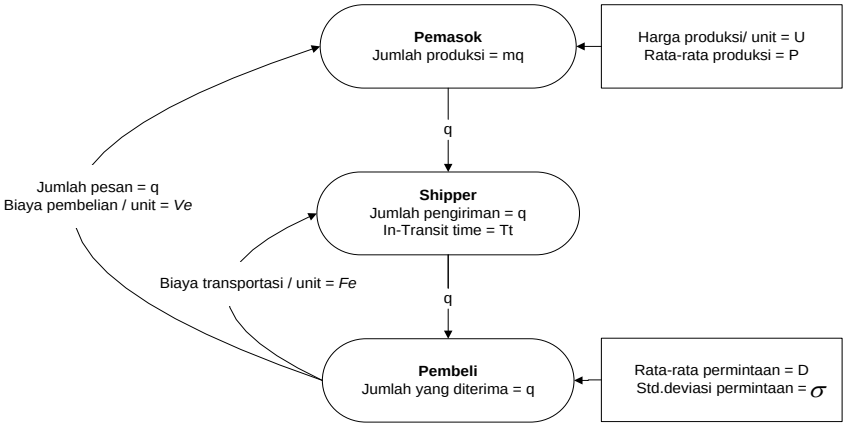
STUDI LITERATUR

Model persediaan yang mengintegrasikan pemasok dan pembeli secara bersama-sama atau yang sering disebut sebagai model Joint Economic Lot Size (JELS) telah mendapat perhatian bagi para peneliti. Pada dasarnya model JELS bertujuan untuk mengurangi total biaya dalam sistem melalui sinkronisasi kepentingan dari kedua belah pihak yaitu pemasok dan pembeli. Goyal (1976) merupakan peneliti pertama yang mengembangkan model JELS untuk pemasok-pembeli tunggal dengan menetapkan interval pemesanan optimal terlebih dahulu. Banerjee (1986) mengembangkan model Goyal (1976) dengan mengasumsikan bahwa pemasok memproduksi lot dalam jumlah yang tetap dan dilakukan berdasarkan kebijakan *lot for lot.* Model Banerjee (1986) kemudian dikritisi oleh Goyal (1988) dengan menyatakan bahwa untuk kebijakan *lot for lot,* pengiriman pertama hanya dapat dilakukan setelah seluruh *batch* sudah selesai diproduksi. Maka Goyal (1988) mengembangkan model dengan menetapkan sejumlah kelipatan integer dari lot pemesanan pembeli untuk jumlah produksi pemasok. Aderohunmu dkk (1995) menyatakan bahwa penurunan biaya total persediaan dapat dilakukan dengan *co-operative batching policy* yang didasarkan pada pertukaran informasi biaya antara pembeli dan pemasok. Dari model tersebut terbukti mampu memberikan penghematan yang lebih besar pada total biaya persediaan dibandingkan dengan model Banerjee (1986) dan Goyal (1988). Penelitian tentang kebijakan model *lot streaming* dan model tanpa *lot streaming* antara pemasok dan pembeli dikembangkan oleh Punjawan dan Kingsman (2002). Hasil dari penelitian menunjukkan model yang memperbolehkan pemasok melakukan proses pengiriman tanpa menunggu seluruh batch selesai diproduksi (*lot streaming)* menghasilkan biaya persediaan yang lebih kecil dibandingkan model tanpa *lot streaming.* Selanjutnya model Punjawan dan Kingsman (2002) dikembangkan oleh Ben-Daya dan Hariga (2004) dan Jauhari (2011) untuk permintaan yang stokastik.

Selain itu, dikembangkan pula model JELS yang mempertimbangkan diskon kuantitas pengiriman dan diskon kuantitas pembelian bersama-sama. Tersine dan Barman (1991) mengembangkan model persediaan *single-stage* dengan mempertimbangkan diskon kuantitas pengiriman berdasarkan berat produk yang dikirim saat diterapkan diskon kuantitas pembelian. Model tersebut mengasumsikan permintaan yang deterministik dan konstan. Selanjutnya Burwell (1997) mengembangkan model Tersine dan Barman (1991) dengan permintaan yang dipengaruhi harga (*price sensitive demand*).Model persediaan *single-stage* untuk permintaan stokastik dan mempertimbangkan adanya *shortage* dikembangkan oleh Darwish (2007). Ada beberapa kombinasi dari diskon kuantitas pengiriman dan diskon kuantitas pembelian yaitu *all-weight discount, incremental discount* dan penggabungan *all-weight discount* dan *incremental discount*. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan penghematan sebesar 17,15% dari total biaya persediaan ketika mengintegrasikan diskon kuantitas pengiriman dan diskon kuantitas pembelian bersama-sama.

DISKRIPSI MODEL

Pada model yang dikembangkan terdapat tiga pelaku yang terlibat yaitu pemasok sebagai pihak yang memproduksi produk, pembeli sebagai pihak yang menjual produk ke konsumen akhir, dan *shipper* sebagai pihak yang mengirimkan produk dari pemasok ke pembeli. Hubungan pemasok, pembeli dan *shipper* dalam model ini ditunjukkan dalam gambar 1.

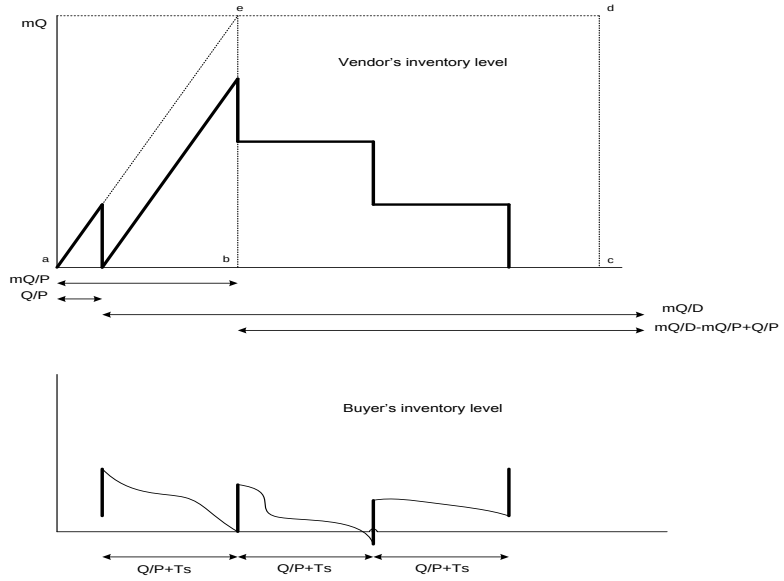


Gambar 1. Hubungan Pemasok, Pembeli dan *Shipper*

Pembeli melakukan pemesanan produk sejumlah q kepada pemasok dengan biaya pembelian tiap unit *Ve*. Permintaan pembeli ini bersifat probabilistik dan berdistribusi normal dengan rata *D* dan standar deviasi σ Untuk memenuhi permintaan pembeli, pemasok memproduksi mq dengan rata-rata produksi *P* dan harga pokok tiap unit *U*. Asumsi yang digunakan adalah rata-rata produksi pemasok lebih besar daripada permintaan (*P>D*). Kemudian produk yang dipesan pembeli dikirim shipper dengan dibebankan biaya transportasi tiap unit *Fe*. Waktu yang dibutuhkan *shipper* untuk mengirim produk *Tt.*

Setiap pemasok melakukan produksi sejumlah *mq* dibebankan biaya setup produksi *K*. Setelah jumlah produk mencapai *mq*, pemasok menghentikan proses produksi dan hanya melakukan proses pengiriman. Pengiriman produk ke pembeli dapat dilakukan tanpa menunggu seluruh batch selesai diproduksi.

Dalam melakukan proses pemesanan produk dengan jumlah yang sama sebesar *q* dibebankan biaya setiap kali pemesanan sebesar *A*. Waktu yang dibutuhkan pembeli untuk memesan produk sama dengan waktu untuk pengiriman, yaitu $\frac{q}{P} + Ts$. Jika selama waktu tersbut terjadi kekurangan stock maka pembeli menanggung biaya *backorder*. Selain itu, pembeli juga mengelola persediaannya secara periodik dengan waktu *in transit* T_t yang nilainya lebih kecil daripada waktu setup produksi dan waktu transportasi (T_s). Waktu *in-transit* T_t merupakan hasil perkalian antara fraksi waktu *in-transit* (α) dan waktu *setup* produksi dan waktu trasportasi (T_s). Profil persediaan pemasok-pembeli ditunjukkan dalam gambar 2.



Gambar 2. Profil Persediaan Pemasok dan Pembeli

Dalam model ini, pembeli membayar biaya transportasi (Y_j) untuk setiap berat produk dan biaya pembelian (V_n) setiap unit produk. Dari pembayaran yang dilakukan, pembeli diberikan diskon untuk kuantitas pengiriman dari perusahaan pengirim dan diskon kuantitas pembelian dari pemasok. Ketentuan diskon kuantitas pengiriman dari *shipper* ditunjukkan dalam tabel 1, sedangkan diskon kuantitas pembelian dari pemasok ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 1. Ketentuan Diskon Kuantitas Pengiriman

j	W (Berat Produk)	F_j (Biaya Transportasi)
0	$0 \leq W < X_1$	F_0
1	$X_1 \leq W < X_2$	F_1
.	.	.
.	.	.
.	.	.
J	$W \geq X_J$	F_J

Dari tabel 1 terlihat bahwa W adalah berat pengiriman dan X_J adalah berat pengiriman dimana terjadi *freight rate-breakpoint* dengan ketentuan $X_1<X_2< ...<X_J$. Biaya transportasi $F_J$diberlakukan untuk pengiriman dengan berat produk W yang berada dalam interval X_j dan X_{j+1}dengan $F_0>F_1> \cdots>F_J$. Untuk mengkonversi ketentuan satuan berat menjadi unit, digunakan formulasi sebagai berikut :

$$q_J = \frac{X_J}{w} \quad (1)$$

dimana q_J merupakan ukuran lot saat terjadi *freight rate-breakpoint* setelah dikonversi dan w adalah berat satu unit produk. Oleh karena itu, biaya transportasi per unit yang berlaku sebelum *breakpointj+1* dinyatakan sebagai $F_j= wY_j$.

Tabel 2. Ketentuan Diskon Kuantitas Pembelian

N	Q (Jumlah Pembelian)	V_n (Biaya Pembelian)
0	$0 \leq Q < Z_1$	V_0
1	$Z_1 \leq Q < Z_2$	V_1
.	.	.
.	.	.
.	.	.
N	$Q \geq Z_N$	V_N

Dari tabel 2 terlihat Q adalah jumlah pemesanan dan z_N merupakan jumlah pembelian dimana terjadi *price rate-breakpoint* dengan ketentuan $z_1 <z_2 < ... <z_N$. Ongkos pembelian $V_N$diberlakukan untuk pembelian jumlah produk Q yang berada dalam interval z_n dan z_{n+1}dengan $V_0>V_1> \cdots >V_N$.

Tabel 3. Ketentuan Penggabungan Diskon Kuantitas Pengiriman dan Pembelian

E	Q (Jumlah Produk)	S_e (Biaya Gabungan)
0	$0 \leq Q < q_1$	S_0
1	$q_1 \leq Q < q_2$	S_1
.	.	.
.	.	.
.	.	.
E	$Q \geq qE$	S_E

Dari tabel 3, terlihat Q adalah jumlah produk dan q_E merupakan jumlah barang dimana terjadi *rate-breakpoint* gabungan dengan ketentuan $q_1<q_2<...<q_E$. Penentuan *rate-breakpoint* gabungan didapatkan dari N (*price rate-breakpoint*)maupun J (*freight rate-breakpoint*)yang paling kecil ke yang paling besar. Untuk jumlah produk Q yang berada dalam interval q_e dan q_{e+1}dikenakan biaya gabungan sebesar S_E dimana $S_0>S_1>\cdots>S_E$. Biaya gabungan (S_E) merupakan penjumlahan antara biaya transportasi (F_j) dan biaya pembelian (V_n). Ketentuan masing-masing biaya transportasi (F_j) dan biaya pembelian (V_n) untuk *rate-breakpoint* gabungan mengacu pada tabel 1 dan tabel 2.

Selain itu, terdapat dua jenis biaya simpan yang dibebankan pada pembeli, yakni biaya simpan *in-transit* dan biaya simpan *in-house*. Biaya simpan *in-transit* merupakan biaya simpan yang dibayar oleh pembeli selama lot yang dipesan masih berada dalam perjalanan. Nilai dari biaya simpan *in-transit* ini hanya tergantung dari biaya pembelian produk. Sedangkan biaya simpan *in-house* merupakan biaya simpan yang dibayar oleh pembeli selama lot yang dipesan sudah sampai ke gudang pembeli. Nilai dari biaya simpan *in-house* tergantung dari biaya pembelian produk dan biaya transportasi.

FORMULASI MODEL

Tujuan fungsi dari model ini adalah minimasi total biaya persediaan gabungan antara pembeli (TC_{Be}) dan pemasok (TC_v). Biaya persediaan pembeli terdiri dari biaya pesan produk, biaya transportasi, biaya simpan *in-transit*, biaya simpan *in-house*, dan biaya *backorder*. Biaya persediaan pembeli adalah :

$$TC_{Be}(m,q,k) = \frac{DA}{q} + D\left(\frac{R_e}{q} + F_e - \frac{F_e q_e}{q}\right) + D\left(\frac{H_e}{q} + V_e - \frac{V_e q_e}{q}\right) f_{TR}\alpha T_s +$$

$$f_H\left[\left(\frac{H_e}{q}+V_e-\frac{V_e q_e}{q}\right)+\left(\frac{R_e}{q}+F_e-\frac{F_e q_e}{q}\right)\right]\left(\frac{q}{2}+k\sigma\sqrt{q/P+T_s}\right)+\left(\frac{D}{q}\right)\pi\sigma\psi(k)\sqrt{q/P+T_s} \quad (2)$$

Biaya persediaan pemasok terdiri dari biaya *setup* produksi dan biaya simpan pemasok yang ditunjukkan sebagai berikut :

$$TC_V=\frac{DK}{mq}+\frac{q}{2}f_v U\left((m-1)-(m-2)\frac{D}{P}\right) \quad (3)$$

Formulasi biaya persediaan gabungan didapatkan dengan menggabungkan persamaan (2) dan (3) seperti berikut :

$$TC_e(m,q,k)=\frac{DA}{q}+D\left(\frac{R_e}{q}+F_e-\frac{F_e q_e}{q}\right)+D\left(\frac{H_e}{q}+V_e-\frac{V_e q_e}{q}\right)f_{TR}\alpha T_s+$$
$$f_H\left[\left(\frac{H_e}{q}+V_e-\frac{V_e q_e}{q}\right)+\left(\frac{R_e}{q}+F_e-\frac{F_e q_e}{q}\right)\right]\left(\frac{q}{2}+k\sigma\sqrt{q/P+T_s}\right)+$$
$$\left(\frac{D}{q}\right)\pi\sigma\sqrt{q/P+T_s}\,\psi(k)+\frac{DK}{mq}+\frac{q}{2}f_v U\left((m-1)-(m-2)\frac{D}{P}\right) \quad (4)$$

Dimana

$$\psi(k)=\{f_s(k)-k[1-F_s(k)]\} \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan (5) maka biaya persediaan gabungan di persamaan (4) menjadi :

$$TC_e(m,q,k)=\frac{DA}{q}+D\left(\frac{R_e}{q}+F_e-\frac{F_e q_e}{q}\right)+D\left(\frac{H_e}{q}+V_e-\frac{V_e q_e}{q}\right)f_{TR}\alpha T_s+$$
$$f_H\left[\left(\frac{H_e}{q}+V_e-\frac{V_e q_e}{q}\right)+\left(\frac{R_e}{q}+F_e-\frac{F_e q_e}{q}\right)\right]\left(\frac{q}{2}+k\sigma\sqrt{q/P+T_s}\right)+$$
$$\left(\frac{D}{q}\right)\pi\sigma\sqrt{q/P+T_s}\,\{f_s(k)-k[1-F_s(k)]\}+\frac{DK}{mq}+\frac{q}{2}f_v U\left((m-1)-(m-2)\frac{D}{P}\right) \quad (6)$$

Penurunan pertama persamaan (6) terhadap *k* dan *q* sama dengan nol dilakukan untuk mendapatkan solusi optimal dari *incremental discount.*

$$F_s(k)=\left[1-\frac{\{f_H(H_e+V_e q-V_e q_e+R_e+F_e q-F_e q_e)\}}{D\pi}\right] \quad (7)$$

$$q^*=\sqrt{\frac{2D\left[\left\{A+(R_e-F_e q_e)+(H_e-V_e q_e)f_{tr}\alpha T_s+\frac{K}{m}\right\}+\left\{\pi\sigma\psi(k)+\frac{f_H(R_e-F_e q_e+H_e-V_e q_e)k\sigma}{D}\right\}\sqrt{q/P+T_s}\right]}{f_H(V_e+F_e)+\frac{D\sigma\pi f_s(k)}{Pq\sqrt{q/P+T_s}}+f_v U\left((m-1)-(m-2)\frac{D}{P}\right)}} \quad (8)$$

NOTASI

Notasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

D : rata-rata permintaan dalam satu satuan waktu (unit/tahun)
σ : standar deviasi permintaan dalam satu satuan waktu (unit/tahun)
P : rata-rata produksi dalam satu satuan waktu (unit/tahun)
K : biaya *setup* dalam satu kali produksi ($)
Tt : waktu *in-transit* (tahun)
Ts : waktu *setup* produksi dan waktu transportasi (tahun)
A :biaya pesan yang dibebankan pada pembeli tiap satu kali pemesanan sebesar q ($)
q_e : nilai unit *breakpoint* dalam kategori level diskon ke-l (unit)
V_e : biaya pembelian dalam kategori level diskon ke-*e* dari pemasok ke pembeli untuk setiap satu unit produk (*purchase cost*, $)
F_e : biaya transportasi dalam kategori level diskon ke-*e* dari pemasok ke pembeli untuk setiap satu unit produk (*freight cost*, $)
R_e : biaya tambahan pada pembeli untuk biaya transportasi karena kebijakan *incremental discount* ($)
H_e : biaya tambahan pada pembeli untuk biaya pembelian karena kebijakan *incremental discount* ($)
π : biaya *backorder* per unit ($)
U : biaya pokok pembuatan produk pada pemasok ($)

TC_{Be} : total biaya persediaan pembeli di level diskon *e* tahunan ($/tahun)
TC_v : total biaya persediaan pemasok tahunan ($/tahun)
TC_e : total biaya persediaan gabungan tahunan ($/tahun)
fs(k) : *probability density function* untuk distribusi normal standar
Fs(k) : *cumulative distribution function* untuk distribusi normal standar
f_{TR} : fraksi biaya simpan *in-transit* pembeli ($/$/tahun)
fh : fraksi biaya simpan *in-house* pembeli ($/$/tahun)
fv : fraksi biaya simpan pemasok ($/$/tahun)
α : fraksi waktu in-transit
m : jumlah produksi pemasok (bil, integer positif)
q : jumlah pesan atau jumlah pengiriman produk (unit)
k : *safety factor*

ALGORITMA PENCARIAN SOLUSI

Algoritma untuk mencari solusi optimal model *incremental discount* dikembangkan dengan *software* Matlab 2007b sebagai berikut :

Langkah 1 : Set $m = 1$ dan $TC\,(q^*_{m-1}, k_{m-1}{*}, (m-1)) = \infty$ kemudian lakukan ketentuan diskon pembelian dan diskon dalam satuan berat menjadi satuan unit.

Langkah 2 : Untuk tiap tingkat harga $e = 0,1,2,3,\ldots,E$ lakukan langkah berikut :

a. Hitung S_e yang merupakan penjumlahan antara biaya pembelian per unit dengan biaya pengiriman per unit.
b. Hitung R_e yang merupakan biaya tambahan setiap melakukan pengiriman sesuai kebijakan *incremental.*
c. Hitung H_e yang merupakan biaya tambahan setiap melakukan pembelian sesuai kebijakan *incremental.*
d. Hitunglah *q* optimal awal dengan persamaan berikut :

$$q^* = \sqrt{\frac{2D\left[A + (R_e - F_e q_e) + (H_e - V_e q_e) f_{tr} T_t + \frac{K}{m}\right]}{f_H (V_e + F_e) + f_v U\left((m-1) - (m-2)\frac{D}{P}\right)}} \tag{9}$$

e. Dengan *q* yang diperoleh, subtitusikan di persamaan (6) untuk memperoleh *k*
f. Setelah memperoleh *k*, maka subtitusikan *k* ke persamaan (7) sehingga didapatkan *q** baru
g. Ulangi langkah c-d hingga tidak ada perubahan pada *q* dan *k*

Langkah 3 : Lakukan cek feasibilitas untuk *q* optimal (*q**) yang telah didapatkan di langkah sebelumnya dengan ketentuan :

a. Untuk $E = 0,1,2,..,E\text{-}1$
- Jika $q_e \leq q_e{*} < q_{e+1}$ maka tetapkan $q_e{*}$ dan $k_e{*}$ yang didapat di langkah sebelumnya sebagai solusi optimal yang feasible
- Jika $q_e{*} > q_{e+1}$ maka tingkat harga *e* tidak feasible untuk solusi yang didapatkan, sehingga tetapkan $TC\,(q^*_m, k_m{*}, m) = \infty$.
- Jika $q_e{*} \leq q_e$ maka tetapkan q_e sebagai solusi optimal yang feasible dan hitunglah k_e dengan persamaan (4.35)

b. Untuk $e = E$
- Jika $q_e{*} > q_E$, maka tetapkan $q_e{*}$ dan $k_e{*}$ yang didapat di langkah sebelumnya sebagai solusi optimal yang feasible
- Jika $q_e{*} \leq q_E$ maka tetapkan q_E sebagai solusi optimal yang feasible dan hitunglah k_J dengan persamaan (6)

Langkah 4 : Hitunglah $TCj\,(q^*_m, k_m{*}, m)$ yang feasible dengan persamaan (5) sesuai solusi yang didapat di langkah 2.

Langkah 5 : Tetapkan $TC\,(q^*_m, k_m{*}, m)$ = Min $e=0,1,2,\ldots,ETC_e(q^*_m, k_m{*}, m)$

Langkah 6 : Tetapkan tingkat harga yang memberikan total biaya minimal sebagai tingkat harga optimal ($V_m{*}$), ($F_m{*}$), $q_m{*}$ dan $k_m{*}$ pada tingkat harga tersebut sebagai solusi optimal dengan jumlah produksi = *m*.

Langkah 7 : Jika $TC(q_m^*, k_m*, m) \leq TC(q_{m-1}^*, k_{m-1}*, m-1)$ ulangi langkah 1-5 dengan $m = m + 1$. Jika tidak, maka lanjutkan ke langkah 8.

Langkah 8 : Tetapkan $TC(q_m^*, k_m*, m) = TC(q_{m-1}^*, k_{m-1}*, m-1)$ dan (q_m*, k_m*, m*, V_m* dan F_m*) sebagai kandidat solusi optimal.

CONTOH NUMERIK

Berikut merupakan parameter numerik yang akan diselesaikan dengan model ini :

Tabel 4. Parameter Numerik

Parameter	Nilai
Permintaan (*D*)	1000 unit/tahun
Standar deviasi (σ)	4 unit/tahun
Rata-rata produksi (*P*)	3200 unit/tahun
Biaya setup peroduksi (*K*)	$250/setup
Biaya pesan (*A*)	$50/pemesanan
Biaya *backorder* (π)	$10/unit
Biaya pokok pembuatan produk (*U*)	$1,5/unit
Fraksi biaya simpan in-transit (f_{TR})	0,15 $/$/tahun
Fraksi biaya simpan in-house (*fh*)	0,55 $/$/tahun
Fraksi biaya simpan pemasok (*fv*)	0,08 $/$/tahun
Fraksi waktu in-transit (α)	0,3 /tahun
Waktu in-transit (T_t)	1 bulan
Waktu setup produksi dan waktu transportasi (T_s)	42 hari

Diskon kuantitas pegiriman untuk berat tiap produk sebeesar 1kg ditunjukkan dari dalam tabel 4 , diskon kuantitas pembelian ditunjukkan dalam tabel 5 dan penggabungan diskon kuantitas pengiriman dan diskon kuantitas pembelian ditunjukkan dalam tabel 6.

Tabel 5. Ketentuan Diskon Kuantitas Pengiriman Contoh Numerik

J	*W* (Berat Produk)	Y_j (Biaya Transportasi)
0	$0 \leq W < 450$	$1.5
1	$450 \leq W < 550$	$1.2
2	$550 \leq W < 600$	$0.9
3	$W \geq 600$	$0.6

Tabel 6. Ketentuan Diskon Kuantitas Pembelian Contoh Numerik

N	*Q* (Jumlah Pembelian)	V_n (Biaya Pembelian)
0	$0 \leq Q < 500$	$5
1	$500 \leq Q < 750$	$3.5
2	$Q \geq 750$	$2

Tabel 7. Ketentuan Penggabungan Diskon Contoh Numerik

e	Q_e(Jumlah Pembelian)	S_m (Biaya Gabungan)
0	$0 \leq Q < 450$	$6.5
1	$450 \leq Q < 500$	$6.2
2	$500 \leq Q < 550$	$4.7
3	$550 \leq Q < 600$	$4.4
4	$600 \leq Q < 750$	$4.1
5	$Q \geq 750$	$2.6

Hasil yang didapatkan dari contoh numerik penggabungan diskon kuantitas pengiriman dan diskon kuantitas pembelian model *incremental discount* ditunjukkan dalam tabel 7.

Tabel 8. Hasil Solusi Contoh Numerik

Parameter	Hasil
m optimal	7
q optimal	450
k optimal	0,9909
F optimal	1,2
V optimal	5
Safety Stock	12,5265

Total Biaya Persediaan Pembeli	$ 2.509,972
Total Biaya Persediaan Pemasok	$ 246,797
Total Biaya Persediaan Gabungan	$ 2.756,769

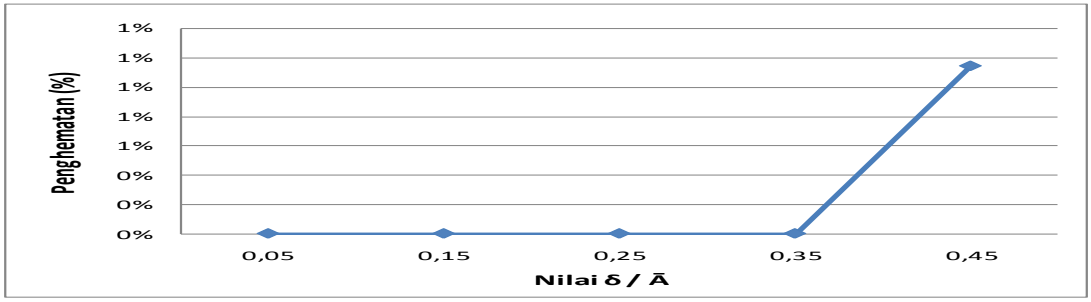
Perubahan skema diskon kuantitas pengiriman dan diskon kuantitas pembelian berdasarkan kebijakan *incremental* terhadap biaya total persediaan gabungan ditunjukkan pada tabel 9. Hasil dari perubahan skema diskon ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 9. Skema Perubahan Diskon

e	Q_e(Jumlah Pembelian)	Y_i (Biaya Transportasi)	V_n (Biaya Pembelian)	S_m (Biaya Gabungan)
0	$0 \leq Q < 450$	\$1.5	\$5	\$6.5
1	$450 \leq Q < 500$	\$1.5 - δ	\$5	\$6.5 - δ
2	$500 \leq Q < 550$	\$1.5 - δ	\$5 - 1,25 $\bar{A}$	\$6.5 - δ - 1,25 $\bar{A}$
3	$550 \leq Q < 600$	\$1.5 - 2δ	\$5 - 1,25 $\bar{A}$	\$6.5 - 2δ - 1,25 $\bar{A}$
4	$600 \leq Q < 750$	\$1.5 - 3δ	\$5 - 1,25 $\bar{A}$	\$6.5 - 3δ - 1,25 $\bar{A}$
5	$Q \geq 750$	\$1.5 - 3δ	\$5 - 1,5 $\bar{A}$	\$6.5 - 3δ - 1,5 $\bar{A}$

Tabel 10. Hasil Perubahan Skema Diskon

$\delta/\bar{A}$	m	F	V	q	k	*Safety Stock*	*Biaya Pembeli ($)*	*Biaya Pemasok ($)*	*Biaya Gabungan ($)*	*Penghematan (%)*
0,05	7	1,45	5	450	0,9909	12,5265	2509,972	246,797	2756,769	0%
0,15	7	1,35	5	450	0,9909	12,5265	2509,972	246,797	2756,769	0%
0,25	7	1,35	5	450	0,9909	12,5265	2509,972	246,797	2756,769	0%
0,35	7	1,35	5	450	0,9909	12,5265	2509,972	246,797	2756,769	0%
0,45	4	0,15	4,3250	750	0,6925	10,2341	2484,951	240,208	2725,159	1,15%



Gambar 3. Penghematan Perubahan Skema Diskon

Dari tabel 10 terlihat bahwa penambahan δ dan $\bar{A}$ sebesar \$0,05-\$0,35 tidak membuat nilai q bertambah. Hal ini disebabkan oleh nilai q berada di *rate-breakpoint* gabungan yang sama yaitu di level diskon pertama. Akibatnya penghematan yang terjadi tidak ada karena nilai total biaya persediaan gabungan yang sama. Namun, jika penambahan δ dan $\bar{A}$ sebesar \$0,45 akan terjadi peningkatan nilai q akibat *rate-breakpoint* gabungan berada pada level diskon kelima. Peningkatan nilai q akan menyebabkan pemasok mengurangi nilai kelipatan produksi m dan pembeli mengurangi *safety stock.* Adanya pengurangan nilai m akan mengurangi total biaya persediaan pemasok, sedangkan adanya penambahan nilai δ dan $\bar{A}$ akan mengurangi total biaya persediaan pembeli. Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pembeli seharusnya tidak melakukan pembelian dalam jumlah yang banyak jika pengurangan diskon kurang dari \$0,45 seperti yang terlihat di gambar 3.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dikembangkan model persediaan pemasok tunggal dan pembeli tunggal yang menggabungkan diskon kuantitas pengiriman dan diskon kuantitas pembelian berdasarkan kebijakan incremental diskon. Algoritma pencarian solusi disediakan untuk menemukan solusi optimal yang bisa meminimasi total biaya persediaan gabungan. Hasil dari contoh numerik menunjukkan bahwa penambahan diskon kuantitas pembelian dan diskon kuantitas pengiriman berdasarkan kebijakan *incremental* memberikan penghematan yang kecil pada total biaya persediaan gabungan.

DAFTAR PUSTAKA

Aderohunmu, R., Ayodele, M., Bryson, N. (1995). Joint Vendor–Buyer Policy in JIT Manufacturing. *Journal of the OR Society*. Vol. 46, hal. 375–385.

Arvianto, A., Hartini, H., Pardiyana, O. (2010). *Evaluasi Kebijakan Strategi Bisnis Menggunakan Model Joint Economic Lot Size (JELS) dengan Permintaan Probabilistik (Studi Kasus di PT. Semarang Autocamp Manufactuting Indonesia)*. Jati Undip, Vol. V , No 2, hal. 85-96

Banerjee, A. (1986). A Joint Economic Lot Size Model For Purchaser and Vendor. *Decision Science,* Vol. 17, No.3, hal. 292–311.

Ben-Daya, M. dan Hariga, M. (2004). Integrated Single Vendor Single Buyer Model with Stochastic Demand and Variable Lead Time. *International Journal of Production Economic,* Vol. 92, hal.75-80.

Burwell, T.H., Dave, D.S., Fitzpatric, K.E., Roy, M.R. (1997). Economic lot size model for price dependent demand under quantity and freight discounts. *International Journal of Production Economics* , Vol.48,No.2, hal. 141–155.

Darwish, M.A. (2007). Joint determination of order quantity and reorder point of continuous review model under quantity and freight rate discounts. *Journal of Computers & Operations Research,* Vol. 35, hal. 3902 -3917.

Fitriyani, A. R. (2013).Inventory Decisions in Vendor-Buyer System with Freight Cost. *Proceeding of Industrial Engineering and Servise Science,* Vol.1, No.2.

Goyal, S.K. (1976). An Integrated Inventory Model for A Single Supplier – Single Customer Problem.*International Journal of Production Research,* Vol. 15, hal.107-111.

Goyal, S.K. (1988). A Joint Economic-Lot-Size Model for Purchaser and Vendor : A Comment. *Decision Sciences.* Vol. 19, hal. 236-241.

Jauhari, W.A., Pujawan, I.N., Wiratno, S.E. dan Priyandari, Y. (2011). Integrated inventory model for single vendor–single buyer with probabilistic demand. *Int. J.Operational Research,* Vol. 11, No. 2, hal.160–178.

Pujawan, I.N., dan Kingsman, Brian G. (2002). Joint Optimisation and Timing Synchronisation in A Buyer Supplier Inventory System. *International Journal of Operations and Quantitative Management,* Vol. 8, hal. 93-110.

Pujawan, I.N. (2005). *Supply Chain Management*. Surabaya : Guna Widya.

Tersine R.J., Barman S. (1991). Economic inventory/transport lot sizing with quantity and freight rate discounts. *Decision Sciences*. Vol. 22, hal. 1171–1179.

IMPLEMENTASI LEAN MANUFACTURING UNTUK MEMINIMALISIR WASTE DI PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM BANYUWANGI

Harliwanti Prisilia
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri
Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi
Harliwantip@yahoo.com

ABSTRAKS
Perusahaan Daerah Air Minum Banyuwangi merupakan perusahaan daerah yang bergerak di bidang produksi dan distribusi air bersih di wilayah Banyuwangi. Sebagai satu-satunya perusahaan yang memproduksi air bersih, perusahaan dituntut untuk selalu meningkatkan kinerjanya. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir waste yang ada pada proses produksi PDAM, dengan menghilangkan aktivitas-aktivitas yang bersifat non value added. Untuk itu diperlukan pendekatan untuk meminimalisir waste yang salah yang satunya dengan pendekatan lean manufacturing. Penelitian diawali dengan pembuatan Big Picture Mapping untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi PDAM. Waste yang ada pada proses produksi berdasarkan identifikasi aktivitas pada proses produksi baik yang kontinyu maupun berkala, dimana dari 28 (dua puluh delapan) aktivitas, 8 (delapan) aktivitas masuk dalam not value added activity (NVA).Dari 7 (tujuh) waste yang dikategorikan, ditemukan 5 (lima) waste pada proses produksi.Dilanjutkan dengan penentuan waste kritis melalui kuisioner terhadap pihak PDAM.Waste kritis pada proses produksi adalah waste Inappropriate Processing, Excessive Transportation, dan Waiting. Setelah diketahui waste kritisnya, tahap berikutnya adalah Root Cause Analysis (RCA) untuk tiap waste kritis yang diikuti dengan rekomendasi perbaikan untuk tiap waste kritisnya.

***Kata kunci* :** *Big Picture Mapping, Lean Manufacturing, Waste.*

PENDAHULUAN

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) sebagai salah satu perusahaan publik adalah sebuah perusahaan daerah yang mempunyai konsentrasi pada bidang penyediaan air bersih yang memberikan pelayanan pada masyarakat.Sebagai perusahaan, PDAM dituntut untuk mempunyai kinerja yang berorientasi pada kepuasan pelanggan, mempunyai kompetensi dalam pengadaan dan pendistribusian air bersih serta harus efisien untuk memperoleh pendapatan Semakin berkembangnya suatu daerah terutama dari segi pertumbuhan jumlah penduduk yang tinggi, tetapi dari sisi sumberdaya air semakin turun memacu PDAM untuk meningkatkan kinerja dan pengelolaan sumberdaya yang lebih efisien. Sehingga dengan sumber daya yang ada mampu memenuhi seluruh kebutuhan pelanggan baik dari sisi cakupan pelayanan maupun kontinuitas ketersediaan air.

PDAM Banyuwangi adalah perusahaan daerah yang bergerak di bidang produksi dan distribusi air minum serta jasa pelayanan yang terkait dengan air minum di wilayah Banyuwangi. Dalam menjalankan fungsinya, PDAM Banyuwangi mempunyai visi "Menjadi perusahaan yang profesional dalam memenuhi kebutuhan air bersih dan air minum masyarakat Banyuwangi". PDAM Banyuwangi dalam upayanya untuk mewujudkan visi dan misi menghadapi permasalahan yang timbul dalam proses penyediaan air selama ini, yaitu:

a) Sistem distribusi tidak mampu memenuhi kebutuhan air seluruh pelanggan, yang dapat dilihat dari segi kontinuitas air tidak dalam 24 jam.
b) Debit pengambilan dari sumber air baku tidak bisa maksimal sehingga tidak mampu mencukupi kebutuhan pelanggan (PDAM Kabupaten Banyuwangi, 2011-2012)

Melihat kondisi dan kenyataan tersebut, maka perlu dilakukan perbaikan sistem penyediaan air minum PDAM Banyuwangi secara keseluruhan dalam upayanya untuk meningkatkan kinerjanya baik terutama dari segi produksi.. Salah satu metode untuk meningkatkan kinerja adalah pengaplikasian *lean manufacturing* pada sistem produksi PDAM Banyuwangi. *Lean manufacturing* melakukan pendekatan secara sistemik dan sistematik untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) dan aktivitas-aktivitas yang tidak benilai tambah (*non value added activities*) pada proses produksi. Sistem produksi yang mengaplikasikan *lean* dikatakan ramping, karena sistem ini menggunakan sumber daya manusia, area produksi, yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan *mass production*, serta menghemat

waktu pengembangan produk sehingga menekan jumlah *defect* dan sebaliknya mampu menghasilkan variasi dan pertumbuhan produk yang semakin meningkat *(Taylor dan Brunt, 2001).*

Taqwanur(2011) menerapkan *lean thinking* untuk meningkatkan kinerja divisi *trucking* PT. JPEK yang hasilnya mampu mengurangi *non value added activities* sebesar 54 % dan sebaliknya meningkatkan *value added activities* sebesar 56 %. Sedangkan Novi Marlyana (2011) menerapkan metode *lean* untuk meningkatkan kinerja perusahaan, yang hasilnya effisiensi perusahaan menjadi 52,88 %.*Lean manufacturing* juga diterapkan di *Ford Motor Company* dan *GeneralMotors* sesuai penelitian Bayou dan Korvin (2008), dimana fuzzy –logic methodology digunakan untuk mengukur kerampingan *(measure of leanness)* sistem produksi dari kedua perusahaan tersebut. Hasilnya adalah sistem produksi *Ford Motor Company* lebih ramping 17 persen dibandingkan dengan sistem produksi *General Motors*. Demikian juga dengan penelitian Gurumurthy dan Kodali (2009) yang menerapkan *bencmarking* untuk menilai implementasi dari *lean manufacturing* yang terdiri dari 12 (dua belas) phase

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi *waste* yang dihasilkan dariproses produksi dari PDAM Kabupaten Banyuwangi. Serta mengetahui *waste* kritis yang terjadi dalam proses produksi di PDAM Kabupaten Banyuwangi. Dengan mengurangi *waste*yang berlebihan diharapkan dapat mencapai efisiensi yang optimal pada proses produksi di PDAM Banyuwangi.

METODE

Proses penelitian tersebut dimulai dari tahap identifikasi masalah, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan interpretasi hingga tahap kesimpulan dan saran.

Tahap Identifikasi

Identifikasi Awal

Tahapan awal yang dilakukan peneliti setelah mendapatkan topik yang ingin diteliti adalah melakukan identifikasi awal terhadap objek penelitian. Identifikasi awal bertujuan untuk mengenal secara umum objek penelitian seperti kondisi *existing* perusahaan dan masalah yang dialami perusahaan tersebut.

Studi Pustaka

Studi pustaka digunakan penulis untuk dijadikan acuan dalam melakukan penelitian. Sumber bisa didapatkan dari buku, jurnal dari internet, dan artikel.Beberapa teori dalam penelitian ini antara lain konsep *lean,big picture mapping, root cause analysis*.

Perumusan Tujuan Penelitian

Dari perumusan masalah dilanjutkan dengan perumusan tujuan penelitian terhadap permasalahan yang mengacu pada latar belakang dan berorientasi pada kepentingan perusahaan. Penetapan tujuan penelitian mengacu pada perumusan masalah yang sudah ada, sehingga penelitian yang dilaksanakan memiliki arah dan sasaran yang tepat.

Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini menjelaskan data-data yang diperlukan dalam penelitian serta metode pengumpulan data.

Data-data yang Diperlukan

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data untuk menunjang pemecahan masalah yang ada. Data yang diperlukan antara lain data aliran fisik dan aliran informasi proses produksi.

Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan data-data yang akan digunakan dalam penelitian ini, metode pengumpulan data terdiri atas :

1)Wawancara, digunakan untuk mendapatkan informasi tentang proses yang terjadi, penyebab dari *waste*yang terjadi, *crosscheck* terhadap hasil pengolahan data *waste* kritis. Dalam pelaksanaan wawancara, narasumber adalah orang-orang yang bertanggung jawab dan kompeten dalam bidangnya masing-masing
2)Pengamatan lapangan
3)Data historis, digunakan untuk menunjang pengolahan data.

Tahap Pengolahan Data

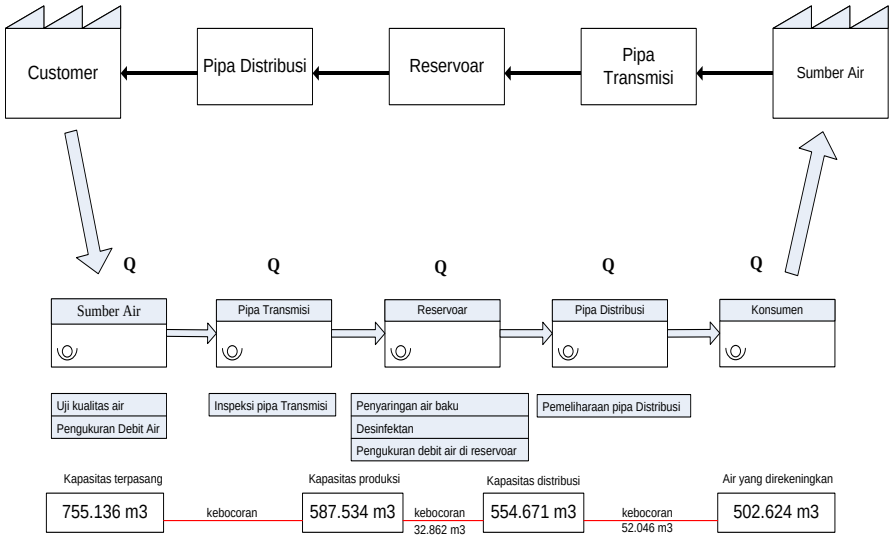
Dalam tahapan ini data yang telah dikumpulkan diolah untuk selanjutnya menjadi input untuk memetakan masalah dan penyelesaian masalah. Adapun yang dilakukan dalam tahapan ini antara lain : 1)

Big Picture Mapping, digunakan untuk menggambarkan proses yang ada di PDAM. Dengan *big picture mapping* akan didapatkan gambaran rangkaian proses, aliran informasi, aliran material yang ada di dalamproses produksiPDAM. Dari *big picture mapping* akan diperoleh informasi dimana terjadinya *waste* dan seluruh aktivitas yang tergolong aktivitas *value added, non value added, necessary but non value added.* Dari *big picture mapping* akan dapat di identifikasi aktivitas-aktivitas yang tergolong *waste*dari segi proses produksi . 2) *Identifikasi waste.* Mengidentifikasi dan mengelompokan aktivitas-aktivitas kerja di PDAM berdasarakan jenis *waste*nya (pengelompokan *sevenwaste*). Dari observasi awal, *waste* yang dihasilkan PDAM adalah*waste* yang berkaitan dengan aktivitasnya sebagai perusahaan yang memproduksi air bersih. 3) Menentukan *waste* kritis. Penentuaan *waste* kritis dilakukan dengan cara menyebarkan kuisioner terhadap pihak yang terkait di PDAM Banyuwangi. Dari hasil kuisioer ini bisa diketahui *waste* yang sering terjadi. 4) *Root Cause Analysis (RCA)*. RCA digunakan untuk menelusuri penyebab dan dampak dari sebuah permasalahan yang terjadi. Dengan RCA ini bisa diketahui penyebab *waste* yang terjadi di proses produksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi proses produksi di PDAM

Dalam melakukan identifikasi terhadap proses produksi akan menggunakan *big picture mapping* sebagai alat bantu untuk mengidentifikasi. Adapun *big picture mapping* proses produksi PDAM adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Big picture mapping proses produksi PDAM

Berdasarkan *big picture mapping* pada Gambar 1 maka proses produksi air pada PDAM dapat dibagi menjadi 4 proses utama yaitu penerimaan bahan baku yaitu air didapat dari sumber air, proses penyaluran air melalui pipa transmisi ke reservoir, proses penyimpanan air sementara di reservoir, proses distribusi ke pelanggan melalui pipa distribusi.

1. Sumber Air

Sumber air untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di kecamatan Banyuwangi didapatkan dari beberapa sumber air , yang digolongkan menjadi dua yaitu sumber air alam dan sumber air bor. Dari kapasitas produksi yang ada, PDAM Banyuwangi baru mampu melayani kurang lebih 14% dari jumlah penduduk kecamatan Banyuwangi. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat menghasilkan air dengan kapasitas yang memenuhi syarat kesehatan dan tersedia secara kontinyu. Untuk mengetahui kualitas dari sumber air, dilakukan inspeksi air baku dengan melakukan tes laboratorium tiap 6 bulan sekali yang bekerja sama dengan Dinas Kesehatan Banyuwangi. Pengukuran debit air dilakukan setelah uji kualitas air, selanjutnya air di distribusikan ke pipa transmisi

2. Pipa transmisi

Setelah sumber air dinilai layak, maka sumber air siap di distribusikan ke reservoir. Pendistribusian dari sumber air ketabung reservoir mengalirnya dengan gaya gravitasi bumi yaitu mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah dengan menggunakan pipa transmisi berdiameter 20" sepanjang kurang lebih 8-10 km. Pada pipa transmisi ini di lakukan perawatan 2 bulan sekali dengan cara pemeriksaan jalur pipa agar apabila terjadi kebocoran dapat segera tertangani. Adapun lamanya perawatan pipa transmisi ini selama 2 hari, karena pekerja hanya berjalan kaki sambil memeriksa pipa transmisi sejauh 8-10 km.

3. *Reservoir*

Reservoir ini berfungsi menampung air yang sudah disaring dari sumber sebelum di distribusikan ke pelanggan. Wilayah sumber air Gedor I memiliki 3 letak reservoir, yaitu di daaerah Penataban, Kalipuro, dan Boyolangu. Proses yang dilakukan pada reservoir di bagi menjadi dua yaitu: Pengurasan air pada reservoir dan pengolahan air. Sebelum dilakukan desinfektan terlebih dahulu dilakukan proses pengukuran debit air, yang mana proses desinfektan berfungsi untuk membunuh kuman-kuman penyakit dengan memberikan larutan kaporit pada air yang ditampung di reservoir. Proses desinfektan ini penting sekali dilakukan agar distribusi dari larutan kaporit benar-benar tersebar merata keseluruh partikel air, sehingga air tersebut sehat untuk diminum. Setelah proses desinfektan proses berikutnya yaitu penyaringan air yang dilanjutkan dengan mendistribusikan air dan pengukuran debit air.

4. Distribusi

Setelah dari *reservoir*, air siap di distribusikan ke pelanggan melalui pipa-pipa distribusi. Dalam pendistribusian ini untuk wilayah pelanggan di daerah yang lebih rendah dari wilayah tangki *reservoir* menggunakan gaya gravitasi bumi, yaitu mengalir secara alamiah. Tetapi untuk wilayah pendistribusian yang wilayah pelanggan sejajar atau lebih tinggi dari wilayah tangki *reservoir* menggunakan bantuan pompa listrik sebagai tenaga pendorong air untuk sampai ke tempat pelanggan.Adapun ukuran pipa distribusi adalah50 mm – 250 mm.

Aliran fisik proses produksi PDAM

Berdasarkan hasil pengamatan, aliran fisik yang terjadi pada proses produksi PDAM adalah sebagai berikut:

1. Sumber air didapatkan dari sumber air alami dan sumur bor. Dimana air di uji kualitas terlebih dahulu untuk mengetahui kelayakan sumber air tersebut.
2. Setelah dilakukan uji kualitas maka proses selanjutnya adalah mengalirkan air menuju *reservoir* dengan menggunakan pipa transmisi.
3. Pada tangki *reservoir* sebelum air di distribusikan ke pelanggan perlu dilakukan penyaringan dan proses *desinfektan* yang tujuannya untuk membunuh bakteri yang dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan. Proses *desinfektan* dilakukan dengan memberi larutan kaporit pada *reservoir*.
4. Air bersih yang telah dibubuhi kaporit merupakan air minum yang telah bebas bakteri penyakit, selanjutnya air tersebut melalui proses penyaringan untuk di distribusikan ke pelanggan.

Aliran informasi proses produksi PDAM

Penggambaran aliran informasi ini untuk mengetahui debit air mulai dari sumber air sampai jumlah air yang direkeningkan. Adapun aliran aliran informasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran debit air yang dilakukan dimana sumber air tersedia baik sumber dari mata ar maupun sumber dari sumur bor (kapasitas sumber).
2. Pengukuran debit air yang yang masuk ke pipa transmisi (kapasitas terpasang). Untuk sumber air yang berasal dari mata air kapasitas terpasang berdasarkan kapasitas sumber dikurangi pemanfaatan air untuk masyarakat sekitar.
3. Pengukuran debit air yang masuk ke reservoir setelah dari sumber air dialirkan melalui pipa transmisi (kapasitas produksi)
4. Pengukuran debit air yang keluar dari reservoir yang masuk ke pipa distribusi (kapasitas distribusi).
5. Pengukuran debit air yang dikonsumsi oleh konsumen yang dapat diukur melalui meter air (air yang direkeningkan)

Identifikasi Aktivitas proses produksi kontinyu dan berkala

Aktivitas proses produksi di PDAM digolongkan menjadi dua yaitu aktivitas yang dilakukan secara kontinyu dan berkala. Aktivitas kontinyu merupakan suatu aktivitas proses produksi yang dilakukan secara berkelanjutan yang mana aktivitas ini dumulai dari penemuan sumber air, pengolahan

air sampai air didistribusikan kekonsumen. Hasil identifikasi aktivitas kontinyu dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 1. Tabel identifikasi aktivitas proses produksi PDAM yang kontinyu

Kode	Tipe Aktifitas			
		VA	NVA	NNVA
	A. Sumber air			
A.1	Perjalanan operator menuju sumber air		√	
A.2	Pengukuran debit air			√
A.3	Perjalanan operator kembali		√	
	B. Pipa transmisi			
B.1	Air dialirkan sepanjang pipa transmisi	√		
	C. Reservoir			
C.1	Perjalanan operator menuju reservoir		√	
C.2	Pengukuran debit air			√
C.3	Pencampuran bubuk kaporit dengan air	√		
C.4	Larutan kaporit dialirkan ke reservoir	√		
C.5	Penyaringan air	√		
C.6	Pengukuran debit air yang keluar dari reservoir			√
C.7	Perjalanan operator kembali		√	
	D. Pipa Distribusi			
D.1	Air dialirkan sepanjang pipa distribusi ke konsumen	√		

Sedangkan aktivitas berkala yang dilakukan di PDAM merupakan suatu ativitas yang dilakukan sesuai dengan jadwal yang ditetapkan. Jenis aktivitas berkala ini berupa perawatan, pemeliharaan, inspeksi. Aktivitas berkala pada uji kualitas air dilakukan tiap 6 bulan sekali sedangkan aktivitas perawatan dilakukan setiap 2 bulan sekali. Selengkapnya aktivitas berkala dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 .Tabel identifikasi aktivitas proses produksi PDAM yang berkala

Kode	Tipe Aktifitas			
		VA	NVA	NNVA
	A. Sumber air (uji kualitas)			
A.1	Perjalanan operator menuju sumber air			√
A.2	Pengambilan sampel air baku	√		
A.3	Perjalanan operator ke laboratorium			√
A.4	Menunggu hasil laboratorium		√	
A.5	Pengambilan hasil laboratorium			√
	B. Pipa transmisi (inspeksi)			
B.1	Perjalanan operator untuk inspeksi pipa	√		
	C. Reservoir (pengurasan)			
C.1	Perjalanan operator menuju reservoir			√
C.2	Operator menutup air yang masuk ke reservoir	√		
C.3	Pengalihan pipa distribusi	√		
C.4	Pengosongan air yang direservoir	√		
C.5	Menunggu proses pengosongan air		√	
C.6	Membersihkan reservoir	√		
C.6	Operator membuka air yang masuk ke reservoir	√		
C.7	Penyambungan pipa distribusi	√		
C,8	Perjalanan operator kembali		√	
	D. Pipa Distribusi (perbaikan)			
D.1	Menunggu tenaga mekanik dan peralatan		√	
D.2	Perbaikan pipa distribusi	√		

Identifikasi *Waste* Proses Produksi PDAM

Identifikasi *waste* yang terjadi dalam proses produksi yaitu:

1. *Defect*
   Terjadinya cacat produk atau penurunan kualitas produk yang berkaitan dengan keakurasian pemberian kaporit dengan dosis yang tidak tepat. Semakin banyak pemberian kaporit dinilai dari fungsi sebagai desinfektan tetapi apabila berlebihan juga mengandung resiko bagi kesehatan.
2. *Inappropriate Processing*
   a. Sering terjadi pemasangan pipa paralel untuk daerah-daerah tertentu karena kapasitas pipa yang ada sudah tidak mencukupi. Selain pemasangan pipa paralel, bisa juga dengan cara penggantian pipa dengan kapasitas yang lebih besar.
   b. Penggantian pompa air baku yang disebabkan karena kapasitas pompa sudah tidak memadai, padahal kondisi pompa sebelumnya masih cukup baik.
   c. Pengurasan yang dilakukan di reservoir secara manual dan berlangsung cukup lama, Hal ini disebabkan karena tidak adanya pompa sedimen, sehingga mempengaruhi kuantitas air yang diterima konsumen.
   d. Terjadinya kebocoran produksi maupun kebocoran distribusi sehingga mempengaruhi debit air yang diterima pelanggan.

3. Excessive Transportasi
Waste ini disebabkan karena adanya proses perpindahan baik manusia maupun material yang berlebihan yang menyebabkan pemborosan waktu, biaya dan tenaga. Pada PDAM Banyuwangi *waste transportasi* terjadi pada :
   a. Pemeriksaan dan pengukuran debit air di sumber air. Jarak sumber air dari tempat operator sekitar 20 km. Hal ini menyebabkan pemborosan dari segi *transportasi* karena adanya biaya untuk BBM operator dan menyebabkan kelelahan pada operator.
   b. Pemeriksaaan uji kualitas air. Karena jarak antara sumber air dan operrator yang jauh sehingga menyebabkan kelelahan pada operator.
   c. Untuk pengukuran debit dan pemberian kaporit di *reservoir*, hal ini menyebabkan pemborosan karena jarak antara petugas dan *reservoir* yang cukup jauh.

4. Waiting
Waste waiting disebabkan produk menunggu operator untuk diproses atau sebaliknya operator menunggu produk yang akan diproses. Pada PDAM Banyuwangi *waste waiting* seperti :
   a. Menunggu tenaga mekanik
      Apabila ada salah satu pompa yang rusak atau pipa yang bocor dan operator tidak bisa mengatasi maka proses perbaikan harus dilakukan oleh tenaga mekanik untuk memperbaiki. Dan apabila kerusakan terjadi diluar jam kerja maka harus menunggu perbaikan pada jam kerja hari berikutnya.
   b. Menunggu material untuk memperbaiki kerusakan
      Ada kalanya pada saat terjadi kerusakan, material pengganti yang rusak tidak tersedia di Banyuwangi, sehingga harus menunggu material tersebut dikirim dari kota tempatnya dipesan. Jarak pengambilan material ke tempat terjadinya kerusakan instalasi PDAM menyebabkan adanya waktu menunggu sampai material yang digunakan untuk memperbaiki instalasi PDAM tiba.
   c. Jalur pipa yang melewati ruang publik
      Seringkali pada saat ada kerusakan instalasi pipa yang berada pada ruang publik, maka perbaikan terkadang harus menunggu ruang publik itu berkurang intensitas pemakaiannya.
   d. Cuaca
      Karena pekerjaan instalasi pipa umumnya diluar ruangan factor cuaca sering mempengaruhi ke.lancaran perbaikan. Misal perbaikan pipa distribusi yang rusak karena luapan sungai harus menunggu debit aliran sungai menurun

5. Unnecessary Motion
Adanya kegiatan gerakan perpindahan material yang tidak perlu, misalnya:
   a. Jalur pipa yang harus membelok karena jalur pipa yang lurus melewati lahan pribadi.
   b. Tenaga mekanik tidak berada ditempat, karena ada keperluan lain.

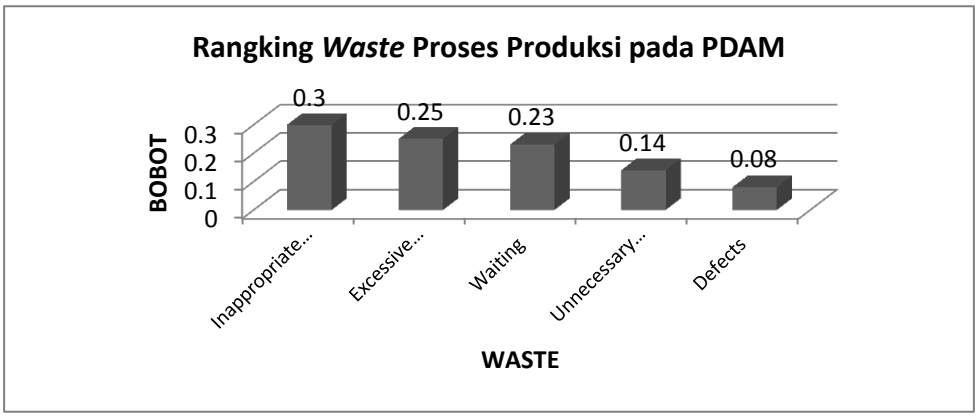
Identifikasi *waste* kritis pada proses produksi.

Berikut ini merupakan rekap hasil kuesioner untuk mengetahui *waste* yang sering terjadi pada proses produksi PDAM pada tabel 3.

Tabel 3. Rekap kuisioner *waste* proses produksi pada PDAM

Jenis *Waste*	Peringkat					SKOR	BOBOT
	1	**2**	**3**	**4**	**5**		
Defects	0	0	0	18	2	18	**0,08**
Inappropriate Processing	15	4	3	0	0	70	**0,30**
Excessive Transportasi	8	6	4	2	0	60	**0,25**
Waiting	7	5	5	2	0	55	**0,23**
Unnecessary Motion	0	0	15	4	1	34	**0,14**
SKOR	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**	237	

Berdasarkan hasil kuisioner diatas maka dapat diketahui urutan keseringan *waste* yang terjadi pada proses produksi air dalam PDAM pada Gambar 2 seperti berikut:



Gambar 2. Diagram rangking *waste* pada proses produksi PDAM

Berdasarkan urutan *waste* di atas maka *Inappropriate Processing, Excessive Transportasi,* dan *Waiting* merupakan jenis *waste* yang paling sering terjadi pada proses produksi dalam PDAM.

Root Cause Analysis Untuk Proses Produksi Air PDAM

*Root Cause Analysis*proses produksi PDAM hanya membahas waste yang tertinggi saja dengan bobot 0,30 yaitu *Waste Inappropriate Processing.*Rekap dari RCA untuk *subwaste Inappropriate Processing* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. *Root Cause Analysis Waste Inappropriate Processing*

Jenis Gangguan	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Pemasangan pipa paralel atau penggantian pipa distribusi.	Kapasitas pipa tidak sesuai dengan kebutuhan.	Permintaan sambung baru meningkat	Peningkatan pembangunan perumahan	Peningkatan populasi penduduk.	
Penggantian pompa air baku	Kapasitas pompa tidak sesuai dengan kebutuhan	Permintaan sambung baru meningkat..	Peningkatan pembangunan perumahan	Peningkatan populasi penduduk.	
Pengurasan resevoir secara manual.	Tidak adanya peralatan pendukung (pompa sedimen)	Keterbatasan dana.			

Kebocoran produksi	Pencurian air lewat pipa transmisi.	Kurangnya pengawasan	Tidak adanya jadwal pengawasan yang teratur	Manajemen perusahaan kurang baik	
			Tidak adanya bagian yang khusus mengawasi pipa transmisi	Kurangnya jumlah petugas	Tidak adanya perencanaan SDM
	Kebocoran pipa	Kurangnya inspeksi pipa transmisi	Lamanya waktu inspeksi	Panjang pipa dan sulitnya medan	Belum tertata lingkungan sekitar pipa
Kebocoran distribusi	Pencurian air lewat pipa distribusi.	Kurangnya pengawasan	Kurang personal	Efisiensi perusahaan	Keterbatasan dana
			Tidak adanya jadwal pemgawasan yang teratur	Manajemen perusahaan kurang baik	
	Kebocoran akibat pipa melewati ruang publik	Kurangnya perlindungan terhadap pipa			

KESIMPULAN

Waste yang ada pada proses produksi berdasarkan identifikasi aktivitas pada proses produksi baik yang kontinyu maupun berkala, dimana dari 28 (dua puluh delapan) aktivitas, 8 (delapan) aktivitas masuk dalam *not value added activity* (NVA).Dari 7 (tujuh) *waste* yang dikategorikan, ditemukan 5 (lima) *waste* pada proses produksi. Pemborosan *over production* dan *inventory* pada proses produksi air minum PDAM Banyuwangi tidak teridentifikasi karena PDAM Banyuwangi belum mampu melayani kebutuhan air bersih ke seluruh pelanggan selama 24 jam.*Waste* kritis pada proses produksi air minum berdasarkan hasil kuisioner adalah *waste inappropriate processing*, *waste excessive transportation* dan *waste waiting*.

SARAN

Sebaiknya PDAM melakukan langkah –langkah yang dianggap perlu untuk manekan angka kebocoran air, baik itu kebocoran produksi dan kebocoran distribusi.Langkah-langkah tersebut bisa bersifat teknis seperti perawatan pipa, penggantian pipa yang sudah keropos, peggantian meter air yang tidak akurat dan lain-lain.Sedangkan yang bersifat non teknis, bisa berupa pemberian sangsi hukum yan lebih tegas bagi yang melakukan pencurian air, peningkatan disiplin pada petugas pencatat meter dan lain-lain.Juga penambahan pompa tekan setelah reservoir untuk meningkatkan tekanan air yang digunakan pada jam puncak, sehingga bisa meningkatkan debit air yang diterima pelanggan terutama pada saat jam puncak.

DAFTAR PUSTAKA

Bayou and Korvin (2008), *Measuring the leaness of Manufacturing System – A case study of Ford Motor Company and General Motors*, Journal of Engineering and Tecnology Management 25, hal. 287-304.

Gurumurthy, A. and Kodali, R. (2009), *Application of benchmarking for assessing the lean manufacturing implementation*, An International Journal 16, hal. 274-308.

Marlyana, N. (2009), *Upaya peningkatan kinerja melalui penerapan metode lean six sigma guna mengurangi non Value Added Activities*, Semarang: Unnisula.

Taqwanur (2011), *Penerapan lean thinking untuk meningkatkan kinerja divisi trucking PT. JPEK*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Taylor, D and Brut, D (2001), *Manufacturing Operations and Supply Chain Management* : The lean Aproach. London: Thomson Learning.

PERANCANGAN MESIN *BOKASHI TWO IN ONE* UNTUK MENINGKATKAN PEREKONOMIAN PETERNAK DI LINGKUNGAN PESISIR SOBO KABUPATEN BANYUWANGI

Endang Suprihatin
Program Studi Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi
Email : endang_maniq@yahoo.com

ABSTRAKS
Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu kabupaten yang dijuluki sebagai sun rise of java memiliki wilayah geografis daerah dataran tinggi dan dataran rendah sepanjang garis pantai yang membujur dari arah utara ke selatan, salah satunya adalah wilayah pesisir Kelurahan Sobo sangat perlu mendapat perhatian untuk dikembangkan, yaitu kelompok peternak "Citra Sejahtera" dan kelompok peternak "Lancar Jaya". Selama ini ada beberapa kendala yang dialami oleh para peternak hal ini karena letak Kelurahan Sobo yang berada di wilayah pesisir pantai maka kendala para peternak adalah jumlah persediaan daun-daunan hijau untuk makanan pokok ternak yang sangat terbatas terutama pada saat musim kemarau. Para peternak harus mencari makanan ternak sampai ke perkebunan-perkebunan bahkan tanpa ijin kepada pemilik perkebunan.Oleh karena itu perlu adanya penerapan teknologi tepat guna untuk membantu meringankan beban pekerjaan para peternak di wilayah pesisir.Teknologi tepat guna yang bisa membantu para peternak yaitu mesin Bokashi two in one yang bisa digunakan untuk penghancur makanan ternak yang akan difermentasikan (rumput gajah, batang pisang, batang jerami, dan pohon jagung) sehingga ketersediaan pakan ternak bisa digunakan dalam jangka waktu yanga lama, sekaligus mesin ini digunakan untuk mengolah kotoran ternak menjadi pupuk organik. Dengan penerapan teknologi ini maka beternak menjadi lebih mudah dan efisien waktu, tenaga maupun biaya serta keuntungan yang dihasilkan bisa mencapai 100 %.Adapun kenaikan berat badan ternak dan biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan metode konvensional dalam hitungan waktu 3 bulan adalah sebesar 12 kg dengan biaya Rp. 900.000, sedangkan dengan menggunakan teknologi Bokashi two in one bisa mencapai 24 kg dengan biaya Rp. 315.000 / 3 bln. Jadi keuntungan bersih yang didapat para peternak dalam jangka waktu 3 bulan dengan asumsi harga daging Rp. 100.000 / kg menggunakan metode konvensional adalah sebesar Rp. 300.000 / ekor, apabila menggunakan Bokashi two in one sebesar Rp. 2.085.000 / ekor. Dari hasil perhitungan ini maka kontribusi keuntungan yang bisa didapat oleh peternak di wilayah pesisir Sobo Kabupaten Banyuwangi bisa meningkat sehingga kesejahteraan keluarga khususnya para wanitayang hidup didaerah pesisir lebih bermakna untuk keluarga dan masyarakat.

Kata kunci: *Bokashi two in one, konvensional.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Kabupaten Banyuwangi yang berada di ujung timur pulau jawa mempunyai letak geografis yang strategis karena mempunyai potensi dataran rendah wilayah laut yang membentang dari utara ke selatan serta wilayah dataran tinggi yaitu wilayah hutan. Sampai saat ini potensi peternakan terutama sapi dan kambing yang berada di wilayah pesisir kelurahan Sobo Kabupaten Banyuwangi masih belum bisa optimal hal ini mengakibatkan tingkat perekonomian masyarakat masih rendah. Selama ini ada beberapa kendala dan sangat menarik untuk diangkat agar menjadi perhatian kita bersama yaitu yang dialami oleh masyarakat pesisir pantai Kelurahan Sobo, biasanya mereka mengandalkan penghasilan dari hasil mencari ikan di laut (nelayan) namun karena kondisi cuaca yang tidak menentu sehingga penghasilan dari mata pencaharian nelayan kurang bisa memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari akhirnya banyak para nelayan yang juga berprofesi sebagai peternak kambing dan sapi, yaitu dengan didirikannya kelompok peternak "Citra Sejahtera" yang mengelola 15 ekor kambing dan 10 ekor sapi dan kelompok peternak "Lancar Jaya" mempunyai 6 anggota yang mengelola 12 ekor kambing dan 14 ekor sapi.

Kendala peternak yang bermukim di wilayah pesisir laut adalah minimnya jumlah persediaan daun-daunan hijau untuk makanan pokok ternak yang sangat terbatas terutama pada saat musim kemarau. Para peternak harus mencari makanan ternak sampai ke perkebunan-perkebunan bahkan tanpa ijin kepada pemilik perkebunan. Karena hasil ternak yang kurang maksimal, maka pekerjaan mencari makanan ternak dilimpahkan kepada ibu rumah tangga, sedangkan kepala keluarga mencari pekerjaan lain untuk

menambah penghasilan, seperti menjadi kuli bangunan, sampai ke wilayah pulau Bali, menjadi buruh tambak dan lain-lain. Jika peternak masih menggunakan metode tradisional / konvensional yaitu dengan memberi makanan ternak dengan daun-daun yang tumbuh seadanya, mereka akan membutuhkan waktu dan tenaga yang besar setiap hari untuk mencari makanan ternak. Apalagi pekerjaan merawat hewan peliharaan banyak yang dilakukan oleh para ibu rumah tangga, karena para kepala keluarga harus melaut pada saat musim ikan, Oleh karena itu perlu adanya "Perancangan Mesin *Bokashi Two In One* Untuk Meningkatkan Perekonomian Peternak di Lingkungan Pesisir Sobo Kabupaten Banyuwangi**".**

Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari pelaksanaan kegiatan ini antara lain:

a. Meningkatkan efektivitas dan produktivitas hasil peternakan dengan inovasi teknologi pengolahan yang mekanis tanpa terkendala musim dan lokasi peternakan yang berada di wilayah pesisir.
b. Meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil peternakan untuk meningkatkan perekonomian masyarakat.
c. Memberikan transfer ilmu tentang fermentasi pakan ternak dan pengolahan kotoran ternak menjadi pupuk organik.
d. Mewujudkan penerapan teknologi tepat guna di tingkat kelompok peternak yang potensial untuk menghasilkan produk unggulan lokal.Serta untuk menciptakan kelompok peternak yang tangguh dan berkelanjutan serta berbasis produk unggulan lokal.

Pada akhirnya diharapkan akan membawa manfaat terhadap lingkungan sekitar dan masyarakat lain yaitu :

a. Memberdayakan masyarakat khususnya kaum wanita agar lebih produktif untuk menghasilkan pendapatan tambahan keluarga, serta meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat berbasis wanita di Kabupaten Banyuwangi.
b. Mendukung program pemerintah Kabupaten Banyuwangi dalam mengentaskan kemiskinan dan mengurangi tingkat pengangguran terutama wanita untuk membantu perekonomian rumah tangga.
c. Memberdayakan potensi bahan baku yang tidak terpakai untuk diolah menjadi makanan ternak (aneka gedebok pisang, batang jagung, jerami dll) dan memberdayakan potensi kotoran ternak untuk diolah menjadi pupuk organik.

TINJAUAN PUSTAKA

Nilai Tambah dari Sisi Iptek

a. Tersedianya paket Fermentasi pakan ternak dan mesin Teknologi Tepat Guna *bokashi two in one* yang dapat dioperasikan secara sederhana hemat energi dan terjangkau oleh peternak untuk meningkatkan pendapatan masyarakat pesisir yaitu kelompok peternak "Citra Sejahtera" dan "Lancar Jaya" melaui hasil penjualan yang optimal, hewan ternak yang gemuk dan berkualitas yaitu sapi dan kambing serta produk tambahan yaitu pupuk organik.
b. Adapaun Keunggulan dari mesin *bokashi two in one*adalah :
    1. Perawatan dan perbaikan mudah.
    2. Harga pembuatan mesin murah, komponen yang dibutuhkan oleh mesin diharapkan dapat dengan mudah di dapat dipasaran atau dibuat dengan biaya yang terjangkau.
    3. Penampilan atau estetika mesin menarik serta mudah untuk mobilitas karena bentuknya relatif kecil dan ringan dengan dilengkapi roda bawahuntuk berjalan.
c. Dapat meningkatkan perekonomian peternak melalui penjualan daging sapi dan kambing dengan teknologi fermentasi pakan ternak (kenaikan berat badan hewan ternak 2 kali lipat dibandingkan dengan metode konvensional)
d. Dapat menambah penghasilan tambahan peternak dengan memanfaatkan kotoran kambing untuk pupuk organik dengan menggunakan teknologi fermentasi kotoran kambing.

Spesifikasi Mesin *Bokashi Two in One*

Gambar1. Mesin *Bokashi Two in One*

Adapun spesifikasi mesin adalah sebagai berikut:
Fungsi alat sebagai*Chopper*, Mencacah makanan ternak, Rumput gajah, Tebon batang jagung, Jerami, Gedebok batang pisang dll. Dan sebagai *Grinder*, Pengiling KOHE kambing Kering, Pengiling KOHE kambing Fermentasi (BOKASHI)
Kapasitas *Chopper* / Pencacahan 150 kg/jam, *Grinder* / Mengiling bokashi Fermentasi 150 kg/jam, Kohe Murni Kering 100 kg/jam.
Dimensi Panjang mesin 45 cm denganTinggi 96 cmdan Lebar 34 cm adapun Diameter Tabung 23cm dan Panjang Tabung 2cm. Jenis mata pisau *Chopper* Jenis Type Cating 3 buah, Fan 2 buah; ***Grinder*** 3 buah Type Solid , menggunakan Motor Elektrik ½ PK, Rpm 1320, bahan Tabung dari plat mild.

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi kelompok peternak di Banyuwangi, tahapan yang akan dilakukan meliputi :

1. Tahap observasi dan *interview* / wawancara serta diskusi.
2. Pelatihan dan pembinaan
   a. Penyuluhan (Sosialisasi) dan Diskusi
      Kegiatan ini dilakukan dengan mengumpulkan khalayak sasaran strategis (ketua kelompok peternak "Citra Sejahtera" dan "Lancar Jaya") untuk mengikuti penyuluhan (sosialisasi dan diseminasi), ceramah dan diskusi tentang penerapan teknologi fermentasi pakan ternak dan pengolahan kotoran ternak menjadi pupuk organik melalui inovasi mesin produksi Teknologi Tepat Guna, pengembangan strategi pemasaran dan pengelolaan usaha yang profesional serta manfaat.
   b. Demonstrasi dan Praktek
      Demonstrasi dan praktek dilakukan Teknik fermentasi pakan ternak dan pengolahan kotoran ternak menjadi pupuk organik dengan menerapkan penggunaan teknologi tepat guna *Bokashi two in one*, sehingga kualitas makanan ternak lebih berkualitas dan pupuk organik yang dihasilkan kompetitif, serta tidak terkendala oleh musim. Simulasi tentang

strategi pemasaran *Marketing Mix* agar bisa memperluas pangsa pasar secara maksimal serta upaya pengembangan/ keberlanjutannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun formula untuk fermentasi pakan ternak yang akan ditransfer ke kelompok peternak sebagai berikut :

Tabel 1. Formula untuk membuat 100 kg pakan ternak (50 ekor kambing/hari)

NO	KEBUTUHAN	BANYAK	HARGA	JUMLAH
1.	Gedebok pisang/semua limbah pertanian dan perkebunan	45 Kg	--	--
2.	Katul	20 Kg	Rp. 1.400	Rp. 28.000
3.	Ampas tahu	35 Kg	Rp. 400	Rp. 17.500
4.	Garam	1 Kg	Rp. 2.000	Rp. 2.000
5	SOC mikroba HCS	6 tutup	Rp. 400	Rp. 2.400
6.	Gula / tetes	10 sendok	--	Rp. 1.000
7	Air	Secukupnya	--	--
	TOTAL			**Rp. 50.900**

Prosedur pembuatan pakan ternak yang difermentasi adalah sebagai berikut:

1. Hijauan kering/limbah pertanian (gedebog pisang, batang jagung, batang padi, jerami) untuk pakan ternak.
2. Masukkan dalam mesin *Bokashi two in one* untuk menghasilkan potongan-potongan kecil ukuran 5 -10 cm.
3. Dicampur dengan seluruh bahan dalam tabel 4.1.
4. Setelah tercampur rata, dimasukkan ke dalam kantong plastik rangkap dan dipadatkan,bagian luarnya diikat dengan tali rafia.Dapat menggunakan gentong sebagai tempat penyimpanan.
5. Campuran bahan tersebut didiamkan selama 7 hari kemudian diangin-anginkan sebelum diberikan pada ternak.

Prosedur pembuatan pupuk organik100 kg adalah sebagai berikut :

1. Giling semua kotoran kambing (kohe kering) dalam mesin *Bokashi two in one*, sehingga menjadi bentuk serbuk halus.
2. Campurkan dengan HCS 6 tutup botol dan Lakukan proses pencampuran bahan.
3. Kemudian ditimbun atau dibuat gunungan sebesar lebar terpal penutup.
4. Timbunan ditutup rapat dengan terpal dan bagian pinggir terpal diberi beban sehingga jika ada angin terpal tidak terbuka.
5. Diamkan selama 1 minggu, setelah satu minggu terpal dibuka dan timbunan diaduk untuk tujuan pemberian airasi pada proses pengomposan. Proses pengomposan yang berhasil akan timbul panas dan dapat dirasakan saat pembongkaran gundukan.
6. Perkirakan setelah 3 minggu Kompos sudah bisa dibongkar dan diangin anginkan supaya menghilangkan bau amoniak dan sudah dapat dipakai dan dipasarkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan :

Tabel 2. Perbandingan hasil ternak konvensional dan metode modern fermentasi teknologi *Bokashi two in one*

Uraian	Konvensioanal / ekor	Modern / ekor
Kenaikan berat badan	4 kg / bln 12 kg / 3 bln	8 kg / bln 24 kg / 3 bln
Biaya pakan	Rp. 10.000 / hr Rp. 900.000 / 3 bln	Rp. 3500 / hr Rp. 315.000 / 3 bln
Keuntungan / 3 bln (asumsi harga daging Rp. 100.000)	12 x Rp. 100.000 = Rp. 1.200.000 Biaya 900.000 Rp. 750.000	24 x Rp. 100.000 = Rp. 2.400.000 Biaya 315.000 Rp. 2.085.000

Saran-saran :

1. Beternak dengan menggunakan teknologi tepat guna Bokashi two in *one*sangat efektif untuk memanfaatkan limbah pertanian (gedebog pisang, battang jagung, jerami, batang padi dll) yang hanya terbuang begitu saja untuk diolah menjadi makanan ternak yang bermanfaat.
2. Diharapkan agar ada respon dari pemerintah khususnya Kabupaten Banyuwangi untuk membantu masyarakat peternak yang tinggal di daerah pesisir maupun wilayah lain untuk memiliki alat *bokashi two in one* dengan berkoordinasi dengan Perbankan setempat agar biaya ringan sehingga para peternak bisa beternak dengan lebih efektif dan efisien dengan hasil yang optimal.

PUSTAKA

Badan Penanaman Modal Provinsi Jawa Timur. (2013). Potensi peternakan, diakses 3 Januari 2014, dari : http://bpm.jatimprov.go.id/potensi-peluang/peternakan.

Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian, (2013), diakses 3 Januari 2014, dari : http://ditjennak.deptan.go.id/berita-383-tak-perlu-impor-daging-jumlah-sapi-di-indonesia-14-juta-ekor.html.

Lamid, Mirni, (2014), *Paket pakan komplit*, Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.

Renstra Kementerian Pertanian Republik Indonesia 2010-2014, diakses 3 Januari 2014, dari : http:// www.deptan.go.id /tampil.php? page=program.

Triono, Agus, (2011),*Studi kelayakan mesin Cruser*, Universitas 17 agustus 1945Banyuwangi.

SIMULASI MODEL ANALISIS KELAYAKAN ALTERNATIF BENTUK KOMERSIALISASI PERUSAHAAN MINI PLANT BATERAI LITHIUM-ION DI INDONESIA

Levinia Dian Laraswati[1], Wahyudi Sutopo[2], Nur Atikah[3]
[1,3]Asisten Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[2]Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Indonesia
Telp. 0271-6322110
Email: [1]levivinia@gmail.com, [2]wahyudisutopo@gmail.com,[3]nur.atikah34@gmail.com

ABSTRAKS
Salah satu sektor yang menjadi isu terkini di Indonesia adalah sektor industri baterai. Baterai lithium merupakan salah satu perkembangan baterai yang sedang menjadi sorotan di industri baterai dunia. Keadaan tersebut kemudian memacu negara Indonesia dengan salah satu Perguruan Tinggi Negerinya memiliki rencana untuk menciptkana perusahaan mini plant dari baterai lithium-ion yang akan dilaksanakan. Penciptaan perusahaan mini plant dari baterai lithium-ion dilakukan dengan menganalisis beberapa kriteria nilai perusahaan untuk menentukan bentuk komersialisasi yang tepat untuk pendirian perusahaan mini plant baterai lithium-ion. Perlu beberapa indikator dalam penentuan ini bentuk alternatif komersialisasi yang tepat untuk proyek ini, salah satunya adalah dengan menggunakan analisis NPV yang dimodelkan dengan menggunakan aplikasi Powersim dan Microsoft Excel. Bentuk komersialisasi yang dimodelkan dalam penelitian ini adalah bentuk spin-off dan bentuk inkubator yang merupakan alternatif dengan nilai tertinggi pada penelitian sebelumnya. Dan berdasarkan hasil analisis dalam penelitian ini, disimpulkan bahwa alternatif bentuk komersialisasi spin off lebih layak digunakan dibandingkan dengan alternatif bentuk komersialisasi inkubator. Hal tersebut dikarenakan total NPV yang dihasilkan selama 50 tahun oleh bentuk komersialisasi spin-off memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan bentuk komersialisasi inkubator.

***Kata kunci**: baterai lithium ion, komersialisasi, spin-off, inkubator*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang dituntut untuk dapat terus meningkatkan inovasi teknologinya di berbagai macam bidang. Hal tersebut dilakukan sebagai upaya untuk dapat menunjukkan eksistensinya di dunia global dan mengejar ketertinggalannya di pasar global. Kondisi tersebut juga didukung dengan fakta ketertinggalan indonesia dalam persaingan global (Hermana, 2012).

Menurut World Economic Forum (WEF), negara dikelompokkan ke dalam tiga tingkatan, yaitu efficiency, driven, dan innovative driven. Secara umum dengan kondisi yang ada saat ini, Indonesia dapat dikatakan masih berada pada tingkat kedua, yaitu driven. Padahal diketahui bahwa Indonesia merupakan negara tujuan investasi terbesar ke tiga setelah Cina dan India (The Economics, 2013). Maka dapat dikatakan bahwa Indonesia masih membutuhkan dorongan inovasi agar dapat meningkatkan global competitive negara (Wibawa, 2013).

Salah satu sektor yang tengah dalam isu terkini di Indonesia adalah sektor industri baterai. Baterai lithium merupakan salah satu perkembangan baterai yang sedang menjadi sorotan di industri baterai dunia. Baterai lithium menjadi salah satu teknologi baterai dengan perbandingan energi terhadap berat terbaik dan memiliki self-discharge yang relatif rendah saat digunakan (Suwandi dkk, 2013).

Perkembangan teknologi baterai lithium terus dilakukan guna memaksimalkan pemanfaatan dari teknologi tersebut. Salah satu bentuk perkembangan jenis teknologi baterai lithium yang ada saat ini adalah pemanfaatan baterai lithium sebagai bahan bakar pengganti BBM untuk jenis kendaraan city car yang saat ini sedang dikembangkan oleh negara Indonesia. Perkembangan mobil listrik nasional tersebut dimaksudkan untuk dapat meminimalkan pemakaian BBM serta menjadi upaya negara Indonesia untuk dapat mengurangi subsidi BBM di Indonesia (Viva News, 2012).

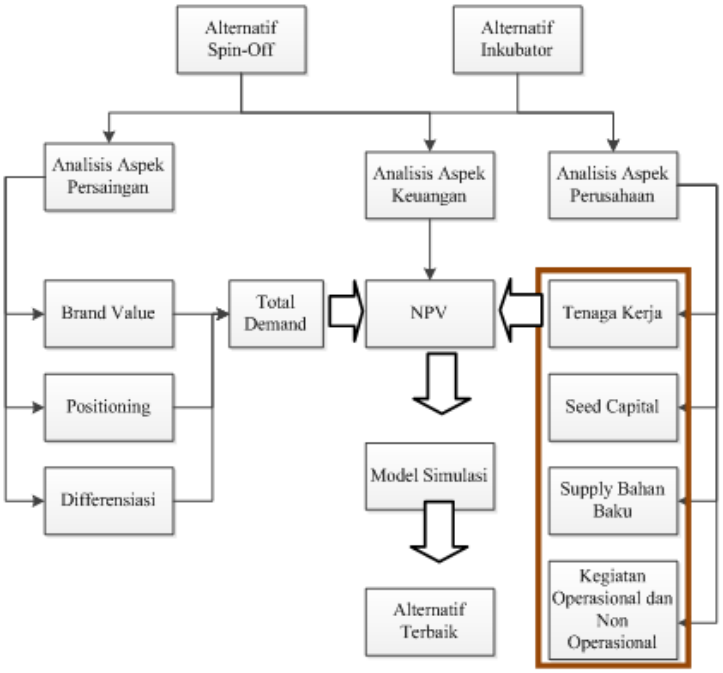
Hingga akhir tahun 2013 lalu, Indonesia melalui salah satu tim pengembangnya telah berhasil menghasilkan berbagai macam variasi nanoparticles, seperti Y2O3, BaTiO3, WO3, YAG, CE, dan berbagai nanoparticles lainnya (Purwanto dkk, 2006, 2007, 2011 dan Purwanto dkk, 2008). Keadaan tersebut kemudian yang melatarbelakangi perlunya dibuatnya suatu upaya pengembangan teknologi baterai lithium di Indonesia. Selain sebagai bentuk strategi pendukung penelitian mobil listrik di

Indonesia, pengembangan teknologi baterai lithium ini juga dimaksudkan untuk dapat meningkatkan global competitive dari Negara Indonesia. Rencana tersebut kemudian dituangkan dalam perencanaan penciptaan mini plant manufaktur dari baterai lithium-ion yang akan dilaksanakan oleh Tim Pengembang Mobil Listrik Universitas Sebelas Maret (Sutopo dkk, 2013). Penciptaan mini plant manufaktur dari baterai lithium-ion dilakukan dengan menganalisis beberapa kriteria nilai perusahaan untuk menentukan bentuk komersialisasi yang tepat untuk investasi ini. Berdasarkan hasil perhitungan, urutan bentuk komersialisasi dengan nilai perhitungan tertinggi hingga terendah adalah bentuk komersialisasi spin-off, inkubator, joint venture, dan lisensi.

Berdasarkan hasil tersebut kemudian dilakukan analisis kelayakan untuk bentuk komersialisasi tertinggi (Spin-off) dengan menggunakan beberapa indikator seperti indikator nilai WACC (Sutopo dkk, 2013) dan indikator simulasi NPV (Sutopo dkk, 2013) sebagai upaya untuk mempertajam hasil analisis.

Sebagai bentuk upaya meningkatkan hasil penelitian dan meminimalkan kemungkinan kerugian dari kesalahan pemilihan bentuk alternatif komersialisasi, maka perlu dilakukan analisis ulang dengan mempertimbangkan dua kondisi. Kedua kondisi tersebut merupakan penggambaran dari penerapan 2 bentuk komersialisasi dengan nilai decision matrix tertinggi pada penelitian sebelumnya, yaitu spin-off dan inkubator. Sehingga kemudian perlu dibuat suatu model simulasi untuk memodelkan kondisi nyata dari kedua rencana pembuatan mini plant manufaktur baterai lithium-ion.

METODOLOGI



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa pada penelitian ini akan dilakukan suatu analisis tingkat kelayakan terbaik dari dua alternatif bentuk komersialisasi, yaitu spin-off dan inkubator. Setiap alternatif kemudian dianalisis dengan mempertimbangkan tiga aspek, yaitu aspek persaingan, aspek keuangan, dan aspek perusahaan. Ketiga aspek tersebut kemudian dimodelkan dengan menggunakan aplikasi Powersim dan dilakukan running selama 50 tahun. Hasil running yang didapatkan merupakan nilai NPV dari masing-masing alternatif.

Aspek persaingan dipengaruhi tiga faktor, yaitu faktor brand value, positioning, dan differensiasi. Ketiga faktor tersebut kemudian akan mempengaruhi total demand yang akan diterima oleh perusahaan mini plant baterai lithium-ion. Apabila perusahaan mini plant baterai lithium-ion memiliki nilai yang rendah maka total demand dari perusahaan mini plant baterai lithium-ion akan disimulasikan berkisar antara rentang 200-300 unit dan apabila perusahaan mini plant baterai lithium-ion memiliki nilai yang tinggi, maka demand akan disimulasikan dengan nilai berkisar antara 500-550 unit.

Brand value menurut Kotler dan Amstrong (2007) merupakan ukuran kekuatan eksistensi suatu merek di benak konsumen. Dalam penelitian ini, brand yang dapat diciptakan dari perusahaan mini plant

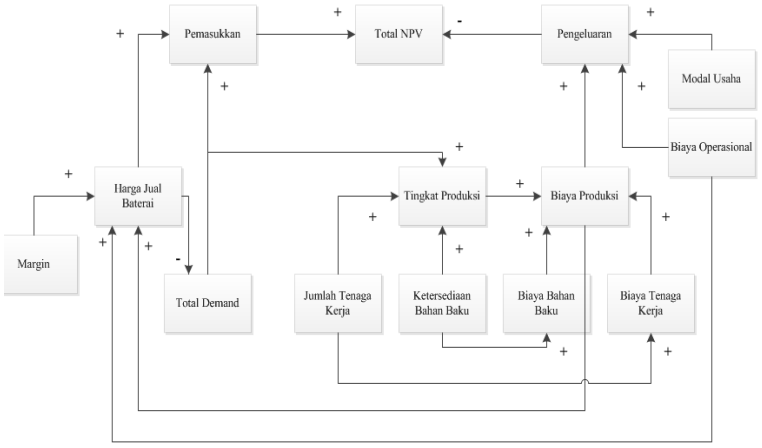
baterai lithium-ion masih tergolong lemah bila dibandingkan dengan saingannya. Perusahaan pesaing dari perusahaan mini plant baterai lithium-ion dapat digolongkan cukup kuat karena telah berdiri cukup lama dan telah menguasai sebagian pasar baterai di Indonesia. Namun demikian, pesaing dalam proyek ini hanyalah satu sehingga perusahaan mini plant baterai lithium-ion masih memiliki peluang untuk dapat menembus pasar industri baterai di Indonesia.

Faktor positioning dan differensiasi dari perusahaan mini plant baterai lithium-ion ini dikembangkan berdasarkan peluang penciptaan bisnis dan teknologi baru dari hasil usaha anak bangsa Indonesia. Selain itu, proyek pengembang baterai lithium ion ini juga merupakan salah satu bentuk proyek pendukung penelitian mengenai proyek city car dengan bahan bakar listrik yang sedang dikembangkan oleh Indonesia sehingga secara tidak langsung dapat dikatakan bahwa keberhasilan proyek perusahaan mini plant baterai lithium-ion akan berbanding lurus dengan keberhasilan penelitian mengenai penciptaan teknologi city car dengan bahan bakar listrik. Hal tersebut merupakan nilai tambah yang dimiliki oleh perusahaan mini plant baterai lithium-ion dibandingkan dengan perusahaan perusahaan.

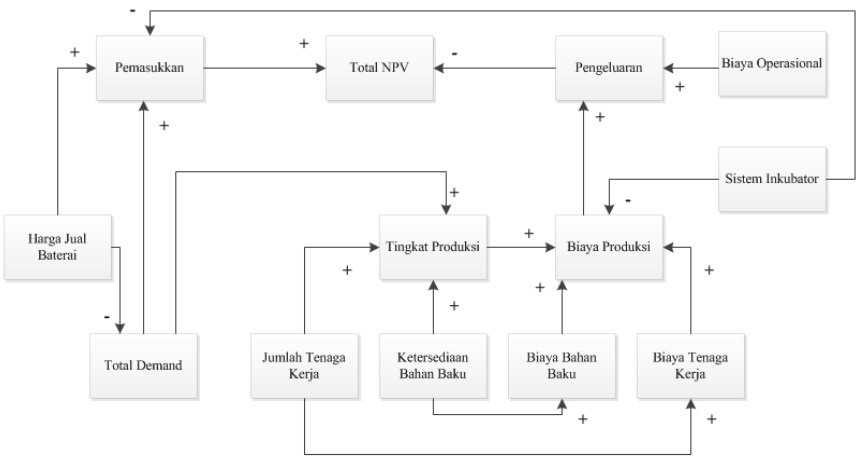
Aspek perusahaan dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga faktor, yaitu faktor tenaga kerja, seed capital, dan supply bahan baku. Aspek perusahaan ini akan mempengaruhi biaya-biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan mini plant baterai lithium-ion terhadap modal awal yang dimiliki.

PENGEMBANGAN MODEL

Pada awal penelitian, kondisi rancangan sistem dari setiap alternatif akan digambarkan dengan menggunakan diagram causal-loop. Diagram tersebut akan menunjukkan hubungan antara masing-masing faktor yang terlibat dalam setiap alternatif.



Gambar 2. Causal Loop Diagram (Spin-Off)



Gambar 3. Causal Loop Diagram (Inkubator)

Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa perbedaan utama antara kedua bentuk alternatif tersebut berada pada modal yang harus dikeluarkan oleh pemilik di awal usaha.

Pengeluaran awal ini dapat mencakup biaya-biaya teknis untuk mengembangkan dan menjalankan usaha tersebut sehingga dapat meringankan beban yang ditanggung di awal usaha.

Tabel 1. Data Investasi Mesin

Nama	Jumlah		Biaya
1. Rotary Furnace	1	unit	Rp 225.000.000
2. Battery Analizer	1	unit	Rp 120.000.000
3. Viscometer	1	unit	Rp 37.500.000
4. Reaktor Flame	1	unit	Rp 50.000.000

Tabel 2. Data Pengeluaran

Jenis Biaya	Biaya/unit
Biaya Tenaga Kerja Langsung	Rp 2.133.333
Biaya Bahan Baku	Rp 480.000
Biaya Overhead (tiap tahun)	Rp 37.330.000
Biaya Operasional (tiap tahun)	Rp240.000.000

Tabel 3. Data Nilai Modal Awal

Keterangan	Nilai
Modal Awal	Rp315.135.000

Pada penelitian ini, secara dasar digunakan perhitungan NPV sebagai alat keputusan pemilihan alternatif yang akan dipilih dalam penelitian ini. Pada metode analisis ini, netto yang didapat dikonversikan ke dalam nilai sekarang (P) dan kemudian dijumlahkan.

Berikut ini adalah notasi-notasi rumus yang digunakan dalam perhitungan dalam penelitian ini.

NPV	:	Net Present Value (Rp)
$PVIC_t$	:	Nilai Present dari Income selama periode t (Rp)
$PVEC_t$	:	Nilai Present dari Expenses selama periode t (Rp)
PV	:	Nilai Present pada periode t
IC_t	:	Nilai Income pada periode t (Rp)
ECt	:	Nilai Expenses pada periode t (Rp)
i	:	Tingkat Bunga Efektif (10%)
P_t	:	Harga Jual Produk pada periode t (Rp)
D_t	:	Total Demand pada periode t (unit)
RMC_t	:	Biaya Total Bahan Baku pada periode t (Rp)
LC_t	:	Biaya Total Tenaga Kerja Langsung pada periode t (Rp)
OPC_t	:	Biaya Total Overhead Pabrik pada periode t (Rp)

Dan berikut ini adalah persamaan-persamaan yang digunakan untuk mengetahui nilai NPV pada setiap alternatif.

$$IC_t = P_t \times D_t \quad (1)$$

$$EC_t = RMC_t + LC_t + OPC_t \quad (2)$$

$$PV_t = (1+ i)\text{-}t \quad (3)$$

$$\sum PVIC_t = \sum (IC_t \times PV_t) \quad (4)$$

$$\sum PVEC_t = \sum (EC_t \times PV_t) \quad (5)$$

$$NPV = (\sum PVIC_t) - (\sum PVEC_t) \quad (6)$$

Persamaan (6) menggambarkan bahwa nilai NPV dipengaruhi oleh total pemasukkan dan total pengeluaran dalam suatu rentang waktu tertentu yang telah dikonversikan ke dalam nilai sekarang.

Persamaan (5) menggambarkan persamaan untuk mengetahui nilai present value dari biaya yang dikeluarkan untuk melakukan proses produksi selama suatu rentang periode tertentu.

Persamaan (4) menggambarkan persamaan untuk mengetahui nilai present value dari pemasukkan yang didapatkan setelah melakukan proses penjualan selama suatu rentang periode tertentu.

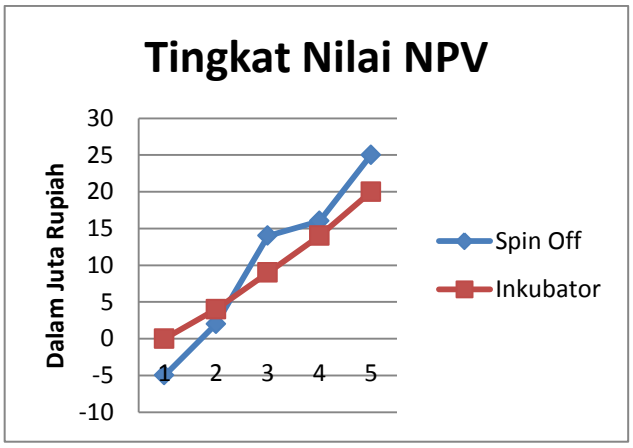
Persamaan (3) menggambarkan cara untuk mengetahui nilai present value pada saat periode tertentu.

Persamaan (2) menggambarkan total peengeluaran yang dikeluarkan dengan menjumlahkan biaya-biaya produksi seperti biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik.

Persamaan (2) menggambarkan total pemasukkan yang didapatkan dengan mengalikan harga jual produk dengan total demand selama periode tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan aplikasi Powersim dan dengan bantuan Microsoft Excel, didapat hasil sebagai berikut



Gambar 4. Grafik Perbandingan NPV Alternatif

Berdasarkan Gambar 4, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, kedua alternatif dapat dikategorikan layak karena memberikan nilai NPV di tahun 2053. Namun apabila diamati lebih jauh, dapat terlihat bahwa alternatif spin-off lebih memberikan keuntungan karena memiliki nilia NPV tertinggi meskipun diawal harus mengalami minus. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan dengan menerapkan bentuk komersialisasi spin off, keuntungan secara utuh dimiliki oleh perusahaan meskipun pada awal pembentukkan harus memiliki modal dan perencanaan yang kuat.

SIMPULAN

Dari hasil pengolahan dan analisis, dapat disimpulkan bahwa alternatif bentuk komersialisasi spin off lebih layak digunakan dibandingkan dengan alternatif bentuk komersialisasi inkubator. Hal tersebut dikarenakan total NPV yang dihasilkan selama 50 tahun oleh bentuk komersialisasi spin-off memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan bentuk komersialisasi inkubator. Untuk dapat lebih memepertajam hasil analisis, disarankan untuk melakukan perhitungan analisis kelayakan dengan menggunakan model simulasi dari keempat bentuk komersialisasi yang ada.

PUSTAKA

Hermana, B. (2012). Mendorong Daya Saing di Era Globalisasi: Pemanfaatan Modal Intelektual dan Teknologi Informasi sebagai basis Inovasi di Perusahaan. Universitas Gunadarma, http://bhermana.staff.gunadarma.ac.id, Diunduh pada Januari 2014

The Economics. (2013). The Great Deceleration, http://www.economist.com/news/leaders/21582256-emerging-market-slowdown-not-beginning-bust-it-turning-point, Diunduh pada Januari 2014

Wibawa, A.A. (2013). Ekonom:Inovasi Bisnis di Indonesia Masih Kurang, Nasional Kontan,http://nasional.kontan.co.id/news/ekonom-inovasi-bisnis-di-indonesia-masih-kurang, Diunduh pada Januari 2014

Suwandi, G.R.F., Haekal, M., Iskandar,F. (2013). Optimasi Resistansi Ohmik Baterai Li-ion Melalui Kombinasi Bahan Elektroda Berpori dan Elektrolit. Seminar Nasional Material 2013, Bandung

Viva News. (2012). Pionir Mobil Listrik Nasional, Jakarta, http://sorot.news.viva.co.id/news/read/308495-pionir-mobil-listrik-nasional, Diunduh pada Desember 2013

Purwanto, A., Wang, A.W.N., Lenggoro, I. W. dan Okuyama, K., "Direct Preparation and Characterization of BaTiO3 Nanoparticles from Flame Assisted Spray Pyrolysis", The 3rd Asian Particle Technology Symposium, Beijing China, P9, Sept. 3-5, 2007.

Purwanto, A., Wang, A.W.N., Lenggoro, I. W. dan Okuyama, K. (2006). Preparation Of Submicron And Nanometer-sized Particles Of Y2O3:eu3+ By Flame Spray Pyrolysis Using Ultrasonic And Two-fluid Atomizers. J. Chem. Eng. Jpn., Volume 39(1), pp. 68-76. 2006

Purwanto, A., Wang, A.W.N., Lenggoro, I. W. dan Okuyama, K. (2007). Formation And Luminescence Enhancement Of Agglomerate-free Yag:ce3+ Submicrometer Particles By Flame Assisted Spray Pyrolysis, J. Electrochem. Soc, Volume 154 (3) pp. J91-J96

Purwanto, A., Wang, A.W.N., Lenggoro, I. W. dan Okuyama, K. (2011). Cuo/wo3 And Pt/wo3 Nanocatalysts For Efficient Pollutant Degradation Using Visible Light Irradiation. Chemical Engineering Journal, Volume 180, 15 January 2012, Pages 323–329

Purwanto, A., Wang, W.N., Ogi, T., Lenggoro, I. W., Tanabe, E. Dan Okuyama, K. (2008). High Luminance Yag:ce Nanoparticles Fabricated From Urea Added Aqueous Precursor By Flame Process, J. Alloys Compd., Volume 463, pp. 350-357. 2008

Sutopo, W., Astuti, R. W., Purwanto, A., Nizam, W. (2013). Commercialization Model of New Technology Lithium Ion Battery: A Case Study for SmarT Electical Vehicle. Joint International Conference on Rural Informational and Communication Technology and Electric Vehicle Technology, Bandung-Bali (26-28 November)

Sutopo, W., Atikah, N., Purwanto, A., Nizam, M. (2013). Battery 10 Kwh: A Financial Analysis of Mini Manufacturing Plant. Joint International Conference on Rural Informational and Communication Technology and Electric Vehicle Technology, Bandung-Bali (26-28 November)

Sutopo, W., Putri, D. N. E., Purwanto, A., Suyitno (2013). A Dynamic Simulation Model for Forecasting Investment Opportunities of Nattery Mini Plant. Joint International Conference on Rural Informational and Communication Technology and Electric Vehicle Technology, Bandung-Bali (26-28 November)

Kotler, P. Dan Amstrong, G. (2007). Manajemen Pemasaran Edisi 12. Jakarta: PT. Indeks

Punjawa, I Nyoman. (1995). Ekonomi Teknik. Surabaya: Guna Widya

ANALISIS INDEKS PERSAINGAN USAHA SEKTOR PENERBANGAN DARI SUDUT PANDANG KONSUMEN

Aam Hamid Al Ghabid[1], Nur Atikah[2], Roni Zakaria[3], Wahyudi Sutopo[4]
[12]Asisten Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[3]Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[4]Grup Riset Rekayasa Industri dan Tekno Ekonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-632110
Email: [1]aamhamid@gmail.com, [2]nur.atikah3429@yahoo.com, [3]ronny01@runbox.com,
[4]wahyudisutopo@gmail.com

ABSTRAKS
Persaingan usaha yang sehat dapat menciptakan lingkungan yang kondusif bagi kemajuan industri suatu negara. Kemajuan industri merupakan kunci utama bagi kemajuan perekonomian suatu negara. Salah satu sektor perekonomian dalam persaingan usaha di Indonesia adalah sektor industri jasa penerbangan. Dalam upaya menilai persaingan usaha pada sektor industri jasa penerbangan, dibutuhkan suatu indikator yang tepat agar objektivitas penilaian dapat dipertanggungjawabkan. Dalam upaya menentukan indikator penilaian tersebut, artikel ini dimaksudkan untuk menganalisa indeks persaingan usaha yang diperoleh melalui persepsi konsumen pada sektor industri jasa penerbangan. Penelitian dimulai dengan melakukan survey terhadap konsumen jasa penerbangan. Data mengenai profil dan persepsi mereka terhadap jasa penerbangan yang ada kemudian diolah secara statistik dan dianalisa secara deskriptif dan kuantitatif menggunakan KMO and Bartlett's Test. Pada akhirnya diperoleh hasil penelitian bahwa dalam memilih jasa penerbangan, konsumen mempertimbangkan harga yang ditetapkan, jumlah maskapai penerbangan suatu jasa penerbangan, fasilitas dan layanan yang disediakan, dan tarif yang dikenakan oleh jasa penerbangan.

Kata kunci: *industri penerbangan, KMO and Bartlett's Test, persaingan usaha, persepsi konsumen.*

PENDAHULUAN

Upaya pemerintah dalam memajukan sektor pariwisata menjadi pendorong yang kuat dan dengan dilakukannya deregulasi dalam aturan penerbangan niaga di Indonesia (Republik Indonesia, 1992) pada tahun 1999, berupa serangkaian paket deregulasi yang salah satunya adalah Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 81 Tahun 2004 tentang Pendirian Perusahaan Penerbangan di Indonesia, membuat peluang dunia bisnis penerbangan komersial mulai terbuka lebar. Dari dampak tersebut, kompetisi maskapai penerbangan di Indonesia semakin kompetitif dengan munculnya maskapai baru di Indonesia pada kurun waktu 7 (tujuh) tahun terakhir ini. Banyaknya jumlah maskapai penerbangan yang beroperasi di Indonesia secara langsung menciptakan persaingan usaha yang cukup ketat.

Persaingan usaha yang sehat menciptakan lingkungan yang kompetitif bagi kemajuan industri suatu negara (Tambunan dan Martadisastra, 2009). Namun dengan kondisi ketatnya persaingan industri jasa penerbangan saat ini, pasar masih didominasi oleh beberapa merek maskapai penerbangan. Adanya undang-undang persaingan usaha pada dasarnya merupakan salah satu syarat bagi suatu negara yang akan memberlakukan ekonomi pasar. Menurut Nasution (2012);Pujiati (2011); dan Gunawan (2001), pasar persaingan sempurna, merupakan struktur pasar yang paling ideal dalam suatu negara yang menganut sistem mekanisme pasar. Dalam pasar persaingan sempurna, produsen memiliki kemampuan yang sama antara satu dengan yang lainnya (Aryani, 2012). Sebagai akibatnya ekonomi pasar yang ditandai dengan adanya persaingan antar pelaku usaha,akan menciptakan efisiensi-efisiensi dalam memanfaatkan sumber daya yang ada. Seorang pelaku usaha yang tidak dapat menjalankan usahanya secara efisien pasti pada akhirnya akan tergilas oleh pesaingnya (Tjokrowasito, 2009).

Undang-undang No.15 Tahun 1992 tentang penerbangan merupakan salah satu tonggak deregulasi bisnis penerbangan di Indonesia. Dengan adanya undang-undang ini, peluang masuknya perusahaan industri jasa penerbangan terbuka lebar. Banyaknya, pemain yang berada di pasar persaingan sempurna, sewajarnya membuat keuntungan tersendiri untuk para konsumen. Dengan adanya persaingan antar pelaku usaha, maka konsumen memperoleh keuntungan berupa penawaran harga yang lebih murah dan semakin banyaknya alternatif pilihan barang atau jasa yang ditawarkan. Alternatif pilihan ini memberikan kesempatan kepada konsumen untuk dapat memilih barang atau jasa sejenis yang mempunyai kualitas terbaik dengan harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan barang atau jasa sejenis lainnya.

Mengacu pada Tjokrowasito (2009), sebagaimana yang biasanya terjadi pada negara-negara lain, kebijakan mengenai persaingan usaha tidak terpisahkan dari kebijakan perlindungan konsumen. Kepastian hukum untuk melindungi hak-hak konsumen, yang diperkuat melalui UU khusus, memberikan harapan agar para palaku usaha tidak akan merugikan konsumen. Berdasarkan UU Perlindungan Konsumen pasal 1 angka 1 disebutkan bahwa Perlindungan konsumen adalah segala upaya yang menjamin adanya kepastian hukum untuk memberi perlindungan konsumen. Dari pengertian di atas ada pokok-pokok dari perlindungan konsumen. Diantaranya kesamaan derajat antara konsumen dan pelaku usaha, konsumen mempunyai hak, pelaku usaha mempunyai kewajiban, Pemerintah perlu berperan aktif, keterbukaan dalam promosi barang, pengaturan tentang perlindungan konsumen berkontribusi pada pembangunan nasional, masyarakat perlu berperan serta.

Pertumbuhan jumlah perusahaan penerbangan yang menyediakan jasa penerbangan domestik dilihat dari perspektif konsumen,memberikan dampak terhadap tingkah laku konsumen (*consumer behaviour*). Banyak faktor yang berpengaruh terhadap konsumen untuk memilih salah satu operator angkutan udara tertentu atau bahkan memilih salah satu jenis alat pengangkutan yang ada. Faktor-faktor yang berpengaruh tersebut, terbentuk atas suatu proses yang disebut persepsi. Menurut Kottler (1994); Schiffman dan Kanuk (2007); Simamora (2002), persepsi adalah suatu proses bagaimana seseorang menyeleksi, memilih, menafsirkan, mengorganisasikan, mengatur dan menginterpretasikan masukan-masukan informasi untuk menciptakan gambaran keseluruhan yang berarti. Menurut Pareek (1984); Schiffman dan Kanuk (2007) terdapat proses- proses untuk membentuk persepsi konsumen, yaitu proses menerima rangsangan, menyeleksi rangsang yang diterima, pengorganisasian ke dalam bentuk, penafsiran rangsang, pengecekan hasil penafsiran, dan reaksi dari adanya persepsi.

Kemampuan konsumen untuk mendapatkan informasi yang terkait dengan suatu jenis produk akan sangat berpengaruh pada waktu proses pengambilan keputusan untuk menggunakan produk barang atau jasa yang bersangkutan. Kualitas maupun kuantitas suatu informasi yang diterima oleh konsumen akan mempengaruhi persepsi konsumen terhadap suatu produk tertentu. Kondisi ini tentunya juga sangat dipengaruhi oleh tingkat kemudahan masyarakat untuk mengakses informasi yang benar mengenai produk tersebut.

Penelitian mengenai pengaruh yang menyebabkan konsumen memilih maskapai penerbangan telah banyak dilakukan sebelumnya. Salah satu penelitian tersebut menganalisa pengaruh *smiling customer service* terhadap konsumen memilih maskapai penerbangan (Hunter, 2011). Penelitian lain juga meneliti apa yang mempengaruhi konsumen memilih maskapai, yaitu kinerja awak maskapai (Nameghi dan Ariffin, 2013), dimensi pelayanan merek (Krystallis dan Chrysochou, 2014).

Dalam upaya menilai persaingan usaha pada sektor jasa penerbangan, dibutuhkan indikator yang tepat. Dalam upaya menentukan indikator tersebut, artikel ini dimaksudkanuntuk menganalisa indeks persaingan usaha yang diperoleh melalui persepsi konsumen pada sektor industri jasa penerbangan.Berdasarkan latar belakang masalah dan tujuan penelitian di atas, maka muncul pertanyaan mengenai tingkat penggunaan penerbangan oleh konsumen berdasarkan maskapai penerbangan dan faktor-faktor yang mempengaruhi konsumen memilih maskapai.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan merumuskan masalah dari latar belakang yang ada. Kemudian menentukan tujuan penelitian dan melakukan studi literatur terkait penelitian yang dilakukan. Perancangan desain penelitian merupakan langkah selanjutnya, dilanjutkan dengan mengumpulkan dan mengolah data yang diperoleh. Lalu melakukan analisa hasil yang diperoleh dan memberikan simpulan dan rekomendasi terkait masalah yang diangkat.

Penelitian terbagi menjadi dua studi. Studi pertama tentang analisis tingkat penggunaan penerbangan oleh konsumen berdasarkan maskapai penerbangan dan kedua tentang faktor-faktor yang mempengaruhi konsumen memilih maskapai. Untuk mendapatkan data penelitian maka terlebih dahulu didesain kuesioner yang berisi pernyataan yang akan digunakan baik untuk studi 1 maupun studi 2 . Setelah kuesioner untuk kedua studi terbentuk, survei penelitian secara simultan dilakukan sebagai dasar pengumpulan data studi 1 dan studi 2.

Penelitian ini menggunakan sampel responden sebanyak 53 konsumen yang pernah menggunakan transportasi udara selain untuk keperluan dinas. Besarnya ukuran sampel ini ditetapkan berdasarkan pertimbangan bahwa di kebanyakan penelitian sosial ukuran sampel yang digunakan adalah antara 30 sampai dengan 500 (Sekaran, 1992). Studi ini menggunakan teknik pengambilan sampel *clustersampling*, yaitu pengambilan sampel random dibagi dalam subkelompok yang disebut klaster berdasarkan geografis. Wilayah yang dipilih untuk mengambil sampel adalah wilayah Karesidenan Surakarta dan sekitarnya.

Teknik analisis data yang digunakan untuk studi 1 dan 2 adalah dengan menggunakan teknik analisis deskriptif, yaitu analisis data dengan cara mengubah data mentah menjadi bentuk yang lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan. Penyajian hasil-hasil analisis deskriptif dalam penelitian ini berupa frekuensi dan persentase pada data yang bersifat kategorial, serta berupa statistik-statistik kelompok, mean pada data yang bukan kategorial. Pengolahan data pada analisis ini dibantu dengan menggunakan aplikasi SPSS 20 dan Microsoft Excel 2007.

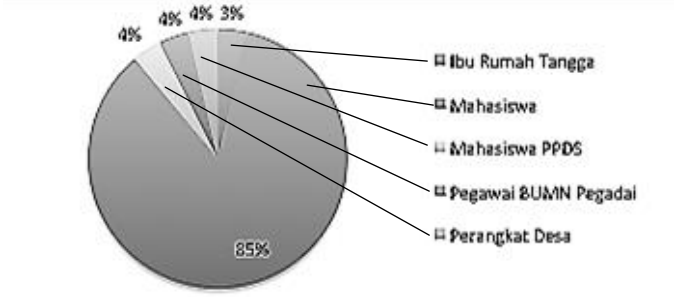
ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Untuk dapat mencapai tujuan penelitian, langkah studi dengan analisis deskriptif maupun kuantitatif telah dilakukan. Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis deskriptif terlebih dahulu untuk menguraikan data yang diperoleh dari responden yang meliputi profil umum responden dan beberapa hal terkait dengan penggunaan maskapai jasa penerbangan tertentu. Tahap selanjutnya adalah analisis kuantitatif. Tahap penelitian ini berusaha menguji adanya hubungan kausal antar variabel dalam penelitian ini.
Survey penelitian dilakukan pada 53 (lima puluh tiga) responden. Profil umum responden survey penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil umum responden

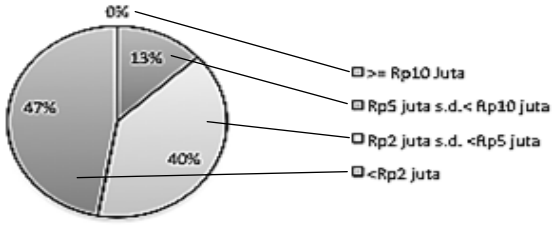
	Karakteristik	Frekuensi	Persentase
Jenis Kelamin	Laki-laki	26	49.1%
	Perempuan	27	50.9%
Usia	<18	4	7.5%
	18 – 28	22	41.5%
	29 – 38	9	17%
	39 – 48	14	26.4%
	49 – 58	3	5.7%
	> 58	1	1.9%
Profesi	Pegawai Negeri	7	13.2%
	Pegawai Swasta	4	7.5%
	Profesional	1	1.9%
	Wiraswasta	14	26.4%
	Lainnya	27	50.9%
Lokasi Survey	Boyolali	3	6.1%
	Karanganyar	1	2.0%
	Klaten	2	4.1%
	Sukoharjo	9	18.4%
	Surakarta	31	63.3%
	Wonogiri	3	6.1%

Dari 53 jumlah total responden, pada Tabel 1 terlihat bahwa jumlah responden perempuan sedikit lebih banyak yaitu 50.9%, sedangkan responden laki-laki sebesar 49.1%. Jika responden dikelompokkan menurut usia, rentang usia responden berada antara 17 – 62 tahun, dengan rata-rata responden berusia 40 tahun. Pada Tabel 1 dapat diperoleh informasi bahwa responden dengan rentang usia produktif antara 18 – 28 tahun memiliki persentase paling tinggi dengan 41.5% dan rentang usia 39 – 48 tahun mempunyai persentase terbesar kedua dengan 26.4%. Profesi responden didominasi oleh kategori lainnya, dengan rincian tergambar pada Gambar 2. Dari Gambar 3 terlihat bahwa mayoritas responden berprofesi sebagai mahasiswa dengan persentase 85% dari persentase profesi lainnya. Lokasi survey dilakukan di wilayah Surakarta dan sekitarnya, dengan mayoritas responden ditemukan di wilayah akademisi di Universitas Sebelas Maret, dengan persentase 18%.



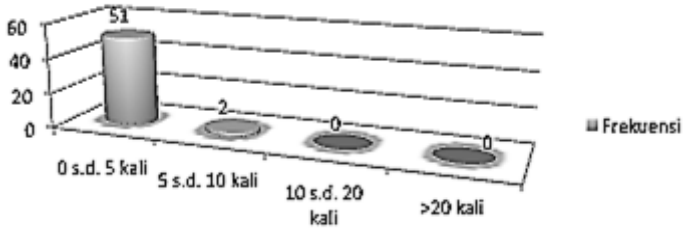
Gambar 1. Profesi responden dengan kategori lainnya

Selain profil umum responden, profil responden terkait dengan penggunaan maskapai penerbangan juga digambarkan pada bagian ini. Beberapa pertanyaan yang menggambarkan profil tersebut di antaranya tentang pengeluaran pribadi responden per bulan, frekuensi menggunakan jasa penerbangan dalam satu bulan dan maskapai penerbangan yang sering dipilih. Dari 53 responden, 47.3% atau sebanyak 25orang mempunyai jumlah pengeluaran di bawah 2 juta per bulan seperti tergambar pada gambar 3. Responden dengan pengeluaran pribadi antara 2 sampai 5 juta per bulan, menduduki posisi kedua dengan jumlah 21 responden atau sebesar 39.6%.



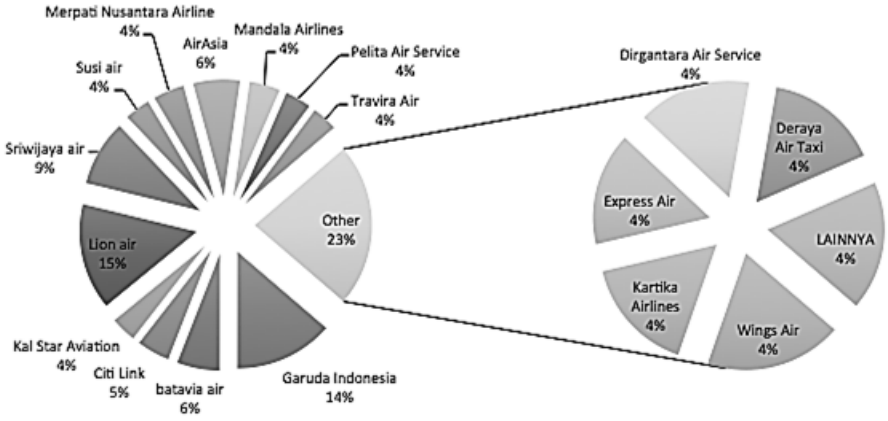
Gambar 2. Rata-rata pengeluaran pribadi per bulan responden

Pertanyaan selanjutnya mengenai profil responden yang memiliki keterkaitan dengan penggunaan jasa penerbangan adalah frekuensi menggunakan jasa penerbangan dalam satu bulan. Dalam Gambar 3 terlihat bahwa frekuensi sebesar 0 - 5 kali mendominasi dengan persentase 96.2% dari total responden, sedangkan untuk frekuensi 5 – 10 kali hanya berkontribusi 3.8% saja. Hal tersebut mengindikasikan bahwa responden melakukan perjalanan dengan moda transportasi udara untuk perjalanan yang bersifat pribadi, masih tergolong kecil untuk seluruh golongan responden.



Gambar 3. Frekuensi penerbangan responden dalam 1 bulan

Dalam pertanyaan mengenai pemilihan maskapai penerbangan yang sering digunakan, responden diminta untuk memberikan penilaian kepada 18 maskapai penerbangan yang ada di Indonesia dengan rentang nilai 1 sampai 7, dengan nilai 7 menunjukkan bahwa responden sering menggunakan maskapai terkait. Dari hasil jawaban 53 responden, didapat nilai rata-rata prioritas penggunaan maskapai terbesar untuk maskapai dengan merek dagang Lion air (15%), dan disusul dengan maskapai dengan merek dagang Garuda Indonesia diurutan kedua dengan persentase 14%. Gambar 4 merupakan *pie chart* yang menggambarkan nilai rata-rata penggunaan maskapai penerbangan untuk ke-18 maskapai penerbangan. Dilihat dari Gambar 4, saat ini maskapai dengan merek dagang Lion Air, Garuda Indonesia, Sriwijaya Air, Air Asia, dan Batavia Air masih mendominasi pasar jasa penerbangan di daerah Solo dan sekitarnya. Hal tersebut diindikasikan karena maskapai-maskapai tersebut sudah mempunyai rute keluar maupun menuju ke daerah Solo dan sekitarnya.



Gambar 4. Nilai rata-rata penggunaan 18 maskapai penerbangan

Berdasarkan data pada Gambar 4, tingkat penggunaan maskapai penerbangan yang diperoleh akan dibandingkan dengan keseluruhan skala penggunaan maskapai penerbangan. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Survey Skala Penggunaan Maskapai Penerbangan

	n	TP	P	J	KK	B	S	SS	Mean
Garuda Indonesia	54	17,0	11,3	17,0	17,0	13,2	11,3	13,2	3,85
Batavia Air	54	67,9	13,2	7,5	9,4		1,9		1,66
Citilink	54	86,8	7,5		3,8		1,9		1,28
Kal Star Aviation	54	100,0							1,00
Lion Air	54	11,3	9,4	17,0	20,8	15,1	9,4	17,0	4,15
Sriwijaya Air	54	41,5	11,3	15,1	17,0	11,3	3,8		2,57
Susi Air	54	100,0							1,00
Merpati Nusantara Airlines	54	88,7	3,8	5,7	1,9				1,21
AirAsia	54	67,9	13,2	5,7	3,8	3,8	3,8	1,9	1,81
Mandala Airlines	54	94,3			3,8	1,9			1,19
Pelita Air Service	54	98,1	1,9						1,02
Travira Air	54	100,0							1,00
Wings Air	54	86,8	5,7	7,5					1,21
Kartika Airlines	54	98,1	1,9						1,02
Express Air	54	100,0							1,00
Dirgantara Air Service	54	100,0							1,00
Deraya Air Taxi	54	100							1,00
Lainnya	50	83,0	5,7	3,8					1,14

Sumber: Hasil survei diolah (2013)

Keterangan:
TP = Tidak Pernah, P = Pernah, J = Jarang, KK = Kadang-kadang, B = Biasa, S = Sering, S = Selalu, Missing=Tidak menjawab, Mean = Rata-rata nilai respon.

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh informasi bahwa tidak ada maskapai yang penggunaannya oleh konsumen dominan dilakukan. Skala kadang-kadang merupakan penggunaan yang paling tinggi dilakukan yaitu untuk maskapai Garuda Indonesia, Lion Air, dan Sriwijaya Air (masing-masing sebesar 17%, 20,8%, dan 17%). Untuk mengetahui faktor apa saja yang berpengaruh, dilaksanakan pada analisis selanjutnya.
Dalam menganalisis persepsi konsumen mengenai faktor persaingan usaha pada sektor jasa penerbangan, penelitian ini berhasil melakukan survey mengenai faktor-faktor apa saja yang menjadi alasan responden dalam memilih jasa penerbangan. Dalam melihat faktor-faktor ini, responden diminta untuk memberikan penilaian untuk 12 pertanyaan dengan rentang nilai 1 sampai 7, dengan nilai 7 menunjukkan bahwa responden sangat setuju dengan pernyataan terkait, nilai 4 menunjukkan sikap netral dan nilai 1 menunjukkan bahwa responden sangat-sangat tidak setuju. Tabel 3menampilkan hasil survei terhadap faktor persaingan usaha pada sektor jasa penerbangan menurut konsumen penerbangan.

Tabel 3. Hasil Survei Terhadap Faktor Persaingan Usaha Pada Sektor Jasa Penerbangan Menurut Konsumen Penerbangan

No.	Pernyataan	STS	TS	KS	N	CS	S	SS	Mean
B1	Harga merupakan faktor utama dalam memilih maskapai penerbangan	3.8	.0	11.3	13.2	26.4	22.6	22.6	5.17
B2	Semakin banyak perusahaan penerbangan di pasar, semakin baik bagi konsumen	11.3	13.2	3.8	20.8	9.4	18.9	22.6	4.51
B3	Kualitas merupakan faktor utama dalam menentukan maskapai penerbangan	.0	.0	1.9	9.4	7.5	37.7	43.4	6.11
B4	Harga yang ditawarkan oleh maskapai penerbangan saat ini secara umum MURAH	3.8	9.4	15.1	30.2	26.4	7.5	7.5	4.19
B5	Tarif penerbangan di pasar saat ini lebih MURAH dibandingkan dengan tahun lalu	11.3	11.3	26.4	24.5	9.4	11.3	5.7	3.66
B6	Pilihan *tarif* yang ditawarkan maskapai penerbangan saat ini BERVARIASI	.0	.0	11.3	18.9	18.9	28.3	22.6	5.32
B7	Pilihan *pelayanan* yang ditawarkan maskapai penerbangan saat ini BERVARIASI	1.9	3.8	17.0	18.9	22.6	17.0	18.9	4.83
B8	Tarif antara satu maskapai penerbangan dengan yang lain BERBEDA	.0	1.9	11.3	22.6	13.2	24.5	26.4	5.26
B9	Tarif antara satu kelas penerbangan dalam satu maskapai penerbangan BERBEDA	.0	1.9	13.2	13.2	17.0	22.6	30.2	5.38
B10	Kualitas pelayanan yang ditawarkan oleh maskapai penerbangan saat ini BAIK	.0	.0	13.2	32.1	26.4	17.0	11.3	4.81
B11	Kualitas maskapai penerbangan saat ini dibandingkan dengan sebelumnya MENINGKAT	.0	1.9	17.0	32.1	15.1	20.8	13.2	4.75
B12	Layanan antara satu maskapai penerbangan dengan yang lain BERBEDA	.0	.0	15.1	20.8	15.1	18.9	30.2	5.28

Sumber: Hasil survei diolah, 2013

Keterangan:
STS=Sangat Tidak Setuju, TS=Tidak Setuju, KS=Kurang Setuju, N=Netral, CS=Cukup Setuju, S=Setuju, SS=Sangat Setuju, Missing=Tidak menjawab, Mean = Rata-rata nilai respons

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa mayoritas responden cukup setuju bahwa harga merupakan faktor utama dalam pemilihan maskapai penerbangan (26,4%) dan pilihan pelayanan yang ditawarkan maskapai penerbangan saat ini bervariasi (22,6%). Selain itu, mayoritas responden sangat setuju bahwa semakin banyak perusahaan penerbangan di pasar, semakin baik bagi konsumen (22,6%), kualitas merupakan faktor utama dalam menentukan maskapai penerbangan (43,4%), tarif antara satu maskapai penerbangan dengan yang lain berbeda (26,4%), tarif antara satu kelas penerbangan dalam satu maskapai penerbangan berbeda (30,2%), dan layanan antara satu maskapai penerbangan dengan yang lain berbeda (30,2%). Mayoritas responden netral terhadap pernyataan bahwa harga yang ditawarkan oleh maskapai penerbangan saat ini secara umum murah (30,2%), kualitas pelayanan yang ditawarkan oleh maskapai penerbangan saat ini baik (32,1%), dan kualitas maskapai penerbangan saat ini dibandingkan dengan

sebelumnya meningkat (32,1%). Selain itu, mayoritas responden kurang setuju bahwa tarif penerbangan di pasar saat ini lebih murah dibandingkan dengan tahun lalu (26,4%). Selain itu, mayoritas responden setuju bahwa pilihan tarif yang ditawarkan maskapai penerbangan saat ini bervariasi (28,3%).

Terdapat 12 pertanyaan yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi konsumen memilih maskapai penerbangan. Untuk menentukan faktor atau dimensi dari 12 indikator tersebut, faktor analisis eksploratori (*exploratory factor analysis*) dilakukan pada 53 responden yang pernah menggunakan alat transportasi udara, selain untuk keperluan dinas. Penentuan jumlah dimensi (*extraction*) pada fase ini dengan melihat nilai *eigenvalue* pada *scree* plot dan tabel *rotated component*matriks.

Dalam memvalidasi skala dengan analisis faktor sebelum digunakan untuk menguji hubungan kausal antar variabel, skala akan dianalisis dan divalidasi menggunakan pendekatan Faktor Analisis Eksploratori (EFA). Untuk dapat melanjutkan analisis ini, data yang digunakan dalam penelitian harus dipastikan berdistribusi normaldan memenuhi kriteria kecukupan sampel. Analisis kecukupan sampel dilakukan dengan melihat hasil Bartlett's Test of Sphericity $\chi 2$ and Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Hasil pengujian menunjukkan nilai KMO 0.729 dan nilai signifikansi Bartlett's Test of Sphericity 0.00. Nilai KMO di atas 0.5 dan signifikansi Bartlett's Tes of Sphericity kurang dari 0.05 menunjukkan jumlah sampel yang cukup untuk analisis selanjutnya. (Santoso, 2006: 22).

Tabel 4. Hasil KMO and bartlett's test

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.729
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	285.501
	df	66
	Sig.	0.000

Selanjutnya, untuk melihat korelasi antarvariabel independen dapat diperhatikan tabel Anti-Image Matrices. Nilai yang diperhatikan adalah MSA (Measure of Sampling Adequacy). Nilai MSA berkisar antara 0 hingga 1, dengan ketentuan (Santoso, 2006: 20) jika MSA = 1, maka variabel dapat diprediksi tanpa kesalahan oleh variabel yang lain, MSA > 0,5 menandakan variabel masih bisa diprediksi dan bisa dianalisis lebih lanjut dan MSA < 0,5 berarti variabel tidak bisa diprediksi dan tidak bisa dianalisis lebih lanjut, atau dikeluarkan dari variabel lainnya.Hasil dari tabel Anti-Image Matrices untuk penelitian ini terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Anti-image Matrices

Anti-image Matrices													
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
Anti-image Covariance	B1	.888	-.166	-.121	.010	-.010	.075	-.010	-.061	.034	-.018	.065	-.014
	B2	-.166	.616	.251	-.075	-.039	-.030	-.085	-.029	-.054	.118	-.101	.067
	B3	-.121	.251	.610	.041	-.125	-.054	-.138	.020	-.011	.024	-.035	.117
	B4	.010	-.075	.041	.410	-.207	-.089	.070	.039	-.062	-.156	-.005	.008
	B5	-.010	-.039	-.125	-.207	.564	.024	.011	-.066	.174	-.085	.096	-.062
	B6	.075	-.030	-.054	-.089	.024	.182	-.060	-.140	.035	.085	-.053	-.073
	B7	-.010	-.085	-.138	.070	.011	-.060	.243	.004	.041	-.086	-.032	-.136
	B8	-.061	-.029	.020	.039	-.066	-.140	.004	.317	-.140	-.062	-.013	.064
	B9	.034	-.054	-.011	-.062	.174	.035	.041	-.140	.547	-.100	.101	-.172
	B10	-.018	.118	.024	-.156	-.085	.085	-.086	-.062	-.100	.380	-.185	.044
	B11	.065	-.101	-.035	-.005	.096	-.053	-.032	-.013	.101	-.185	.401	-.019
	B12	-.014	.067	.117	.008	-.062	-.073	-.136	.064	-.172	.044	-.019	.311
Anti-image Correlation	B1	.366[a]	-.225	-.164	.016	-.014	.186	-.021	-.115	.048	-.030	.108	-.026
	B2	-.225	.635[a]	.410	-.149	-.067	-.089	-.218	-.065	-.094	.244	-.203	.154
	B3	-.164	.410	.497[a]	.082	-.213	-.162	-.359	.046	-.019	.051	-.070	.268
	B4	.016	-.149	.082	.740[a]	-.431	-.325	.221	.109	-.131	-.395	-.013	.024

	B5	-.014	-.067	-.213	-.431	.636[a]	.073	.030	-.155	.312	-.184	.203	-.148
	B6	.186	-.089	-.162	-.325	.073	.766[a]	-.287	-.583	.111	.322	-.197	-.306
	B7	-.021	-.218	-.359	.221	.030	-.287	.789[a]	.014	.112	-.282	-.102	-.495
	B8	-.115	-.065	.046	.109	-.155	-.583	.014	.797[a]	-.337	-.179	-.037	.205
	B9	.048	-.094	-.019	-.131	.312	.111	.112	-.337	.645[a]	-.218	.216	-.417
	B10	-.030	.244	.051	-.395	-.184	.322	-.282	-.179	-.218	.667[a]	-.474	.128
	B11	.108	-.203	-.070	-.013	.203	-.197	-.102	-.037	.216	-.474	.824[a]	-.054
	B12	-.026	.154	.268	.024	-.148	-.306	-.495	.205	-.417	.128	-.054	.741[a]

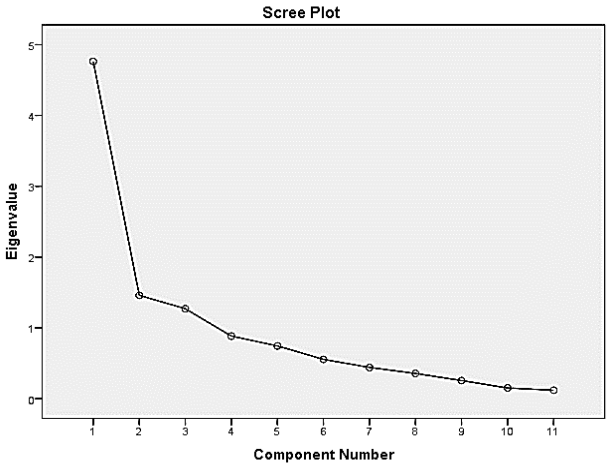
Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Dari hasil tabel Anti-Image Correlation diatas, dapat dilihat nilai MSA ditandai dengan huruf a. Dengan nilai MSA pada masing-masing pertanyaan (B1-B12) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai MSA

Pertanyaan	Nilai MSA
B1	0,366 < 0,5
B2	0,635 > 0,5
B3	0,497 < 0,5
B4	0,740 > 0,5
B5	0,636 > 0,5
B6	0,766 > 0,5
B7	0,789 > 0,5
B8	0,797 > 0,5
B9	0,645 > 0,5
B10	0,667 > 0,5
B11	0,824 > 0,5
B12	0,741 > 0,5

Berdasarkan hasil MSA pada Tabel 6, maka seluruh variabel independen, kecuali variabel B1 dan B3, dapat dianalisis lebih lanjut karena masing-masing nilainya >0,5. Variabel-variabel tersebut kemudian dikeluarkan dari analisis dan dilakukan analisis faktor ulang demikian seterusnya hingga mendapatkan item-item dalam kelompok faktor yang memenuhi kriteria analisis.
Langkah selanjutnya adalah pengelompokan indikator-indikator independen ke dalam satu atau beberapa faktor. Berdasarkan analisis di atas, hanya ada 11 pertanyaan yang akan dilakukan pengelompokan (Indikator B1 berdiri sebagai faktor tersendiri).



Gambar 6. Scree plot

Jumlah faktor/dimensi ditentukan oleh poin lekukan tajam yang terlihat pada Gambar 6. Terlihat perubahan tajam terjadi pada komponen 4, maka jumlah dimensi/faktor yang terbentuk adalah 3 faktor.

Selain pada *scree* plot, Tabel 7 menjelaskan jumlah faktor yang terbentuk, beserta masing-masing indikator yang masuk dalam kelompok faktor/dimensi.

Tabel 7. Rotated Component Matrix

Rotated Component Matrix[a]			
	Component		
	1	2	3
B2			.616
B3	.307		
B4		.822	
B5		.818	
B6	.862		
B7	.867		
B8	.722		
B9	.562		
B10		.729	
B11	.636		
B12	.835		

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 5 iterations.

Tabel 6 menunjukkan hasil ekstraksi dari 11 indikator ke dalam masing-masing faktor.Hasil faktor analisis eksploratori tersebut menunjukkan bahwa semua indikator dikelompokkan menjadi 4 faktor. Ditambah dengan indikator B1 yang berdiri sendiri. Dengan kata lain, terdapat 4 faktor yang mempengaruhi konsumen untuk memilih maskapai penerbangan. Empat faktor tersebut kemudian kita identifikasi sesuai dengan karakteristik pertanyaan.

Tabel 8. Faktor dan Dimensi

	Faktor/ Dimensi	Item	Rata-rata Mean Faktor	Ket. Tingkat Persetujuan
1	Harga	B1	5,17	Cukup Setuju
2	Jumlah Maskapai Penerbangan	B2	4,51	Netral
3	Fasilitas dan Layanan	B3, B6, B7, B8, B9, B11, B12	5,28	Cukup Setuju
4	Tarif	B4, B5, B10	4,22	Netral

Tabel 8 menunjukkan faktor-faktor maupun dimensi yang berpengaruh pada pemilihan maskapai penerbangan oleh konsumen penerbangan. Faktor harga dan fasilitas dan pelayanan memiliki nilai rata-rata mean tertinggi. Dengan kata lain faktor harga dan fasilitas dan pelayanan merupakan dua faktor yang paling penting sebagai pertimbangan konsumen penerbangan dalam memilih maskapai penerbangan. Hal tersebut sesuai dengan hasil jawaban indikator pertama dan ketiga yang berisi bahwa harga dan kualitas merupakan faktor utama dalam menentukan maskapai penerbangan. Indikator pertama memiliki nilai mean 5,17 dan indikator ketiga memiliki nilai mean 6,11 yang merupakan nilai mean tertinggi dibandingkan indikator-indikator lainnya. Apabila faktor-faktor tersebut diurutkan berdasarkan besarnya pengaruh faktor terhadap pilihan konsumen maka urutannya yaitu 1) Fasilitas dan Layanan; 2) Harga; 3) Jumlah Maskapai Penerbangan; dan 4) Tarif.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil studi mengenai analisis indeks persaingan usaha sektor penerbangan dari sudut pandang konsumen diperoleh kesimpulan, antara lain 1) Tingkat penggunaan penerbangan terbesar oleh konsumen berdasarkan maskapai penerbangan dikuasai oleh dua merek dagang dengan total 29%; 2) Faktor-faktor yang mempengaruhi konsumen memilih maskapai antara lain harga, jumlah maskapai penerbangan, fasilitas dan layanan, dan tarif. Dari keempat faktor tersebut, faktor fasilitas dan layanan dan faktor harga merupakan dua faktor yang paling berpengaruh dalam pemilihan maskapai penerbangan.
Rekomendasi yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah: (i) melakukan penelitian mengenai unsur-unsur fasilitas dan pelayanan yang diberikan oleh maskapai penerbangan sebagai faktor utama yang digunakan oleh konsumen penerbangan untuk memilih maskapai dan (ii) melakukan penelitian mengenai hubungan faktor harga dan tarif karena kedua faktor tersebut pada sistem saling berpengaruh namun memiliki peringkat yang berlawanan dari hasil studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aryani, Desi. (2012). "Integrasi Vertikal Pasar Produsen Gabah dengan Pasar Ritel Beras di Indonesia, Jurnal Manajemen Teknologi". *Vol.11, No.2. Pp. 225-238*.

Gunawan, Ade. (2001). "Menempatkan Posisi Dalam Persaingan, Manajemen dan Bisnis". *Vol.1, No.1. Pp. 25-40.*

Hunter, Joyce. (2011). "A Study of Consumer Perception of Smiling Customer Service Within the Airline Industry, Springer Science". *Vol.4. Pp. 35-56*.

Kottler, Philip, (1997), *Manajemen Pemasaran*, Jakarta: Prenhallindo.

Krystallis, Athanasios. and Chrysochou, Polymeros. (2014). "The Effects of Service Brand Dimensions on Brand Loyalty", *Journal of Retailing and Consumer Services. Vol.21. Pp. 139-147.*

Nameghi, Ehsaneh. and Ariffin, Ahmad. (2013). "The Measurement Scale for Airline Hospitality: Cabin Crew's", *Journal of Air Transport Management. Vol.30. Pp. 1-9.*

Nasution, Yenni. (2012). "Mekanisme Pasar Dalam Perspektif Ekonomi Islam", *Media Syariah. Vol.14, No.1. Pp. 85-98.*

Pareek, Udai., (1984), *Perilaku Organisasi*, Jakarta : Pustaka Binaman Pressindo.

Pujiati, Amin. (2011). Menuju Pemikiran Ekonomi Ideal: Tinjauan Filosofis Dan Empiris, *Fokus Ekonomi. Vol.10, No.2. Pp. 114-124.*

Republik Indonesia. 1992. Undang-Undang No.15 Tahun 1992 tentang Penerbangan. Lembaran Negara RI Tahun 1992, No. 53. Jakarta: Sekretariat Negara.

Santoso, Singgih., (2006), *Seri Solusi Bisnis Berbasis TI: Menggunakan SPSS untuk Statistik Multivariat*, Jakarta: Elex Media Komputindo.

Schiffman, G. Leon. and Kanuk, L.L., (2007), *Consumer Behavior (9th Ed)*, New Jersey: Prentice Hall.

Sekaran, Uma., (1992), *Research Methods For Business: A Skill Building Apporach, Second Edition*, New York: John Wiley & Sons, Inc.

Simamora, Bilson., (2002), Panduan Riset Perilaku Konsumen, Jakarta: Gramedia.

Tambunan, Tulus, dan Martadisastra, Dedie. (2009). Apa Dampak Dari UU Persaingan Usaha No. 5, 1999 Terhadap Kemiskinan?, Policy Discussion Paper Series, Trisakti University. Vol.15. Pp. 1-17.

Tjokrowasito, Mardiharto. (2009). Kebijakan Persaingan Pada Industri Penerbangan Dilihat dari Persepektif Perlindungan Konsumen. Dapat diakses di :http:// www.bappenas.go.id/files/4613/5228/2360/totok__20091015100443__2299__0.doc

ANALISIS FAKTOR PENGHAMBAT DAN FAKTOR PENDORONG PENERAPAN MANAJEMEN KINERJA PERUSAHAAN KECIL DAN MENENGAH : STUDI KASUS

Ahmad Faiz Haqqoni[1)] , Nerissa Arviana Putri[2)] dan Wahyudi Sutopo[3)]
[1,2)]Mahasiswa Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia
[3)]Grup Riset Rekayasa Industri dan Tekno Ekonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia
Email: [1)]Faiz.haqqoni@gmail.com, [2)]nerissa.arviana.putri@gmail.com, [3)]wahyudisutopo@gmail.com

ABSTRAKS
Manajemen kinerja diperlukan dalam perusahaan untuk menngkatkan efisiensi kinerja.Penerapan manajemen kinerja di perusahaan kecil menengah tentu memiliki faktor-faktor yang mendorong maupun menjadi penghambat dalam pengaplikasiannya. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis faktor apa saja yang menghambat maupun mendorong penerapan manajemen kinerja di perusahaan. Software SPSS digunakan untuk mengolah data dengan analisis frekuensi. Hasilnya menunjukkan bahwa keempat dimensi yaitu Visi, Misi & Strategi, Sumber Daya Manusia, Sumber Daya, dan Manajemen menjadi faktor yang mendukung dilakukan penerapan terhadap pengukuran kinerja.

Kata kunci :*Analisis Faktor, Faktor Pendorong, Faktor Penghambat, Pengukuran Kinerja*

PENDAHULUAN

Dalam perkembangan dunia bisnis, hal yang paling diamati adalah keuntungan atau laba.Seiring dengan perkembangan industri yang sangat pesat, persaingan juga semakin ketat.Strategi yang tepat dan performa kerja yang efektif dan efisien harus diterapkan demi mengatasi persaingan dan meningkatkan keuntungan.Sumber daya yang dimiliki perusahaan seperti modal, metode, dan mesin yang ada tidak dapat memberikan hasil yang optimal apabila tidak didukung kinerja dari sumber daya manusia yang optimal.Douglas (1996) menjelaskan bahwa perusahaan membutuhkan karyawan yang mampu bekerja lebih baik dan lebih cepat, sehingga diperlukan karyawan yang mempunyai kinerja (job performance) yang tinggi.

Untuk meningkatkan efisiensi kinerja dari sebuah organisasi maka perlu dilakukan manajemen kinerja. Manajemen kinerja dapat didefinisikan sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan dan mendorong pegawai melalui berbagai cara agar bekerja dengan penuh semangat, efektif, efisien dan produktif sesuai dengan proses kerja yang benar agar mencapai hasil kerja yang optimal (Tarigan, 2011). Menurut Heinrich (2002); Ittner dan Larcker (2001); Otley (1999); Kravchuk dan Schach (1996); dan Brickey et al. (1995) dalam verbeeten (2008) praktek manajemen kinerja meliputi tujuan yang akan dicapai, pengalokasian hak-hak keputusan, serta pengukuran dan pengevalusaian kinerja organisasi.

Pengukuran kinerja adalah suatu proses mencatat dan mengukur pencapaian pelaksanaan kegiatan dalam arah pencapaian misi melalui hasil yang ditampilkan berupa produk, jasa, ataupun suatu proses (Stout, 1993). Pengukuran kinerja digunakan untuk mengetahui pencapaian target yang telah ditetapkan. Pengukuran kinerja memberikan gambaran seberapa baik suatu kinerja dalam sebuah organisasi dengan biaya, waktu, dan kualitas yang optimal.

Perusahaan kecil menengah umumnya tidak dapat bertahan lama karena beberapa faktor. Seperti yang ditulis Iskandar (2013),terdapat 6 faktor yang kesalahan mendasar yang dilakukan oleh pengusaha UKM, yang juga dikutip dari CNBC, yaitu:

1. **Ingin Melakukan Semuanya Sendirian**
   Pada usaha kecil, setiap orang yang bekerja diberikan tugas sesuai dengan keahliannya.Awalnya strategi seperti ini dapat diterapkan dengan mudah pada UKM, namun ketika intensitas pekerjaan meningkat, dan tidak bisa ditangani oleh seorang pekerja, ada baiknya membinta bantuan pekerja lainnya, atau mencari pekerja yang cocok.
2. **Beranggapan Sebuah Produk Bisa Terjual Dengan Sendirinya**
   Produk yang dihasilkan dengan baik, juga membutuhkan pemasaran yang baik, agar dapat diketahui di pasaran, sehingga dapat terjual. Produk yang baik sekalipun tidak akan bisa terjual dengan sendirinya. Untuk itu, sebaiknya membuat basis untuk pelanggan-pelanggan yang memahami produk yang dihasilkan.

3. **Kenaikan UMR Dari Pemerintah**
   Menurut Asosiasi Pengusaha Indonesia (Apindo), Peningkatan Upah Minimum, akan mempengaruhi secara langsung kepada para pelaku UKM. Menurut Apindo,apabila Upah buruh terus meningkat,Kebangkrutan akan terjadi pada 90 persen dari jumlah UKM yang ada saat ini. Hal ini akan berimbas kepada pengusaha-pengusaha baru yang akan membuat perusahaan, atau mengembangkan usahanya.
4. **Tidak Mengerti Cara Menyusun Laporan Keuangan**
   Seorang pengusaha, selain harus memahami akan lingkungan bisnis yang dijalaninya, tentu perlu memahami kondisi keuangan perusahaanya sendiri. Keputusan bisnis yang akan diambil oleh seorang pengusaha, akan selalu berhubungan dengan arus kas, serta untuk mencapai target laba yang dicanangkan perusahaan.
5. **Menyepelekan Hal Yang Sebenarnya Bisa Menguntungkan**
   Kebanyakan UKM, memilih untuk menghasilkan produk baru, ketika bisnis tidak berjalan baik, dan omset menurun. Namun, akan sangat melelahkan ketika terus menghasilkan produk-produk baru untuk meningkatkan omset. Sebaiknya, pengusaha lebih memfokuskan kepada satu atau beberapa produk saja.
6. **Memulai Usaha Dengan Modal Minim**
   Dalam mengembangkan UKM, tentu memiliki banyak tantangan dalam menjalankannya.Untuk itu, sebaiknya seorang pengusaha memiliki akses modal yang cukup. Karena dalam tahun-tahun awal perkembangan usahanya, kekuatan finansial (dalam hal ini dana cadangan) merupakan faktor yang perlu diperhatikan.

Permasalahan diatas menunjukkan bahwa kesalahan-kesalahan yang menyebabkan perusahaan kecil menengah bangkrut adalah menyangkut manajemen kinerja.Tidak adanya penerapan kinerja yang baik mengakibatkan perusahaan lebih sulit berkembang.Oleh karena itu, perusahaan kecil menengah perlu menerapkan manajemen kinerja.

Penerapan manajemen kinerja di perusahaan kecil menengah tentu memiliki faktor-faktor yang mendorong maupun menjadi penghambat dalam pengaplikasiannya. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis faktor apa saja yang menghambat maupun mendorong penerapan manajemen kinerja di perusahaan..

LANDASAN TEORI

Kinerja karyawan (*job performance*) dapatdidefinisikan sebagai sejauh mana seorang karyawan melaksanakan tanggung jawab dan tugas kerjanya (Singh *etal*., 1996) Faustino Gomes (1995) mengatakan Kinerja Karyawan sebagai catatan hasil atau keluaran (*outcomes*) yang dihasilkan dari suatu fungsi pekerjaan tertentu atau kegiatan dan pekerjaan tertentu dalam suatu periode waktu tertentu. Sedangkan pengukuran performansi menurut Faustino Gomes (1995) merupakan cara untuk mengukur tingkat kontribusi individu kepadaorganisasinya. Pengukuran kinerja merupakan salah satu usaha memetakan strategi kedalam tindakan untuk mendapat capaian untuk suatu target tertemtu. Untuk itulah, pengukuran kinerja merupakan salah satu faktor yang dianggap sangat penting bagi perusahaan.(Giri, 1998).

Menurut Behn (2003), beberapa alasan mengapa organisasi perlu mengadopsi pengukuran kinerja adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengevaluasi.
   seberapa baik suatu organisasi berkinerja.
   Proses evaluasi terdiri dari dua variable, yaitu data kinerja organisasi dan patokan yang menciptakan suatu kerangka untuk menganalisis data kinerja tersebut. Proses Evaluasi ini pun dilakukan agar organisasi dapat mengetahui sebaik apa kinerja organisasi tersebut.
2. Untuk Mengendalikan.
   Seorang pimpinan dalam organisasi memiliki kemampuan untuk dapat mengendalikan dan memastikan bahwa bawahan mereka telah melakukan pekerjaan mereka secara benar. Organisasi pun menciptakan sistem pengukuran yang menentuan tindakan tertentu apa yang harus dilakukan oleh karyawan. Setelah itu, mereka pun mengevaluasi apakah sang karyawan betul-betul telah melakukan apa yang telah ditugaskan kepada mereka dan membandingkannya dengan standar kinerja.

3. Untuk pengelolaan anggaran.

Kinerja yang buruk tidak selalu berubah menjadi baik ketika dilakukan pemotongan anggaran sebagai tindakan disipliner.Terkadang penaikan anggaran lah yang menjadi jawaban untuk peningkatan kinerja.

4. Untuk memotivasi
   Karyawan dapat dimotivasi dengan cara pemberian target yang signifikan untuk mereka raih dan lalu menggunakan ukuran kinerja -termasuk target antara- untuk memfokuskan energi para karyawan dan memberikan perasaan telah mencapai sesuatu. Target kinerja juga bisa mendorong munculnya kreativitas dalam mengembangkan cara-cara yang lebih baik untuk mencapai suatu tujuan.
5. Untuk merayakan
   Prestasi-prestasi yang telah raih oleh organisasi dalam suatu konteks tertentu perlu dirayakan, karena ritual semacam peringatan ini bisa mengikat orang-orang yang ada di dalam tim, memberikan mereka perasaan terikat. Perayaan merupakan aktivitas yang mengeksplisitkan pengakuan atas prestasi dan pencapaian.
6. Untuk pembelajaran
   Pembelajaran ini bisa didapat dengan mengevaluasi kinerja sendiri, semisal dengan mengidentifikasi apa-apa saja yang berhasil dan yang tidak. Dengan mengevaluasi hal ini, organisasi akan bisa pelajari alasan di balik kinerja baik dan buruk. Pembelajaran ini nantinya akan membuat organisasi semakin berkembang.
7. Untuk pengembangan
   Suatu organisasi perlu melakukan pengembangan dalam hal memperbaiki kinerja. Oleh karenanya organisasi membutuhkan umpan balik untuk menilai kesesuaian rencana dan arahan serta target sehingga bisa didapatkan pengertian mana-mana saja perihal yang perlu diperbaiki dan dikembangkan.

Setiap organisasi atau perusahaan tentu ingin performa kinerja terbaik dari setiap karyawannya.Untuk itu manajer perusahaan harus mengelola manajemen kinerja dengan baik untuk mendapatkan hasil yang optimal.Namun ada faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan manajemen pengukuran kinerja baik berupa faktor penghambat maupun faktor pendorong.Faktor pendorong dan penghambat penerapan manajemen pengukuran kinerja dapat dikelompokkan menjadi empat sisi yaitu visi, manusia, sumber daya, dan manajemen.Faktor-faktor pendorong harus ditingkatkan dan meminimalkan adanya faktor-faktor penghambat untuk penerapan manajemen pengukuran kinerja yang optimal.Oleh karena itu, kami melakukan analisis faktor pendorong dan penghambat penerapan manajemen pengukuran kinerja.

Dimensi yang mempengaruhi faktor-faktor tersebut :

1. Visi
   Visi dan strategi organisasi dipahami atau dihayati oleh orang-orang dalam organisasi.Nilai-nilai individual dalam organisasi selaras dengan nilai-nilai yang dijunjung tinggi organisasi.
2. Manusia
   Orang dalam organisasi memiliki tujuan yang sama atau terkait dengan strategi dan tujuan organisasi.
3. Sumber Daya
   Sumber daya (waktu, energi, dana) dialokasikan untuk hal-hal yang penting bagi organisasi. Misalnya anggaran dikaitkan dengan strategi organisasi.
4. Manajemen
   Manajemen menggunakan waktu dengan baik untuk memikirkan strategi jangka panjang organisasi atau hanya melibatkan diri dalam pengambilan keputusan taktis jangka pendek.

METODOLOGI

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data primer dengan cara mengisi kuisioner. Pengumpulan data dimulai dengan menyebarkan kuisioner ke 30 perusahaan di wilayah solo raya.

Data yang dikumpulkan adalah :

a. Profil Perusahaan
   Perusahaan yang dijadikan studi kasus adalah perusahaan kecil menengah di kawasan Solo Raya Kuisioner diisi oleh 5 perusahaan berbentuk PT dan 13 perusahaan berbentuk CV, dan bentuk usaha lainnya sebanyak 12 perusahaan.
b. Data kuisioner

Data kuisioner terdiri dari 24 pertanyaan dari empat dimensi yang mempengaruhi faktor pendorong dan penghambat penerapan manajemen kinerja yaitu dimensi visi misi, sumber daya manusia, sumber daya, dan manajemen.Kuisioner dilengkapi dengan pertanyaan terbuka untuk lebih mendalami faktor kendala dan pendorong penerapan manajemen kinerja di perusahaan tersebut.

2. Kerangka Penelitian

Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data melalui kuisioner, kemudian data diolah dengan cross tab dan pengolahan frekuensi hasil kuisioner.Hasil penelitian berupa jumlah frekuensi dari empat dimensi faktor pendorong dan penghambat.Dari frekuensi-frekuensi tersebut kemudian dianalisis manakah yang merupakan faktor pendorong dan faktor penghambat penerapan manajemen kinerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuisioner disebar pada perusahaan kecil menengah untuk daerah Solo dan sekitarnya. Pada Tabel 1, secara umum akan dijelaskan mengenai profil umum dari responden.

Tabel1 Profil Umum Responden

	Karakteristik	Frekuensi	Persentase
Bentuk Perusahaan	PT	5	16.67%
	CV	13	43.33%
	Lainnya	12	40.00%
Lokasi Perusahaan	Solo	22	73.33%
	Sukoharjo	7	23.33%
	Karanganyar	1	3.33%
Lama Berdirinya Biro	< 5 tahun	4	13.33%
	5 s.d 10 tahun	4	13.33%
	11 s.d 15 tahun	16	53.33%
	>15 tahun	26	20.00%
Jabatan Responden	Pemilik	7	23.33%
	Sekretaris	4	13.33%
	Manager	19	63.33%

Data yang telah dikumpulkan kemudian direkap dan diolah dengan menggunakan SPSS dan perhitungan excel. Kemudian direkap sesuai dengan dimensi masing-masing.Frekuensi dengan jawaban sangat tidak setuju (STS) memiliki nilai 1 disebut faktor penghambat dari penerapan manajemen kinerja. Tidak setuju (TS) memiliki nilai 2 , N memiliki nilai 3, S memiliki nilai 4, dan SS memiliki nilai 5. Semakin tinggi nilainya, maka faktor tersebut menjadi pendorong penerapan manajemen kinerja dalam perusahaan.

Tabel 2 Frekuensi Dimensi Visi Misi

Pertanyaan		**STS**	**TS**	**N**	**S**	**SS**
C1	**1**	0	20	6,7	66,7	6,7
	2	0	6,7	10	73,3	10
	3	3,3	40	16,7	30	10
	4	0	6,7	23,3	66,7	3,3
Total		**3,3**	**73,4**	**56,7**	**236,7**	**30**
Presentase Kumulatif		**0,825**	**18,35**	**14,175**	**59,175**	**7,5**

Berdasarkan data pada tabel 2, dapat dilihat bahwa pada dimensi visi misi, frekuensi setuju menunjukkan prosentase terbesr yaitu sebesar 59,175%. Ini membuktikan bahwa faktor dalam dimensi visi dan misi menjadi faktor pendorong dalam penerapan manajemen kinerja. Dengan adanya pengertian tentang visi dan misi perusahaan yang baik, optimisme bahwa perusahaan dapat mencapai visi misi yang telah ditetapkan, pemahaman karyawan terhadap visi misi perusahaan yang baik dapat mendorong penerapan manajemen kinerja di perusahaan.

Tabel 3 Frekuensi Dimensi Manusia

Pertanyaan		STS	TS	N	S	SS
C2	1	0	6,7	23,3	66,7	3,3
	2	0	0	10	70	20
	3	0	43,4	13,3	23,3	20
	4	0	6,7	10	66,7	16,7
	5	0	0	0	83,3	16,7
	6	0	43,3	16,7	30	10
	7	0	6,7	20	66,7	6,7
	8	0	0	16,7	33,3	50
Total		**0**	**106,8**	**110**	**440**	**143,4**
Presentase Kumulatif		**0**	**13,35**	**13,75**	**55**	**17,925**

Berdasarkan data pada tabel 3,dapat dilihat bahwa pada dimensi manusia, frekuensi setuju menunjukkan prosentase terbesar yaitu sebesar 55%. Ini membuktikan bahwa faktor dalam dimensi manusia menjadi faktor pendorong dalam penerapan manajemen kinerja.Dengan kinerja karyawan yang baik, mematuhi kebijakan dan peraturan dari perusahaan, hubungan antar karyawan yang terjalin baik, dan lain-lain mendorong penerapan manajemen kinerja di perusahaan.

Tabel 4 Frekuensi Dimensi Sumber Daya

Pertanyaan		STS	TS	N	S	SS
C3	1	0	3,3	50	36,7	10
	2	0	30	23,3	36,7	10
	3	0	3,3	53,3	33,3	10
	4	0	0	6,7	36,7	56,7
	5	0	0	6,7	50	43,4
	6	0	3,3	23,3	70	3,3
	7	30	26,7	13,3	23,3	6,7
Total		**30**	**66,6**	**176,6**	**286,7**	**140**
Presentase Kumulatif		**4,29**	**9,51**	**25,23**	**40,96**	**20,00**

Berdasarkan data pada tabel 4,dapat dilihat bahwa pada dimensi sumber daya, frekuensi setuju menunjukkan prosentase terbesar yaitu sebesar 40,96%. Ini membuktikan bahwa faktor dalam dimensi sumber daya menjadi faktor pendorong dalam penerapan manajemen kinerja.Dengan karyawan yang menggunakan sarana dan fasilitas dengan baik, kesigapan perusahaan untuk menyediakan fasilitas sarana dan prasarana yang dibutuhkan untuk bekerja dengan baik, dan waktu senggang kerja yang dapat diminimalisasi mendorong penerapan manajemen kinerja di perusahaan.

Tabel 5 Frekuensi Dimensi Manajemen

Pertanyaan		STS	TS	N	S	SS
C4	1	3,3	3,3	6,7	73,3	13,3
	2	3,3	33,3	20	33,3	10
	3	0	10	43,3	36,7	10
	4	0	6,7	16,7	73,3	3,3
	5	0	0	0	73,3	26,7
Total		**6,6**	**53,3**	**86,7**	**289,9**	**63,3**
Presentase Kumulatif		**1,32**	**10,66**	**17,34**	**57,98**	**12,66**

Berdasarkan data pada tabel 5,dapat dilihat bahwa pada dimensi manajemen, frekuensi setuju menunjukkan prosentase terbesar yaitu sebesar 57,98%. Ini membuktikan bahwa faktor dalam dimensi manajemen menjadi faktor pendorong dalam penerapan manajemen kinerja. Dengan persiapan strategi jangka pendek dan jangka panjang yang baik, metode yang dapat memacu karyawan bekerja lebih giat, dan pengetahuan tentang produk di perusahaan dan perusahaan lain yang baik mendorong penerapan manajemen kinerja di perusahaan.

IMPLIKASI MANAJERIAL

Implikasi Manajerial dari riset ini dapat diketahui bahwa sebaiknya pemilik perusahaan menyadari akan pentingnya penerapan pengukuran kinerja dalam perusahaan yang dimilikinya. Dari hasil riset yang dilakukan dimensi seperti visi dan misi, manusia, sumber daya, dan manajemen merupakan factor yang dapat mendorong diterapkannya manajemen kinerja pada perusahaan.

Pemilik perusahaan perlu memberikan perhatian pada dimensi-dimensi tersebut, seperti secara tertulis telah menentukan visi dan misi yang akan dicapai perusahaan sebagai target pencapaian, untuk kemudian memperhatikan manusia sebagai salah satu sumber daya perusahaan yang mampu mempengaruhi kinerja perusahaan, dan selanjutnya mengoptimalkan seluruh sumber daya lain yang dimiliki perusahaan, sehingga pemilik selaku pemegang kendali perusahaan mampu menerapkan sistem manajemen yang baik. Setelah dimensi tersebut diperhatikan, pemilik ada baiknya tetap melakukan pengukuran kinerja sekala berkala terhadap performansi perusahaannya, agar target dan tujuan yang telah ditetntukan dapat tercapai.

SIMPULAN

Artikel ini menyajikan empat dimensi penerapan manajemen kinerja.Keempat dimensi tersebut menjadi faktor pendorong dalam penerapan manajemen kinerja di perusahaan.dimensi visi dan misi, dimensi manusia, dimensi sumber daya, dan dimensi manajemen mendorong penerapan kinerja yang baik.Dengan menggunakan analasis frekuensi, diketahui bahwa pada setiap pertanyaan untuk masing-masing dimensi, presentase tertinggi adalah setuju.Ini menunjukkan bahwa keempat dimensi merupakan faktor-faktor yang dianggap sebagai faktor pendukung dalam penerapan manajemen kinerja.

DAFTAR PUSTAKA

Aulia, F, R,.(2012). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Balai Besar Kesehatan dan Keselamatan Kerja Makassar. Makassar: Ilmu Administrasi Universitas Hasanuddin.

Behn .R.D. (2003).Why measure Performance? Different Purposes Require Different Measures, Public Administration review, Vol. 60, No. 5

Douglas B. Currivan. (2000). The Causal Order Of Job Satisfaction And Organizational Commitment In Models Of employee Turnover. Universityof Massachussets: Boston

Giri, Efraim Ferdinan. Januari-April 1998. "Balanced Scorecard: Suatu Sistem Pengukuran Kinerja Strategik." Kajian Bisnis, No 13, 35-46.

Gomes, F.C. (1995) Manajemen Sumber Daya Manusia, Andi Offset,Yogyakarta

Iskandar.(2013). *Wirausaha*. Retrieved November 11, 2013, from http://www.iskandarst.com/kenapa-usaha-kecil-menengah-sering-bangkrut/

Nugroho, Rakhmat,.(2006). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Karyawan (Studi Empiris pada PT. Bank Tabungan Negara (Persero, Cabang Bandung). Semarang: Magister Manajemen Universitas Diponegoro

Pengukuran Kinerja. (2011). Retrieved November 11, 2013, from http://id.wikipedia.org/wiki/Pengukuran_kinerja

Royani., (2010). Hubungan Sistem Penghargaan dengan Kinerja Perawat dalam Melaksanakan Asuhan Keperawatan Di Rumah Sakit Umum Daerah Cilegon Banten. Depok: Magister Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia

Singh, J., W. Verbeke & G.K. Rhoads (1996), "Do organizational practices matter in role stress processes? A study of direct and moderating effects for marketing-oriented boundary spanners", Journal of Marketing, Vo. 60, pp.69-86.

Tarigan, A.F. (2011). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja Pegawai dalam organisasi sektor public (studi pada kantor pelayanan pajak pratama semarang tengah satu). Semarang: Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro

Verbeeten, M. (2008). Performance management practices in public sector organizations: impact on performance, Accounting, Auditing and Accountability Journal, 21: 427-454.

Royani., (2010). Hubungan Sistem Penghargaan dengan Kinerja Perawat dalam Melaksanakan Asuhan Keperawatan Di Rumah Sakit Umum Daerah Cilegon Banten. Depok: Magister Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia

Nugroho, Rakhmat,.(2006). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Karyawan (Studi Empiris pada PT. Bank Tabungan Negara (Persero, Cabang Bandung). Semarang: Magister Manajemen Universitas Diponegoro

Aulia, F, R,.(2012). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Balai Besar Kesehatan dan Keselamatan Kerja Makassar. Makassar: Ilmu Administrasi Universitas Hasanuddin.

Douglas B. Currivan. (2000). The Causal Order Of Job Satisfaction And Organizational Commitment In Models Of employee Turnover. Universityof Massachussets: Boston

Iskandar.(2013). *Wirausaha*. Retrieved November 11, 2013, from http://www.iskandarst.com/kenapa-usaha-kecil-menengah-sering-bangkrut/

Verbeeten, M. (2008). Performance management practices in public sector organizations: impact on performance, Accounting, Auditing and Accountability Journal, 21: 427-454.

Tarigan, A.F. (2011). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja Pegawai dalam organisasi sektor public (studi pada kantor pelayanan pajak pratama semarang tengah satu). Semarang: Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro

Singh, J., W. Verbeke & G.K. Rhoads (1996), "Do organizational practices matter in role stress processes? A study of direct and moderating effects for marketing-oriented boundary spanners", Journal of Marketing, Vo. 60, pp.69-86.

Faustino C. Gomes (1995) Manajemen Sumber Daya Manusia, Andi Offset,Yogyakarta

Giri, Efraim Ferdinan. Januari-April 1998. "Balanced Scorecard: Suatu Sistem Pengukuran Kinerja Strategik." Kajian Bisnis, No 13, 35-46.

Behn .R.D. (2003).Why measure Performance? Different Purposes Require Different Measures, Public Administration review, Vol. 60, No. 5

Pengukuran Kinerja. (2011). Retrieved November 11, 2013, from http://id.wikipedia.org/wiki/Pengukuran_kinerja

PENANGANAN RISIKO BERBASIS *TRACEABILITY* DALAM MENCIPTAKAN RANTAI PASOK MAKANAN YANG ROBUST

Dwi Iryaning Handayani[1]
[1]Jurusan Teknik Industri
Universitas Panca Marga Probolinggo
Jalan Yos Sudarso 107 Pabean Dringu Probolinggo 67271
Email: dwiiryaninghandayani@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Traceability dapat memberikan manfaat terhadap pengelolaan dan pengurangan risiko dalam menemukan sumber-sumber yang berpotensi menimbulkan risiko. *Traceability* dapat memberikan informasi yang cepat untuk mencegah, menemukan potensi risiko dan mengurangi risiko pada proses rantai pasok makanan. Tujuan penelitian ini melakukan upaya penanganan risiko dengan informasi sistem *traceability*. Tahapan penelitian yang di lakukan yaitu identifikasi risiko, traceability,analisis penilaian risiko, evaluasi risiko, penanganan risiko. Kejadian risiko pada rantai pasok minuman sari apel yang bisa ditangani dengan informasi sistem *traceability* terdapat 13 jenis risiko.Berdasarkan dari bobot risiko ditemukan satu risiko yang tergolong risiko tinggi, sedangkan risiko yang lainnya tergolong sedang dan rendah. Pengolahan risiko untuk rantai pasok makanan secara umum yang dilakukan dengan menggunakan *action plan* yaitu : Membuat standar operasi prosedur pada penerimaan, penyimpanan dan pengeluaran barang, Membuat prosedur pemesanan bagi konsumen, menyediakan transportasi, pengecekan kebun apel sebulan sebelum panen, membuat sistem finalty, membuat SOP pengadaan barang mulai pembelian sampai barang diterima. Pemberian sanksi, memberkan kode terhadap barang yang masuk. Membuat prosedur penyimpanan yang mudah dilaksanakan. Melakukan pengontrolan peralatan sebelum proses produksi berlangsung, pembuatan layout gudang , pengaturan tata letak gudang. Melakukan pengkodeaan terhadap galon sari buah, Intruksi kerja, memperjelas pengkodeaan dan training pengkodean, sistem kanban, pengaturan sistem distribusi.

Kata kunci: *traceability, risiko, rantai pasok, robust*

PENDAHULUAN

Banyak peneliti meyakini bahwa sistem *traceability* yang dimiliki perusahaan dapat memberikan manfaat terhadap pengelolaan dan pengurangan risiko. Hal ini sesuai dengan beberapa pernyataan peneliti yang berkenaan dengan manfaat *traceability*. Menurut Kher et al. (2010) *traceability* bermanfaat dalam menemukan sumber-sumber yang berpotensi menimbulkan risiko. Selain itu, manfaat sistem *traceability* dapat mengurangi risiko yang berbahaya dalam proses produksi dan dapat dengan cepat meresponnya, mengendalikan potensi yang berisiko tinggi agar dapat mencegah kejadian yang tidak terduga serta memperkuatpengendalian pada potensi yang berisiko (Koreshkov, 2009).

Li, (2009) menggunakan sistem *traceability* untuk memprediksikan risiko pada *productrecall*. Begitu juga dengan Bevilacqua et al. (2009) menyatakan bahwa produsen yang menyimpan bahan baku dan proses produksi memiliki potensi risiko pada pencampuran atau kehilangan identitas rantai produksi yang mungkin terjadi dapat diatasi dengan sistem *traceability*. Disamping itu tujuan sistem *traceability* dapat meningkatkan transparansi dalam rantai supplai, mengurangi risiko klaim, meningkatkan efisiensi (Miranda et al, 2003) dan manajemen risiko (Engelseth, 2009; Vanany, 2012)

Dari penelitian-penelitian sebelumnya dapat diketahui bahwa *traceability* dapat memberikan informasi yang cepat untuk mencegah, menemukan potensi risiko dan mengurangi risiko pada proses rantai pasok makanan. Namun demikian belum banyak penelitian yang membahas mengenai penaganan risiko rantai pasok makanan berdasarkan informasi *traceability.* Oleh karena itu beberapa upaya akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu melakukan upaya penanganan risiko baik dengan informasi sistem *traceability* maupun tindakan lainnya. Sehingga informasi *traceability* mereduksi risiko rantai pasok makanan.

Pada penelitian ini, perencanaan strategi mitigasi risiko pada tiap agen risiko dilakukan dengan *action plan* yang secara detail terdiri dari beberapa komponen yang perlu diperhatikan yaitu: (1) individual, orang yang melaksanakan dan bertanggung jawab, (2) *spesific*, memberikan penjelasan apa yang akan dilakukan, (3) *realistic*, apa yang akan dilakukan merupakan penyelesaian permasalahan. Harapannya dengan menggunakaan teknik *action plan* didalam melakukan mitigasi risko dapat mencapai penanganan yang tepat sehingga risiko yang pernah terjadi tidak terulang kembali.

METODE

Identifikasi Risiko Traceability

Proses identifikasi risiko dan penyebab risiko dilakukan dengan cara *literature review*, mengetahui kondisi perusahaan, proses bisnis perusahaan, data historis perusahaan, dan *stakeholder* perusahaan. *Stakeholder* inilah yang secara bersama-sama mendefinisikan tujuan dari penilaian risiko. Mekanisme yang digunakan dalam tahap identifikasi risiko adalah survey, melakukan *Focus Group Discussion* (FGD) dan wawancara kepada para *stakeholder*.

Analisis Penilaian Risiko

Analisis penilaian risiko dilakukan terhadap semua data potensi risiko yang bisa di tanggulangi dengan *traceability*. Penilaian risiko didapatkan dengan cara memberikan kuisioner kepada pihak perusahaan yang berwenang dan mengerti akan aktivitas *rantai pasok* perusahaan secara keseluruhan yaitu PPIC *Manager* dan *General Manager*. Selain kuisioner atau wawancara, analisis dan penilaian risiko juga bisa berdasarkan data historis yang ada.

Evaluasi Risiko

Pada tahap evaluasi risiko bertujuan untuk membuat keputusan berdasarkan hasil analisis risiko, yaitu menentukan penyebab risiko yang perlu diprioritaskan untuk mendapatkan mitigasi. Pada tahap ini menggunakan analisis pareto untuk menentukan tingkat prioritas penyebab risiko dengan mengetahui nilai ARP dari tiap-tiap penyebab risiko yang diurutkan dari penyebab risiko dengan nilai terbesar hingga penyebab risiko dengan nilai terkecil yang dapat terlihat dari diagram batang. Sedangkan akumulasi nilai dari masing-masing penyebab risiko mulai dari penyebab risiko dengan nilai terbesar sampai dengan nilai terkecil yang ditunjukkan oleh diagram garis yang ada. Sehingga diketahui penyebab risiko mana saja yang masuk kategori tinggi, risiko dan risiko rendah.

Penyebab risiko yang penanganannya diprioritaskan lebih dahulu merupakan penyebab risiko yang termasuk ke dalam risiko tingkat tinggi dengan nilai kumulatif ARP sebesar 80% dari total nilai kumulatif ARP seluruh penyebab risiko. Hal ini mengadopsi dari prinsip 80:20 pareto, yaitu melakukan penanganan terhadap sebagian kecil risiko yang menghasilkan sebagian besar dampak dari keseluruhan dampak yang ditimbulkan oleh keseluruhan risiko. Teknik yang digunakan pada tahap ini menggunakan QFD, yang dilakukan pada fase matriks rumah kualitas yaitu matriks HOQ *(House Of Quality*), dengan merubah fungsi HOQ dari *tool* perencanaan produk menjadi *tool* analisa risiko menjadi HOR *(House of Risk)*. HOR digunakan untuk menentukan prioritas penyebab risiko yang terjadi agar mendapatkan mitigasi sebagai pencegahan di kemudian hari (Pujawan dan Geraldin, 2009).

Penanganan Risiko

Pada tahap ini dilakukan perencanaan terhadap mitigasi terhadap penyebab risiko yang berdasarkan pada prioritas risiko, mitigasi yang dilakukan melalui informasi sistem *traceability* dan tindakan lainnya. Perencanaan mitigasi menggunakan *action plan* dalam memperjelas penanggulangan risiko yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Risiko yang direduksi dengan *traceability*

Jenis risiko yang akan ditangani lebih lanjut merupakan jenis risiko yang bisa direduksi dengan *traceability*. Risiko yang bisa direduksi dengan *traceability* merupakan suatu kejadian risiko yang dapat ditelusuri dengan cara: 1) mengidentifikasi dan memberikan variabel produk pada setiap lokasi, 2) mengambil dan merekam data *traceability*, 3) manajemen yang terhubung dan 4) mengkomunikasikan data *traceability* (ECR, 2004). Adapun risiko yang dapat direduksi dengan *traceability* selengkapnya pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis risiko yang bisa di reduksi *traceability*

No	Kejadian Risiko	Bobot
1	Jumlah bahan baku dan produk yang ada digudang tidak sesuai dengan yang ada di database perusahaan	35
2	Kekurangan barang dan bahan baku digudang	140
3	Keterlambatan penerimaan bahan baku	78
4	Ketidak sesuaian barang yang dipesan	36
5	Material busuk	72
6	Sari buah rusak digudang	49
7	Sari apel tercampur dengan benda lainnya	42
8	Kesalahan dalam pengambilan galon sari buah yang tidak bersifat FIFO	65
9	Kualitas produk tidak sesuai	60
10	Kesalahan memberikan identitas	15

No	Kejadian Risiko	Bobot
11	Produk rusak digudang	52
12	Kesalahan pengangkutan produk	48
13	Produk cacat dalam perjalanan	36

Penyebab Risiko

Perhitungan nilai prioritas didapatkan dengan cara seperti FMEA, akan tetapi nilai *detection* pada FMEA diganti dengan nilai korelasi atau keterkaitan antara penyebab risiko dengan kejadian risiko. Nilai *severity*, *occurance*, dan hubungan keterkaitan antara penyebab dan kejadian risiko digunakan untuk menghitung nilai prioritas. Perhitungan ini dengan mengalikan ketiga variabel tersebut yang disebut dengan *aggregat risk potential* (ARP) dari penyebab risiko. Penyebab risiko yang akan di buat strategi mitigasinya merupakan penyebab risiko yang dapat dimitigasi dengan *traceability*.

Dari perhitungan nilai indeks prioritas risiko didapatkan urutan risiko yang memiliki prioritas yang terbesar sampai yang terkecil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2. Tidak semua penyebab risiko dilakukan mitigasi dengan sistem *traceability* akan tetapi mitigasi yang dilakukan dengan strategi lainnya. Strategi mitigasi yang dimaksud disini adalah tindakan aksi yang dirancang untuk mengurangi dampak dari suatu penyebab risiko yang dapat dilakukan sebelum risiko itu terjadi. Mitigasi menggunakan *action plan* pada masing-masing risiko dan penyebab risiko.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Aggregat Risk Potential

Kode	*Penyebab Risiko*	ARP	*Rangking*
T1	Tidak ada prosedur kerja sales	504	1
T5	Kurang memperhatikan prosedur penyimpanan	441	2
T8	Inspeksi dilakukan di akhiri proses	378	3
T9	Kesalahan komposisi bahan baku	378	3
T3	Tidak ada prosedur penyimpanan	324	4
T4	mengabaikan standar kualitas penerimaan bahan baku	324	4
T7	prosedur pengambilan	315	5
T6	Penandaan yang kurang jelas	270	6
T10	Kesalahan letak penyimpanan	252	7
T11	prosedur pengambilan	162	8
T12	kelebihan persediaan	135	9
T2	Tidak memperhatikan standar kualitas	45	10

Penanganan Risiko

Pada tahap ini menjelaskan keterkaitan strategi dalam menagani risiko. Perancangan strategi ini bertujuan untuk menangani risiko yang timbul pada rantai pasok perusahaan. Adapun deskripsi untuk menangani risiko dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi Penanganan risiko

Risiko	Mitigasi	Penjelasan
Jumlah bahan baku dan produk yang ada digudang tidak sesuai dengan yang ada di database perusahaan	Membuat standar operasi prosedur pada penerimaan, penyimpanan dan pengeluaran	SOP ini untuk mengetahui jumlah produk yang masuk digudang dan persediaan digudang serta produk yang keluar.
Kekurangan produk dan bahan baku digudang	Membuat prosedur pemesanan bagi konsumen	Prosedur pemesanan bagi konsumen yang terkait dengan waktu dan jumlah produk.
Keterlambatan penerimaan material	Menyediakan transportasi, pengecekan kebun apel sebulan sebelum panen, Membuat sistem sanksi	Perusahaan akan menyediakan transportasi dalam pengeriman bahan baku apabila keterlambatan supplier mempunyai kendala dalam hal transportasi Memastikan bahwa kebun apel siap panen Memberikan sanksi bagi supplier yang terlambar dalam pengiriman
Ketidak sesuaian barang yang dipesan	SOP pengadaan barang (pembelian sampai barang diterima)	Prosedur yang berkaitan dengan barang spesifikasi barang yang dipesan dan kesepakatan apabila barang yang dipesan tidak sesuai dengan spesifikasinya
Material busuk	Pemberian sanksi, memberkan kode terhadap barang yang masuk,	Bahan baku sebelum masuk gudang diberikan kode nama supplier dan tanggal masuk, jenis

	membuat prosedur penyimpanan	buah, kondisi buah dan nama pekerja yang menerima.
Sari buah rusak digudang	Membuat prosedur penyimpanan yang mudah dilaksanakan	Prosedur ini berisi tentang suhu ruangan yang digunakan, cara menempatkan galon sari buah sesuai dengan layout gudang dan cara pengambilan dari gudang
Tercampurnya Sari apel dengan benda lain	Melakukan pengontrolan peralatan sebelum proses produksi berlangsung. Melakukan inspeksi pada awal proses, pertengahan dan akhir produk jadi	Inspeksi dilakukan pada peralatan produksi dan proses produksi
Kesalahan pengangkutan produk	Pembuatan tataletak gudang	Tata letak gudang untuk membedahkan penempatan produk dan memudahkan dalam pengambilan, tataletak ini diberikan tanda pada masing-masing produk yang berbeda
Kesalahan dalam pengambilan sari buah yang tidak bersifat FIFO	Pengaturan tata letak gudang Melakukan pengkodeaan terhadap galon sari buah	Tata letak gudang sari buah untuk mempermudah pengambilan yang bersifita FIFO Sari buah sebelum masuk gudang diberikan kode untuk mengetahui tanggal pemerasan buah, team kerja yang melakukan proses pemerasan buah dan kondisi sebelum dimasukan ke gudang
Kualitas produk tidak sesuai	Intruksi kerja	Instruksi kerja ini berkaitan dengan proses produksi misalnya komposisi bahan baku, suhu, peralatan proses produksi dll
Kesalahan memberikan identitas	Memperjelas pengkodeaan dan training pengkodean	Arti dari kode diperjelas agar semua tenaga kerja dapat memahami, selain itu melakukan training berkenaan dengan pemahaman pengkodean tersebut
Produk rusak digudang	Sistem kanban	Barang yang masuk ke gudang sebelumnya di cek kwalitasnya serta jumlah produk yang masuk gudang. Apabila bebas cacat maka diberi tanda untuk
Produk rusak digudang	Sistem kanban	menandakan bahwa produk tersebut layak dimasukkan gudang. Ketika produk berada digudang cara memperlakukan produk dalam penempatan produk di gudang.
Produk cacat dalam perjalanan	Pengaturan sistem distribusi	Menentukan transportasi yang digunakan dan memberikan kode pada sales yang mendistribusikan produk, mengetahui kapasitas kendaraan dan memgatur perlakuan terhadap produk ketika pengangkutan di kendaraan dan pembongkaran.

Data *Traceability* dalam Mitigasi Risiko

Pada tahap ini menjelaskan data *traceability* yang di butuhkan dalam melakukan mitigasi terhadap risiko yang terjadi. Data *traceability* merupakan suatu bagian dari mitigasi untuk mempermudah dan memperjelas dalam melakukan penanganan risiko. Selain data *traceability* pada *action plan* dilengkapi dokumen kendali untuk menunjang mitigasi yang dilakukan pada masing-masing risiko yang muncul. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3 yang menjelaskan data *traceability* dan dokumen dalam mendukung mitigasi yang akan dilakukan untuk menanggulangi risiko.

Tabel 3. Data *Traceability* dalam Mitigasi Risiko

Mitigasi	Data *traceability*	Dokumen kendali
Membuat standar operasi prosedur pada penerimaan, penyimpanan dan pengeluaran	Nama produk, tanggal kedatangan gudang, jumlah barang yang masuk, jumlah barang yang keluar	Kartu *stock* di gudang, data kebutuhan bahan baku, data pengiriman produk, data permintaan, dokumen *stock opname*
Membuat prosedur pemesanan bagi konsumen	Data permintaan, ketersediaan barang dan bahan baku digudang, kapasitas produksi	Lembar pengesahan jumlah barang masuk. Lembar pengesahan jumlah yang akan diproduksi, dokumen persediaan, ketersediaan barang dan

		bahan baku,.
Membuat prosedur pemesanan bagi konsumen	Data permintaan, ketersediaan barang dan bahan baku digudang, kapasitas produksi	lembar pengesahan jumlah barang yang keluar
Menyediakan transportasi, pengecekan kebun apel sebulan sebelum panen, membuat sistem sanksi	Spesifikasi barang yang akan dikirim, Jenis kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan, Jadwal kebutuhan bahan baku, Jadwal pengiriman	Dokumen perjanjian, laporan pengiriman, Ceklist rimender
SOP pengadaan barang (pembelian sampai barang ditrima)	Jenis barang, kuantitas, harga	Dokumen perjanjian pemesanan barang
Membuat prosedur penyimpanan, melakukan pengkodean terhadap barang yang masuk, pemberian sanksi	Supplier (XX), tanggal masuk (DDMM), expired (ddmm), kondisi awal (B/C/K)	Kartu stok gudang, data kebutuhan bahan baku, petunjuk kode *traceability*, dokumen laporan pengecekan
Pengkodeaan sari buah masuk gudang	Supplier (XX), tanggal masuk (DDMM), expired (ddmm), kondisi awal (B/C/K)	Petunjuk kode *traceability*, kartu stok gudang, data kebutuhan bahan baku, laporan pengecekan
Membuat prosedur penyimpanan yang mudah dilaksanakan	Suhu ruangan, penempatan bahan baku sari buah, cara pengambilan	Petunjuk penempatan peletakkan, petunjuk pengambilan dari gudang, petunjuk pemakain suhu ruangan
Perencanaan pembuatan layout gudang	Jenis produk, lokasi produk, tanggal produksi	Petunjuk kode *traceability*, petunjuk pengambilan produk dari gudang, laporan produksi, data permintaan.
Pengaturan tata letak gudang, melakukan pengkodean terhadap galon sari buah	Tanggal masuk, kode area gudang, kondisi sari buah	Petunjuk pengambilan sari buah dari gudang, petunjuk kode *traceability*
Pengontrolan peralatan sebelum proses produksi berlangsung Pengontrolan dilakukan pada awal, pertengahan dan akhir produksi	Cek kebersihan peralatan, nama operator yang bekerja,	Cek list terhadap kebersihan
Intruksi kerja	Komposisi pemakaian bahan baku dalam proses produksi, suhu yang digunakan dalam proses produksi, komposisi pencampuran bahan	Petunjuk pemakaian bahan baku, petunjuk komposisi campuran bahan penunjang, petunjuk proses produksi
	penunjang, kode team kerja, kode sari buah peras	
Memperjelas pengkodeaan dan training pengkodean	Pedoman pengkodean	Dokumen kode dan artinya
Sistem kanban	Penandaan pada barang yang bagus masuk gudang, TK yang mendistribusikan di gudang, kapasitas gudang, prosedur penyimpanan, jumlah barang yang masuk gudang	Pedomana pengeloalan gudang dan petunjuk penyimpanan
Pengaturan sistem distribusi	Nama yang mendistribusikan, jenis kendaraan yang mengangkut barang, tujuan pengiriman dan kuantitas pengiriman	Prosedur pengangkutan dan Pedomana dalam memerlakukan produk

Pengontrolan dalam Melakukan Mitigasi dengan *Traceability*

Pengontrolandidalam melakukan mitigasi risiko merupakan sebuah pengendalian didalam melaksanakan aksi mitigasi untuk risiko yang terjadi pada rantai pasok makanan. Penjelasan secara detail apa saja yang akan dilakukan untuk melaksanakan mitigasi risiko dijelaskan pada tahap pengontrolan sehingga mempermudah didalam pelaksanaannya.

Tabel 3. Pengontrolan dalam Melakukan Mitigasi dengan *Traceability*

Mitigasi	Pengontrolan	Sasaran
Membuat standar operasi prosedur pada penerimaan, penyimpanan dan	Memeriksa produk yang masuk dan produk yang keluar di gudang	Tidak ada perbedaan jumlah barang dengan data yang tersimpan

pengeluaran	Memeriksajumlah kerusakan barang di gudang	
	Memeriksa kelayakan gudang	
Membuat prosedur pemesanan bagi konsumen	Pengecekan jumlah produk , bahan baku digudang	Ketersediaan barang ketika dibutuhkan
Menyediakan transportasi Pengecekan kebun apel sebulan sebelum panen Membuat sistem sanksi	Melakukan konfirmasi kepastian pengiriman	Tidak terjadi keterlambatan penerimaan barang
	Konfirmasi sebelum pengiriman	
SOP pengadaan barang (pembelian sampai barang ditrima)	Melakukan konfirmasi spesifikasi barang yang dipesan sebelum barang dikirm	Barang sesuai dengan pesanan
Membuat prosedur penyimpanan Melakukan pengkodean terhadap barang yang masuk Pemberian sanksi	Memastikan proses FIFO berjalan dengan benar	Jumlah bahan baku yang busuk
	Mameriksa kondisi buah	
Membuat prosedur penyimpanan yang mudah dilaksanakan	Memeriksa masa kadarluarsa bahan	Meminimalkan kerusakan sari buah
	Memastikan penempatan sari buah sesuai	
	Memastikan suhu ruangan sesuai dengan aturan	
	Memastikan proses FIFO berjalan dengan benar	
Perencanaa pembuatan layout gudang produk	Produk yang diangkut sesuai berdasarkan lokasi produk	Berkurangnya kesalahan pengangkutan produk
Pengaturan tata letak gudang bahan baku Melakukan pengkodean terhadap galon sari buah	Memeriksa tanggal masuk sari buah	Pengambilan sari buah digudang bersifat FIFO
Intruksi kerja	Mengecek kualitas produk sari apel	Kualitas sari apel
	Mengontrol pemakaian komposisi bahan baku	
	Mengontrol peralatan proses produksi	
	Mengontrol pada saat proses produksi berlangsung	
Memperjelas pengkodeaan dan training pengkodean	Memeriksa pemberian pengkodean produksi	Kesesuaian kode produksi
Pengelolaan dan pemeliharaan gudang	Memeriksa produk di gudang	Meminimalkan barang penyok dan kualitas produk terjaga
Pengaturan sistem distribusi	Melakukan konfirmasi terhadap distributor	Meminimalkan produk cacat dalam perjalanan

KESIMPULAN

Kejadian risiko pada rantai pasok minuman sari apel yang bisa ditangani dengan informasi sistem *traceability* terdapat 13 jenis risiko.Berdasarkan dari bobot risiko ditemukan satu risiko yang tergolong risiko tinggi, sedangkan risiko yang lainnya tergolong sedang dan rendah. Pengolahan risiko untuk rantai pasok makanan secara umum yang dilakukan dengan menggunakan *action plan* yaitu : Membuat standar operasi prosedur pada penerimaan, penyimpanan dan pengeluaran barang, Membuat prosedur pemesanan bagi konsumen, menyediakan transportasi, pengecekan kebun apel sebulan sebelum panen, membuat sistem finalty, membuat SOP pengadaan barang mulai pembelian sampai barang diterima. Pemberian sanksi, memberkan kode terhadap barang yang masuk. Membuat prosedur penyimpanan yang mudah dilaksanakan. Melakukan pengontrolan peralatan sebelum proses produksi berlangsung, pembuatan layout gudang , pengaturan tata letak gudang. Melakukan pengkodeaan terhadap galon sari buah, Intruksi kerja, memperjelas pengkodeaan dan training pengkodean, sistem kanban, pengaturan sistem distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

Bevilacqua, M, Ciarapica, F,E, dan Giacchetta, G., (2009), *Business process reengineering of a supply chain and a traceability system*, A case study, Journal of Food Engineering, 93 (1), 13-22.

Engelseth, P., (2009), *Food product traceability and supply network integration*, The Journal of Business and Industrial Marketing, 24 (5-6), 421-430

ERC (2004), ERC – *using traceability in the supply chain to meet consumer safety expectations*, available at: www.ecrnet.org/04 publications/blue books/pub 2004 traceability blue book. Pdf (di akses pada 21 November 2011).

Kher, S., Frewer, L.J., De Jonge, J. and Wentholt, M.T.A. (2010), *Experts'perspectives on the implementation of traceability in Europe*, British Food Journal, Vol. 112 No. 3, 2010, pp. 261-274

Miranda P. M. Meuwissen, Annet G. J. V., Henk Hogeveen., and Ruud B. M., (2003), *Traceability and Certification in Meat Supply Chains*, Journal of Agribusiness 21,2(Fall 2003):167S181.

Pujawan, I Nyoman, Geraldin (2009), *House of Risk: A model for proactive supply chain risk management*, Business Process Management Jounal, Vol 15, No 6

Vanany,I., Pujawan,I.N.,Setyaningrum, P.,Iryaning, H.,(2012), *Business Process Approach For Traceability System*, International Conference on Intelligent Manufacturing and Logostics Systems.

ANALISIS PENGARUH MARKETING MIX TERHADAP KEPUTUSAN PEMBELIAN SAMSUNG GALAXY TAB

Rudy Vernando Silalahi[1], Laurence[2], Wilson[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan
Jl. M.H. Thamrin Boulevard Tangerang, 15811 Banten
Email: rudy.silalahi@uph.edu

ABSTRAKS
Memahami perilaku konsumen merupakan hal yang sangat penting setiap perusahaan dalam kegiatan pemasaran. Marketing Mix merupakan salah satu aspek yang paling penting yang dipertimbangkan oleh konsumen dalam membuat keputusan pembelian. Marketing Mix terdiri dari produk price, place serta promotion. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh marketing mix terhadap keputusan pembelian pengguna Samsung Galaxy Tab.Penelitian dilakukan dengan melakukan penyebaran kuesioner kepada para pengguna Samsung Galaxi Tab. Setelah data yang diperlukanterkumpul, selanjutnya dilakukan uji validitas dan realibilitas untuk mengetahui apakah data yang digunakan sudah valid dan realible. Langkah berikutnya adalah melakukan uji asumsi klasik, yang terdiri dari uji normalitas, uji multikolinearitas, dan uji heteroskedastisitas. Setelah dilakukan uji asumsi klasik, barulah melakukan uji regresi berganda untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari Marketing Mix terhadap keputusan pembelian Galaxi Tab. Hasil pengujian menunjukkan variabel product, price, place, dan promotion berpengaruh terhadap keputusan pembelian Galaxy Tab baik secara simultan maupun parsial, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa variabel product adalah variabel bebas dominan dalam pengaruhnya terhadap keputusan pembelian. Hasil uji persamaan regresi linear berganda pada penelitian ini adalah $Y = 0144 + 0{,}46X_1 + 0{,}433X_2 + 0{,}4X_3 + 0{,}276X_4$ *. Persamaan tersebut menunjukkan besarnya nilai pengaruh marketing mix terhadap keputusan pembelian Galaxy Tab.* Besar kontribusi variabel bebas yang terdiri dari *product* , *price*, *place*, dan *promotion* terhadap keputusan pembelian *Samsung Galaxy Tab* adalah sebesar 61,3%, *hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi sebesar 0,613,pengaruh lainnya sebesar 38,7% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dibahas pada penelitian ini.*

Kata kunci: *Galaxy Tab, Keputusan Pembelian, Marketing Mix*

PENDAHULUAN

Saat ini, persaingan di industri *tablet pc* sangat ketat. Berbagai vendor maupun merek –merek lokal maupun internasional berlomba untuk memasarkan*tablet pcproduksi* mereka, hal ini tentu saja membuat konsumen memiliki banyak pilihan untuk membeli *tablet pc*, namun di sisi lain hal tersebut juga membuat konsumen kesulitan untuk memilih *tablet pc* mana yang sesuai dengan mereka. Persaingan produk *tablet pc sangat* ketat sehingga produk-produk dari berbagai merek yang beredar di pasar memiliki kualitas yang hampir sama, tentu saja hal ini menimbulkan pertanyaan hal apakah yang mempengaruhi konsumenketika memutuskan untuk membeli t*ablet pc.Marketing Mix* merupakan sekumpulan alat pemasaran taktikal yang dikombinasikan oleh perusahaan untuk menghasilkan respons yang diinginkan oleh target pasar, Menurut Hermawan Kartajaya dalam bukunya yang berjudul "*Hermawan Kartajaya on Marketing Mix*", *marketing mix* merupakan aspek yang paling terlihat dari sebuah perusahaan dalam aktivitas pemasaran. Jika hanya memiliki tawaran bagus, tetapi tidak dapat mengkomunikasikannya ke pelanggan secara tepat, tetap saja tidak akan diminati pelanggan, dan juga sebagus apa pun cara suatu perusahaan mempromosikan tawaran tersebut, jika tidak menguasai saluran distribusi, pelanggan akan susah mengakses produk maupun jasa yang ditawarkan oleh pihak produsen dan menjadi tidak diminati oleh pelanggan. Salah satu merek dari *Tablet PC* yang cukup populer di kalangan masyarakat Indonesia adalah *Samsung Galaxy Tab*. Menurut survey yang dilakukan oleh *Top-Brand Awards* (www.topbrand-award.com), *Samsung Galaxy Tab* menduduki urutan pertama merek yang paling populer di Indonesia untuk kategori *tablet pc* pada tahun 2013, dengan persentase sebesar 37,6 %, diikuti oleh iPad dengan persentase 13,4 %, dan Acer Iconia dengan persentase sebesar 11,4 %.Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi pengaruh dari *marketing mix* yang terdiri dari *product, price,*

place, dan *promotion* terhadap keputusan pembelian dari pengguna produk Samsung Galaxy Tab serta menganalisis variabel *marketing mix* manakah yang paling mempengaruhi keputusan pembelian dari Samsung Galaxy Tab.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan serangkaian proses penelitian yang sistematis dan saling terkait dalam upaya untuk mencapai tujuan penelitian. Berikut ini akan diuraikan mengenai tahapan penelitian yang dilakukan :

1. Penelitian Pendahuluan
   Penelitian pendahuluan dilakukan dengan membaca jurnal – jurnal penelitian yang ada, selain itu dilakukan pengamatan mengenai perkembangan pasar di *tablet pc* dengan membaca artikel – artikel yang berhubungan dengan *tablet pc*, kemudian diangkat suatu permasalahan yang menjadi topik dalam hal ini adalah perilaku konsumen dilihat dari sisi *marketing mix* terhadap keputusan pembelian Samsung Galaxy Tab.
2. Pokok Permasalahan
   Pada tahap ini, permasalahan yang diangkat untuk diteliti yaitu mengenai perilaku konsumen yang dilihat pada sisi *marketing mix* dari pengguna produk *Samsung Galaxy Tab*.
3. Tujuan Penelitian
   Mengidentifikasi pengaruh dari *marketing mix* yang terdiri dari *product, price, place,* dan *promotion* terhadap keputusan pembelian dari pengguna produk Samsung Galaxy Tab serta menganalisis variabel *marketing mix* manakah yang paling mempengaruhi keputusan pembelian dari Samsung Galaxy Tab.
4. Pengumpulan Data
   Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data dengan cara menyebarkan kuesioner yang telah dirancang pada tahap sebelumnya sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Penyebaran kuesioner dilakukan secara *online* pada beberapa sosial media dan forum – forum tertentu yang berhubungan dengan Samsung Galaxy Tab.
5. Pengolahan Data
   Pengolahan data dari kuesioner yang telah dikumpulkan ini terdiri dari beberapa metode antara lain uji validitas, reabilitas, tabulasi, uji asumsi persamaan regresi, uji hipotesis yang terdiri dari uji-t, uji-F, uji regresi linear berganda, serta uji koefisien determinasi. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan program *software SPSS*.
6. Analisis dan Pembahasan
   Pada tahap ini, dilakukan analisis dan pembahasan dari pengolahan data yang telah dilakukan. Analisis pun berguna untuk memperoleh informasi – informasi yang dapat membantu untuk menjawab tujuan penelitian yang dilakukan.
7. Kesimpulan.
   Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan yang merupakan jawaban dilakukan penelitian,

PENGOLAHAN DATA

Berikut ini adalah data – data yang didapatkan dari 100 responden yang telah dikumpulkan :

Profil Responden

- Dari 100 responden yang ada, sebanyak 75% berjenis kelamin Pria.
- Umur responden yang terbanyak berada pada rentang 21 – 25 tahun, yaitu sebanyak 46%.
- Mayoritas responden bekerja sebagai karyawan yaitu sebanyak 45%, diikuti dengan mahasiswa sebanyak 32% responden.
- Responden kuesioner kebanyakan berdomisili di Jakarta dengan persentase 33 %
- Samsung Galaxy Tab yang dimiliki oleh responden cukup variatif, terdapat setidaknya lima jenis varian Samsung Galaxy Tab yang dimiliki oleh responden pengisi kuesioner. Sehingga jawaban responden yang berhubungan dengan *marketing mix* dari Samsung Galaxy Tab pun dapat dikatakan cukup variatif.
- Dari 100 responden pengisi kuesioner, 64 responden mengaku berpenghasilan < 5 juta rupiah, 26 responden mengaku berpenghasilan di antara 5 hingga 10 juta rupiah, sisanya berpenghasilan 11 juta rupiah ke atas.
- Kebanyakan responden menggunakan Galaxy Tab untuk *browsing internet* yaitu sebanyak 35%

Tabulasi Kuesioner *Marketing Mix*

Berikut ini adalah deskripsi pertanyaan dan hasil dari kuesioner *marketing mix* :

Variabel *Product*

$X_{1.1}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena layar sentuhnya yang responsive; $X_{1.2}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena tersedia ukuran layar yang diinginkan; $X_{1.3}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena adanya aksesoris pendukung yang lengkap; $X_{1.4}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena bentuknya yang tipis dan ringan; $X_{1.5}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena dukungan aplikasi yang lengkap dan mudah untuk didapatkan; $X_{1.6}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena tampilan layar yang berkualitas *H;* .$X_{1.7}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena tampilan yang sederhana dan mudah untuk dioperasikan; $X_{1.8}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena kualitas suara yang baik; $X_{1.9}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena daya tahan baterai yang cukup lama; $X_{1.10}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena memiliki *memory internal* yang cukup besar; $X_{1.11}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena layanan *After Sales* yang terjamin dan cepar dalam merespon pelanggan.

Variabel *Price*

$X_{2.1}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena harganya yang sesuai dengan kualitas yang ditawarkan.; $X_{2.2}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena harganya yang terjangkau.

Variabel place

$X_{3.1}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena toko penjualan yang memiliki banyak cabang; $X_{3.2}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena *service center* yang memiliki banyak cabang; $X_{3.3}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena produknya yang selalu dalam keadaan *ready stock*; $X_{3.4}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena adanya layanan pembelian *online* untuk *tablet pc/*aksesoris; $X_{3.5}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena mudah dalam mendapatkan segala informasi yang berhubungan.

Variabel Promotion

$X_{4.1}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena adanya program cicilan 0%; $X_{4.2}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena adanya program *cashback*; $X_{4.3}$: Anda membeli Samsung Galaxy Tab karena promo yang terdapat pada *outlet* tertentu.

Variabel Keputusan Pembelian

Y_1: Merek yang menunjukkan prestise berpengaruh ketika anda memutuskan untuk membeli Samsung Galaxy Tab; Y_2: Tipe/Varian tertentu berpengaruh ketika anda memutuskan untuk membeli Samsung Galaxy Tab; Y_3: Harga tertentu berpengaruh ketika anda memutuskan untuk membeli Samsung Galaxy Tab; Y_4: Rekomendasi dari lingkungan sekitar (teman, saudara,) berpengaruh ketika anda memutuskan untuk membeli Samsung Galaxy Tab.

Hasil jawaban dari 100 responden untuk setiap variabel pengukuran ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut

Tabel 1. Tabulasi variabel *product*

Item	Skor Jawaban					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
$\mathbf{X}_{1.1}$	4	7	20	53	16	**3.70**
$\mathbf{X}_{1.2}$	1	5	9	60	25	**4.03**
$\mathbf{X}_{1.3}$	2	18	29	42	9	**3.38**
$\mathbf{X}_{1.4}$	2	5	21	54	18	**3.81**
$\mathbf{X}_{1.5}$	1	4	8	51	36	**4.17**
$\mathbf{X}_{1.6}$	0	5	13	54	28	**4.05**
$\mathbf{X}_{1.7}$	0	4	6	66	24	**4.10**
$\mathbf{X}_{1.8}$	0	9	34	46	11	**3.59**
$\mathbf{X}_{1.9}$	4	10	27	47	12	**3.53**
$\mathbf{X}_{1.10}$	0	10	23	50	17	**3.74**
$\mathbf{X}_{1.11}$	2	10	37	40	11	**3.48**
Rata – Rata Variabel						**3.78**

Tabel 2. Tabulasi variabel *price*

Item	Skor Jawaban					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
$X_{2.1}$	0	3	17	71	9	**3.86**
$X_{2.2}$	0	10	31	50	9	**4.58**
Rata – Rata Variabel						**3.72**

Tabel 3.Tabulasi variabel *place*

Item	Skor Jawaban					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
$X_{3.1}$	2	12	23	49	14	**3.61**
$X_{3.2}$	2	7	22	54	15	**3.73**
$X_{3.3}$	4	14	36	39	7	**3.31**
$X_{3.4}$	5	25	28	38	4	**3.11**
$X_{3.5}$	3	7	17	62	11	**3.71**
Rata – Rata Variabel						**3.49**

Tabel 4. Tabulasi variabel *promotion*

Item	Skor Jawaban					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
$X_{4.1}$	11	34	21	25	9	**2.87**
$X_{4.2}$	12	32	28	20	8	**2.80**
$X_{4.3}$	10	24	24	36	6	**3.04**
Rata – Rata Variabel						**2.90**

Tabel 5. Tabulasi variabel Keputusan Pembelian

Item	Skor Jawaban					Rata - Rata
	1	2	3	4	5	
Y_1	7	10	16	51	16	**3.59**
Y_2	2	11	24	49	14	**3.62**
Y_3	4	7	17	53	19	**3.76**
Y_4	7	17	20	48	8	**3.33**
Rata – Rata Variabel						**3.57**

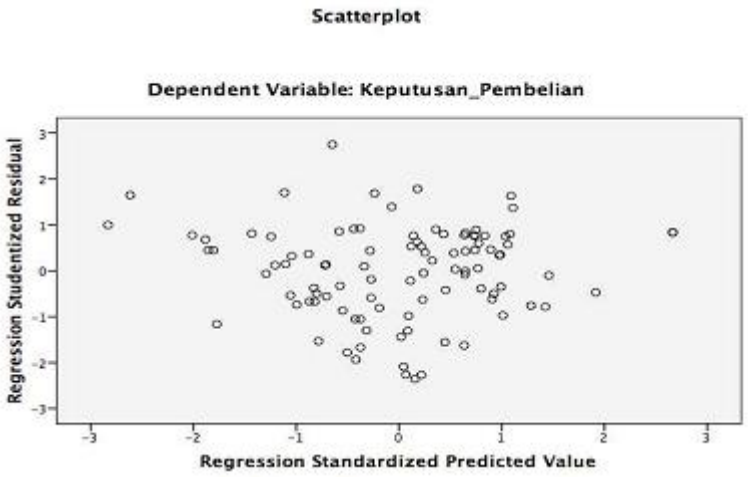
Hasil Pengujian Data

Berikut ini adalah hasil pengujian data dengan menggunakan SPSS yang meliputi uji asumsi persamaan regresi, uji-F, uji-t, Uji regresi linear berganda dan koefisien determinasi:

Tabel 6. Uji asumsi multikolinearitas

Variabel bebas	*Tolerance*	VIF	Keterangan
Product (X_1)	0,627	1,595	Non multikolinearitas
Price (X_2)	0,652	1,533	Non multikolinearitas
Place (X_3)	0,550	1,817	Non multikolinearitas
Promotion (X_4)	0,644	1,554	Non multikolinearitas

Berdasarkan hasil diatas, maka dapat disimpulkan bahwa model regresi pada penelitian ini memenuhi syaratmodel regresi yang baik karena tidak terjadi korelasi antara variabel bebas.



Gambar 1. Uji asumsi heteroskedastisitas

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa titik – titik yang menyebar sesuai dengan syarat yang telah ditentukan. Maka disimpulkan bahwa tidak terjadi Heteroskedastisitas.

Tabel 7. Uji asumsi normalitas
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Product	***Price***	***Place***	***Promotion***	**Keputusan - Pembelian**
N		100	100	100	100	100
Normal Parameters$_{a,,b}$	Mean	38.10	10.92	17.47	8.71	14.30
	Std. Deviation	5.212	1.768	3.622	3.099	3.027
Most Extreme Differences	Absolute	.102	.141	.112	.119	.191
	Positive	.078	.141	.112	.119	.116
	Negative	-.102	-.129	-.108	-.100	-.191
Kolmogorov-Smirnov Z		1.023	1.406	1.124	1.191	1.914
Asymp. Sog. (2-tailed)		.246	.068	.159	.117	.103

a. Test distribution is Normal.
b. Calculated from data.

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa pada baris nilai Sig secara keseluruhan melebihi dari 0,05, oleh karena itu data dinyatakan berdistribusi normal.

Hasil Uji-T

Uji ini digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel – variabel bebas yang terdiri dari *product*, *price*, *place* dan *promotion* terhadap keputusan pembelian secara parsial. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

H_0 : Tidak ada pengaruh yang signifikan antara variabel bebas yang terdiri dari *Product* (X_1), *Price* (X_2), *Place* (X_3) , dan *Promotion* (X_4) secara parsial terhadap variabel terikat yaitu keputusan pembelian (Y).

H_1 : Ada pengaruh yang signifikan antara variabel bebas yang terdiri dari Product (X_1), Price (X_2), Place (X_3) , dan Promotion (X_4) secara parsial terhadap variabel terikat yaitu keputusan pembelian (Y).

Kriteria pengambilan keputusan dari uji hipotesis ini adalah sebagai berikut : apabila nilai sig < 0,05 atau $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka tolak H_0, apabila nilai sig > 0,05 atau $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka terima H_0

Hasil pengujian akan dijabarkan sebagai berikut, berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan SPSS, dengan sampel 100, derajat kebebasan n-2 = 98, maka t tabel yang didapatkan sebesar 1,660551. Dari tabel t hitung yang terdapat pada kolom t dalam Uji Regresi Berganda, dapat dilihat bahwa :

- Untuk variabel *Product* (X_1), nilai t hitung adalah sebesar 5,792, karena t hitung yang didapatkan lebih besar (>) dibandingkan t_{tabel} (5,792 > 1,660) maka kesimpulan yang dapat diambil adalah tolak H_0, Secara parsial , variabel *Product* berpengaruh secara signifikan terhadap keputusan pembelian
- Untuk variabel *Price* (X_2), nilai t hitung adalah sebesar 5,942, karena t hitung yang didapatkan lebih besar (>) dibandingkan t tabel (5,942 > 1,660) maka kesimpulan yang dapat diambil adalah tolak H_0, Secara parsial , variabel *Price* berpengaruh secara signifikan terhadap keputusan pembelian
- Untuk variabel *Place* (X_3), nilai t hitung adalah sebesar 4,019, karena t hitung yang didapatkan lebih besar (>) dibandingkan t tabel (4,019 > 1,660) maka kesimpulan yang dapat diambil adalah tolak H_0, Secara parsial , variabel *Place* berpengaruh secara signifikan terhadap keputusan pembelian
- Untuk variabel *Promotion* (X_4), nilai t hitung adalah sebesar 4,853, karena t hitung yang didapatkan lebih besar (>) dibandingkan t tabel (4,853 > 1,660) maka kesimpulan yang dapat diambil adalah tolak H_0, Secara parsial , variabel *Promotion* berpengaruh secara signifikan terhadap keputusan pembelian

Tabel 8. Hasil uji –F

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	321.332	4	80.333	13.031	.000[a]
	Residual	585.668	95	6.165		
	Total	907.000	99			

a. Predictors: (Constant), Promotion, Product, Price, Place

b. Dependent Variable: Keputusan_Pembelian

Dari pengolahan yang dilakukan dengan program SPSS, nilai F tabel yang didapatkan adalah sebesar 13,301 dengan nilai sig 0,000. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa nilai dari F hitung > F tabel (13,301 > 3,0892). Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis yang menyatakan bahwa variabel *product, price, place* dan *promotion* berpengaruh signifikan terhadap keputusan pembelian secara simultan.

Tabel 9. Regresi linear berganda

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standarized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.144	.273		.525	.212
	Product	.460	.079	.435	5.792	.000
	Price	.433	.074	.460	5.942	.006
	Place	.400	.036	.523	4.019	.019
	Promotion	.276	.025	.515	4.853	.002

a. Dependent Variable: Keputusan_Pembelian

Tabel 10. Koefisien determinasi

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.783[a]	.613	.605	.348

a. Predictors: (Constant), Promotion, Product, Price, Place

Untuk uji koefisien determinasi pada penelitian ini, nilai R yang didapatkan yaitu sebesar 0.783, sedangkan nilai R kuadrat yang didapatkan adalah 0.613. Nilai r kuadrat sebesar 0,613 menunjukkan variabel *product, price, place,* dan *promotion* mampu memberikan kontribusi keputusan pembelian pengguna *Samsung Galaxy Tab* sebesar 61,30 %, sementara sisanya sebesar 38,70% dijelaskan oleh faktor lain selain empat variabel *marketing mix* yang diteliti.Nilai R sebesar 0,783 menunjukkan hubungan yang kuat antara variabel bebas yang terdiri dari *product, price, place,* dan *promotion* terhadap variabel terikat yaitu keputusan pembelian.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan skala likert sebagai satuan pengukuran, dimana nilai skor tekecil yaitu 1(Sangat Tidak Setuju), 2 (Tidak Setuju), 3 (Ragu – Ragu), 4 (Setuju), dan 5 (Sangat Setuju). Nilai rata- rata jawaban untuk setiap variabel menunjukkan respon yang positif oleh responden karena nilai rata – rata yang berada diatas angka 3 dimana hal tersebut mengarah ke jawaban setuju oleh konsumen, kecuali variabel *promotion* yang masih berada pada angka rata – rata 2.9 dimana hal tersebut menyatakan keragu – raguan dari responden apakah elemen *promotion* dari Samsung Galaxy Tab cukup menarik perhatian mereka.Dari hasil pengujian asumsi regresi yang terdiri dari Uji multikolinearitas, Uji heterokedastisitas, dan Uji Normalitas menunjukkan bahwa model regresi linear berganda yang dihasilkan memenuhi syarat sebagai model regresi linear yang baik. Nilai VIF yang berada di bawah 10 pada uji multikolinearitas menunjukkan bahwa tidak terjadi masalah multikolinearitas pada model regresi linear berganda penelitian. Pada uji heterokedastisitas, dapat dilihat pada gambar *scatterplot* bahwa sebaran titik – titik menyebar secara acak diatas dan bawah sumbu y. Dilihat pada uji asumsi normalitas, dapat dilihat bahwa data berdistribusi normal karena nilai sig yang melebihi 0.05. Hasil pengujian asumsi regresi menyatakan bahwa model hipotesis yang dibuat dapat digunakan untuk pembentukan regresi.

Uji-F dan Uji-t dilakukan untuk mengetahui apakah variabel yang terdiri dari *product, price, place* dan *promotion* memiliki pengaruh yang signifikan secara parsial maupun simultan terhadap keputusan pembelian dari Samsung Galaxy Tab. Pada Tabel hasil Uji-F , nilai perhitugan yang didapat yaitu 13,031 dimana nilai tersebut melebihi nilai dari F-tabel yaitu 3,0892 sehingga kesimpulan yang dapat diambil yaitu *product, price, place* dan *promotion* berpengaruh signifikan terhadap keputusan pembelian secara simultan. Pada nilai uji-t, nilai t-hitung dari masing – masing variabel juga melebihi t-tabel (1,660) yang menyatakan bahwa variabel *product, price, place* dan *promotion* juga berpengaruh signifikan terhadap keputusan pembelian Samsung Galaxy Tab secara parsial.

Persamaan regresi linear berganda yang didapatkan dari hasil pengujian adalah sebagai berikut :

$$Y = 0.144+0.46_{X1}+0.433_{X2}+0.4_{X3}+0.276_{X4} \quad (1)$$

Keterangan :
X1 : Variabel *Product*
X2 : Variabel *Price*
X3 : Variabel *Place*
X4 : Variabel *Promotion*
Y : Variabel Keputusan pembelian

Persamaan regresi diatas dibentuk berdasarkan hasil pengujian regresi linear berganda dengan SPSS yang diambil dari kolom B (lihat tabel). Koefisien regresi pada setiap variabel bebas yang terdapat pada persamaan tersebut bertanda positif, hal ini berarti bahwa variabel bebas mengalami perubahan skala likert, maka variabel terikatnya yaitu keputusan pembelian akan mengalami perubahan sesuai dengan nilai koefisien regresi tersebut.

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh nilai konstanta sebesar 0,144, Hal tersebut menjelaskan bahwa jika tidak ada variabel bebas *marketing mix* yang terdiri dari *product, price, place* dan *promotion,* maka besarnya pengaruh variabel diluar keempat variabel tersebut terhadap keputusan pembelian sebesar 0,144.

Variabel *Product* memperoleh koefisien variabel bebas (b_1) sebesar 0,46, dimana apabila terdapat perubahan skala likert dari pengukuran variabel *product*, keputusan pembelian akan mengalami perubahan sebesar 0,46. Variabel bebas ini memiliki nilai yang paling besar dari ketiga variabel lainnya dan menjadi variabel bebas yang paling dominan dalam mempengaruhi keputusan pembelian Galaxy Tab.Variabel *Price* memperoleh koefisien variabel bebas (b_2) sebesar 0,433, dimana apabila terdapat perubahan skala likert dari pengukuran variabel *price*, keputusan pembelian akan mengalami perubahan sebesar 0,423.Variabel *Place* memperoleh koefisien variabel bebas (b3) sebesar 0,4, yang artinya apabila terdapat perubahan skala likert dari pengukuran variabel *place*, keputusan pembelian akan mengalami perubahan sebesar 0,4.Variabel terakhir yaitu *Promotion* memperoleh koefisien variabel bebas (b4) sebesar 0,276, yang artinya apabila terdapat perubahan skala likert dari pengukuran variabel *promotion*, keputusan pembelian akan mengalami perubahan sebesar 0,276.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. *Marketing Mix* yang terdiri dari *Product* (X_1), *Price* (X_2), *Place* (X_3) dan *Promotion* (X_4) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Keputusan Pembelian (Y) dari *Samsung Galaxy Tab* secara bersama – sama. Hal ini dibuktikan oleh uji F yang membuktikan hipotesis tersebut, sehingga model dari regresi linear berganda yang didapatkan dari penelitian ini dapat digunakan untuk memprediksi keputusan pembelian dari Samsung Galaxy Tab berdasarkan variabel bebas pada penelitian.

2. Keempat variabel bebas dari penelitian yang terdiri dari : *Product*, *Price*, *Place*, dan *Promotion* mempunyai pengaruh yang positif terhadap variabel terikat yaitu Keputusan Pembelian dari Samsung Galaxy Tab. Hal ini diartikan bahwa setiap terjadi kenaikan dari variabel bebas, akan diikuti juga kenaikan variabel terikat.
3. Besar kontribusi variabel bebas yang terdiri dari : *Product* , *Price*, *Place*, dan *Promotion* terhadap keputusan pembelian *Samsung Galaxy Tab* adalah sebesar 61,3%. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi sebesar 0,613. Pengaruh lainnya sebesar 38,7% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dibahas pada penelitian ini.
4. *Product*, *Price*, *Place*, dan *Promotion* memiliki pengaruh yang signifikan secara parsial terhadap keputusan pembelian dari *Samsung Galaxy Tab*. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian hipotesis dimana nilai dari t hitung tiap variabel memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan nilai dari t_{tabel}.
5. Persamaan regresi berganda yang dihasilkan dalam penelitian ini yaitu $Y = 0{,}144 + 0{,}46X_1 + 0{,}433X_2 + 0{,}4X_3 + 0{,}276X_4$, dimana persamaan tersebut menjelaskan besarnya pengaruh variabel *marketing mix* dan variabel diluar *marketing mix* terhadap keputusan pembelian dari Samsung Galaxy Tab. Variabel *product* memberikan pengaruh sebesar 0,46 terhadap keputusan pembelian (Y), variabel *price* memberikan pengaruh sebesar 0,433 terhadap keputusan pembelian (Y), variabel *place* memberikan pengaruh sebesar 0,4 terhadap keputusan pembelian (Y) dan variabel *promotion* memberikan pengaruh sebesar 0,276 terhadap keputusan pembelian (Y).
6. Berdasarkan pada persamaan regresi linear berganda yang dihasilkan, variabel dari *marketing mix* yang paling berpengaruh terhadap keputusan pembelian *Samsung Galaxy Tab* adalah variabel *product* yang memiliki koefisien regresi sebesar 0,46.

DAFTAR PUSTAKA

Assael, Henry.,(1992), *Consumer Behaviour and Marketing Action*, Boston, PWS Kent Public Company.

Bearden, William O., Thomas N. Ingram & Raymond W. LaForge, (2001),*Marketing, Principles and Perspective*, New York, McGraw-Hill.

International Data Corporation, *"IDC Forecasts Worldwide Tablet Shipments to Surpass Portable PC Shipments in 2013, Total PC Shipments in 2015",* diakses20 Agustus 2013, dari : http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24129713.

Karbala, Ayu & Wandebori, Harimukti. , (2013), " Analyzing the Factors That Affecting Consumer's Purchase Intention in Toimoi Store, Indonesia", *2nd International Conference on Business, Economics, Management and Behavioural Sciences.*

Kartajaya, Hermawan, (2006), *Hermawan Kartajaya on marketing mix, 9th edition*, Bandung, MarkPlus&Co.

Kotler, Philip, & Gary Armstrong, (2012), *Principles of Marketing, 14th edition*, New Jersey : Prentice Hall.

Localytics,*"Across Fonblets and Phablets Samsung has 63% Share of all Android Mobile Devices"*, diakses 20 September 2013, dari : http://tekno.liputan6.com/read/744737/seberapa-kuat-samsung-di-pasar-android-dunia.

Marantina, Intanny, (2012), *Pengaruh Bauran Pemasaran Terhadap Keputusan Pembelian Produk Minyak Goreng Filma pada supermarket Yogya Griya di kota Bandung tahun 2012*, Bandung, Institut Manajemen Telkom.

ANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI MAHASISWA UPH DALAM MEMILIH VARIAN BLACKBERRY BERDASARKAN DIMENSI KUALITAS PRODUK

Rudy Vernando Silalahi[1], Ishak[2], Albertus[3]
[1,2,3] Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan ,Tangerang
Jl. M.H. Thamrin Boulevard Tangerang, 15811 Banten
Telp:021-5460901 Ext:1524
Email: rudy.silalahi@uph.edu

ABSTRAKS
Seiring dengan perkembangan zaman ,saat ini perkembangan teknologi sudah sangat maju. Salah satunya adalah teknologi alat komunikasi BlackBerry yang banyak digunakan di kalangan mahasiswa UPH. Ada banyak varian yang dimiliki oleh BlackBerry, sehingga memungkin para mahasiswa memilih sesuai dengan keinginannya. Salah satu faktor yang mempengaruhi keputusan pemilihan tersebut berdasarkan delapan dimensi kualitas menurut Garvin, yaitu Performance, Durability, Serviceability, Aesthetic, Perceived Quality, Conformance, Reliability, dan Feature. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar faktor-faktor tersebut terhadap pengambilan keputusan mahasiswa UPH dalam memilih varian Blackberry.Penelitian dilakukan dengan melakukan penyebaran kuesioner kepada para mahasiswa UPH yang menggunakan BlackBerry. Teknik pengambilan data menggunakan purposive sampling. Setelah data yang diperlukan terkumpul, selanjutnya melakukan uji validitas dan realibilitas untuk mengetahui apakah data yang digunakan sudah valid dan realible. Langkah berikutnya adalah melakukan uji asumsi klasik, yang terdiri dari uji normalitas, uji multikolinearitas, dan uji heteroskedastisitas. Setelah dilakukan uji asumsi klasik, barulah melakukan uji regresi berganda untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari faktor yang diteliti terhadapat keputusan pemilihan varian BlackBerry.Dari hasil penelitian, didapat hasil bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap keputusan pemilihan varian BlackBerry oleh mahasiswa UPH adalah faktor performance (X1), durability (X2), serviceability (X3), dan aesthetic (X4). Model regresi berganda yang telah dibuat adalah Y = 1.001 + 0.195 X1 + 0.144 X2 + 0.189 X3 + 0.143 X4. Berdasarkan model prediksi yang telah dibuat, sebesar 62.7% menyatakan bahwa keputusan mahasiswa UPH dalam memilih varian BlackBerry dapat dijelaskan oleh variabel-variabel yang diteliti, sedangkan sisanya sebesar 37.3% dijelaskan oleh faktor-faktor lain yang tidak diteliti.

Kata kunci: *Dimensi Kualitas Produk, Keputusan Pemilihan Varian, BlackBerry*

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman saat ini perkembangan teknologi sudah sangat maju. Salah satunya adalah teknologi dalam bidang alat komunikasi. Saat ini sangat banyak sekali perusahaan yang menciptakan berbagai macam alat komunikasi, seperti Samsung, Nokia, BlackBerry, iPhone, dan lain-lain.BlackBerry adalah*Smartphone* keluaran RIM ini sudah membanjiri pasar alat komunikasi di Indonesia. Berbagai kalangan masyarakat di Indonesia sudah menggunakan BlackBerry, dari yang berusia muda sampai tua, dari pelajar hingga para pekerja atau pelaku bisnis.BlackBerry menawarkan banyak varian yang,berdasarkan situs resminya, varian Blackberry dapat di bagi berdasarkan *family*, yaitu *family* terbarunya adalah BlackBerry 10, BlackBerry Torch, BlackBerry Bold, dan BlackBerry Curve. Tiap *family* yang ada inipun masih memiliki berbagai varian. Dengan adanya banyak varian yang ditawarkan, para pembeli dapat memilih BlackBerry yang sesuai dengan yang diinginkannya. Tiap konsumen yang menggunakan BlackBerry pastinya memiliki alasan tersendiri dalam memilih satu dari varian yang ditawarkan oleh RIM. Ada yang memilih berdasarkan model fisiknya, fitur-fiturnya, harganya, dan lain-lain.Di lingkungan mahasiswa UPH pun, BlackBerry juga sudah menjadi alat komunikasi yang banyak dimiliki dan digunakan oleh para mahasiswa. Banyak mahasiswa yang menggunakan BlackBerry dengan berbagai macam variannya masing-masing. Mereka tentunya memiliki alasan tersendiri dalam memilih salah satu dari berbagai varian yang ada.Untuk mengetahui alasan mereka dalam memilih varian BlackBerrydilakukan penelitian berdasarkan dimensi kualitas produk untuk mengetahui bagaimana pengaruh faktor-faktor dari dimensi kualitas produk tersebut terhadap keputusan para mahasiswa UPH dalam memilih varian BlackBerry.

METODE PENELITIAN

1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan melakukan pengamatan mengenai kondisi nyata pada mahasiswa UPH dengan melakukan wawancara untuk mengetahui gambaran awal mengenai produk yang akan diteliti dan juga apa yang menjadi harapan konsumen terhadap kualitas produk yang akan diteliti.

2. Perumusan Permasalahan

Pada tahap ini dirumuskan masalah mengenai belum diketahui bagaimana pengaruh faktor-faktor dimensi kualitas produk yang menjadi landasan dari para mahasiswa dalam memilih berbagai varian yang ditawarkan BlackBerry.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh faktor-faktor dari dimensi kualitas produk mahasiswa UPH dalam memilih varian BlackBerry.

4. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan untuk mencari dasar teori yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah yang diangkat pada penelitian ini, Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan melalui artikel, jurnal, buku dan lain-lain.

5. Pengumpulan Data

Pada bagian ini dilakukan pengambilan data yang dibutuhkan dalam penelitian, dimana metode pengumpulan data yang dilakukan menggunakan metode kuesioner.

6. Pengolahan Data

Hasil dari kuesioner yang merupakan data yang diperlukan akan diolah dengan melakukan uji validitas dan realibilitas, uji asumsi klasik, dan uji regresi berganda.

7. Analisis dan Pembahasan Data

Setelah data selesai diolah, maka didapatkan hasil dari regresi berganda yang menunjukkan bagaimana faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan pemilihan varian BlackBerry. Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil pengolahan data tersebut.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini diambil suatu kesimpulan yang menjawab tujuan awal dilakukannya penelitian berdasarkan pengolahan dan analisis data yang telah dilakukannya sebelumnya. Selain pengambilan kesimpulan, dilakukan juga pemberian saran kepada produsen mengenai faktor-faktor dari suatu produk yang dirasa penting oleh mahasiswa.

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berikut ini adalah hasil pengolahan data yang didapat dari 122 responden

Profil Responden

- Jumlah responden berjenis kelamin laki-laki sebesar 55 responden dan yang berjenis kelamin perempuan sebesar 67 responden.
- Sebagian besar responden berusia 19 tahun, sebesar 32.79%
- Sebagian besar responden sedang menjalani semester 2, sebesar 52.46%.
- Jurusan dari para responden sebagian besar adalah jurusanTeknik industri, Akuntasi, dan Teknologi pangan.

***BlackBerry* Yang Dimiliki**

- Sebagian besar responden mulai menggunakan *BlackBerry* pada tahun 2010 sebesar 40.98%.
- Varian *BlackBerry* yang paling banyak digunakan adalah Onyx 3 (Bellagio / Bold 9790) dan Onyx (Bold 9700)
- Responden telah menggunakan varian yang tengah digunakan sebagian besar selama lebih dari 2 tahun, yaitu sebesar 33.61%.
- Sebesar 61.48% responden memiliki *handhpone* selain *BlackBery* dan 77.67% diantaranya masih mengutamakan *BlackBerry* sebagai *handphone* utamanya.
- Sebagian besar responden (40.16%) belum pernah berganti varian *BlackBerry*.
- Para responden mendapatkan *BlackBerry* sebesar 75.41% dengan cara membelinya, sisanya mendapatkan sebagai hadiah.

Frekuensi Pemakaian *FeatureBlackBerry*

Berikut ini adalah tabel frekuensi pemakain *featureBlackBerry*

Tabel 1. Frekuensi pemakaian *feature BlackBerry*

No.	Feature	Pemakaian Feature *BlackBerry* (dalam sehari)				
		Tidak Pernah	2x-5x	5x-20x	Lebih dari 20x	Jumlah Pemakaian
1	Telepon	5	69	22	10	101
2	SMS	6	65	23	12	100
3	MMS	83	21	1	1	23
4	Email	41	47	11	7	65
5	BBM	2	1	21	82	104
6	BBM Voice	72	26	6	2	34
7	Facebook	33	45	19	9	73
8	Twitter	27	34	31	14	79
9	Whatsapp	40	38	16	12	66
10	Line	50	28	15	13	56
11	Viber	90	11	3	2	16
12	Windows Live Messenger	83	17	3	3	23
13	Yahoo Messenger	76	17	7	6	30
14	Tethered Modem	86	15	5	0	20
15	Bluetooth	36	61	5	4	70
16	*Games*	62	38	5	1	44
17	GPS	75	24	5	2	31
18	Maps	74	26	4	2	32
19	*Camera*	13	53	27	13	93
20	*Video Player*	45	44	13	4	61
21	*Video Recording*	47	45	9	5	59
22	*Music Player*	17	46	30	13	89
23	Notes	15	64	17	10	91
24	Calender	23	61	15	7	83
25	Voice Recording	49	45	8	4	57
26	Calculator	18	64	16	8	88
27	Documents To Go (atau aplikasi sejenis untuk membuka *file word, excel, ppt*)	32	50	16	8	74

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa feature yang paling sering digunakan perharinya adalah BBM, Telpon, dan SMS, yang terbagi dalam 3 kelompok pemakaian, yaitu antara 2 kali sampai 5 kali dalam sehari, 5 kali sampai 20 kali dalam sehari, dan lebih dari 20 kali dalam sehari. Sebaliknya, feature yang paling jarang digunakan adalah Viber, Tethered Modem, MMS, dan Windows Live Messenger.

Tingkat Kepentingan dan Keputusa Faktor-Faktor Dalam Memilih *BlackBerry*

Tabel berikut ini adalah nilai rata-rata tingkat kepentingan setiap atribut:

Tabel 2. Tingkat kepentingan variabel *performance*

Variabel	Atribut	Nilai Rata-Rata Tingkat Kepentingan	
		Atribut	Variabel
Performance	Lambat (*Lag*) tidaknya saat menjalankan aplikasi	4.462	4.342
	Kemampuan *multitask*	4.028	
	Daya tahan baterai	4.613	
	Besarnya *memory*	3.981	
	Daya *receiver*	4.623	

Tabel 3. Tingkat kepentingan variabel*durability*

Durability	Daya tahan *BlackBerry*	4.217	4.208
	Umur Baterai	4.198	

Tabel 4. Tingkat kepentingan variabel*serviceability*

Serviceability	Kemampuan *BlackBerry* diperbaiki (*service*) bila mengalami kerusakan	4.283	4.053
	Durasi masa berlakunya garansi	3.896	
	Kemudahan lokasi *Service Centre*	3.981	

Tabel 5. Tingkat kepentingan variabel *aesthetic*

Aesthetic	Warna *BlackBerry*	3.245	3.511
	Ukuran *BlackBerry*	3.425	
	Berat *BlackBerry*	3.491	
	Model *BlackBerry*	3.698	
	Kualitas suara	3.755	
	Layar Touch Screen	3.453	

Tabel 6. Tingkat kepentingan variabel *perceived quaility*

Perceived Quality	Nama suatu merek atau brand tertentu	3.198	3.198

Tabel 7. Tingkat kepentingan variabel *conformance*

Conformance	Kesesuaian spesifikasi yang tertulis dengan kenyataan	4.075	4.075

Tabel 8. Tingkat kepentingan variabel r*eliability*

Reliability	Frekuensi terjadinya *error* atau *hang*	4.434	4.434

Tabel 9. Tingkat kepentingan variabel *feature*

Feature	Telepon	4.481	3.802
	SMS	4.34	
	Email	3.009	
	BBM	3.896	
	BBM Voice	4.566	
	Social Networking	3.509	
	Instant Messaging	4.16	
	3G	4.208	
	Wi-Fi	4.387	
	MMS	4.519	
	Tethered Modem	3.585	
	Bluetooth	3.83	
	Ukuran Resolusi Kamera (*megapixel)*	4.028	
	Video Player	3.623	
	Video Recording	3.623	
	Music Player	3.915	
	Notes	3.811	
	Calender	3.755	
	Voice Recording	3.481	
	Calculator	3.811	
	Documents To Go	3.991	
	Games	2.896	
	GPS	3.343	
	Maps	3.415	

Tabel 10. Tingkat kepentingan variabel keputusan pemilihan

Keputusan Pemilihan	Berdasarkan Performance	4.057	3.925
	Berdasarkan Durability	4.009	
	Berdasarkan Serviceability	3.925	
	Berdasarkan Aesthetic	3.906	
	Berdasarkan Perceived Quality	3.887	
	Berdasarkan Conformance	3.802	
	Berdasarkan Reliability	3.887	
	Berdasarkan Secara Keseluruhan	3.925	

Berdasarkan tingkat kepentingan pada tabel-tabel diatas, terlihat bahwa faktor terpenting menurut para responden adalah Realibility, dengan skor 4.434 yang diikuti dengan Performance dan Durability. Sebaliknya, faktor dengan skor terendah adalah Percieved Quality dengan skornya adalah 3.198.

Hubungan Nilai Rata-Rata Tingkat Kepentingan *Feature* dan Frekuensi Pemakaian *Feature*
Berikut ini adalah tabel frekuensi pemakain *featureBlackBerry*:

Tabel 11. Hubungan nilai rata-rata tingkat kepentingan *feature* dan frekuensi pemakaian *feature*

Atribut	Nilai Sig	Kesimpulan	R Correlation
Notes	0	Ada Hubungan	0.501
BBM Voice	0	Ada Hubungan	0.469
Maps	0	Ada Hubungan	0.442
MMS	0	Ada Hubungan	0.435
Documents To Go	0	Ada Hubungan	0.434
GPS	0	Ada Hubungan	0.416
Email	0	Ada Hubungan	0.399
Calender	0	Ada Hubungan	0.393
Video Player	0	Ada Hubungan	0.367
Calculator	0	Ada Hubungan	0.349
Video Recording	0	Ada Hubungan	0.336
Games	0.001	Ada Hubungan	0.316
Music Player	0.02	Ada Hubungan	0.301
Bluetooth	0.02	Ada Hubungan	0.295
Kamera	0.05	Ada Hubungan	0.273
Voice Recording	0.011	Ada Hubungan	0.247
Social Networking	0.039	Ada Hubungan	0.201
BBM	0.108	Tidak ada Hubungan	0.157
Tethered Modem	0.147	Tidak ada Hubungan	0.142
Instant Messaging	0.165	Tidak Ada Hubungan	0.136
Telepon	0.345	Tidak Ada Hubungan	0.093
SMS	0.484	Tidak Ada Hubungan	0.069

Berdasarkan pada tabel diatas, ada lima atribut yang tidak memiliki hubungan antara nilai rata-rata tingkat kepentingan feature dengan frekuensi pemakaiannya. Atribut dengan nilai sig > 0.05 menyatakan menerima hipotesis Ho, sehingga ditarik kesimpulan tidak ada hubugnan antara nilai rata-rata tingkat kepentingan feature dengan frekuensi pemakaian feature. Atribut dengan nilai sig < 0.05 menyatakan menerima hipotesis H1, sehingga ditarik kesimpulan ada hubugnan antara nilai rata-rata tingkat kepentingan feature dengan frekuensi pemakaian feature. Pada kolom R Correlation menunjukkan kuat lemahnya hubugnan yang terjadi. Bila nilai tersebut semakin mendekati angka satu, maka hubungannya semakin kuat, semakin mendekati angka nol, maka hubungannya semakin lemah.

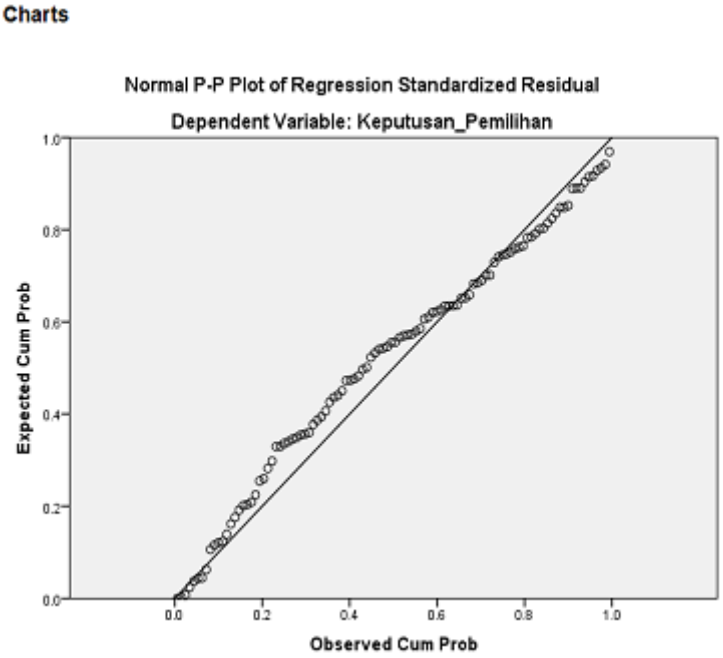
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

1. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik dilakukan untuk menguji kelayakan dari data yang telah diolah agar menghasilkan model regresi yang baik. Berikut ini adalah hasil dari uji asumsi klasik yang telah dilakukan.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah data yang digunakan normal atau tidak. Suatu data yang baik harus berdistribusi normal, demikian pula dengan model regresi berganda. Model regresi berganda yang baik juga harus berdistribusi normal.Hasil dari uji normalitas adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil uji normalitas

Data dikatakan berdistribusi normal bila titik-titik dari hasil pengujian menyebar disekitar garis dan mengikuti diagonalnya. Berdasarkan gambar diatas, titik-titik hasil pengujian tersebar disekitar garis dan mengikuti diagonalnya. Dari hasil gambar diatas, maka data dinyatakan berdistribusi normal.

b. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk menguji apakah variabel-variabel independen yang diteliti memiliki korelasi signifikan satu dengan lain atau tidak. Bila terdapat korelasi, maka dinyatakan terjadi masalah multikolinieritas antar variabel independen. Seharusnya, antar variabel-variabel independen yang ada tidak boleh terdapat korelasi. Hasil dari uji multikolinearitas adalah sebagai berikut:

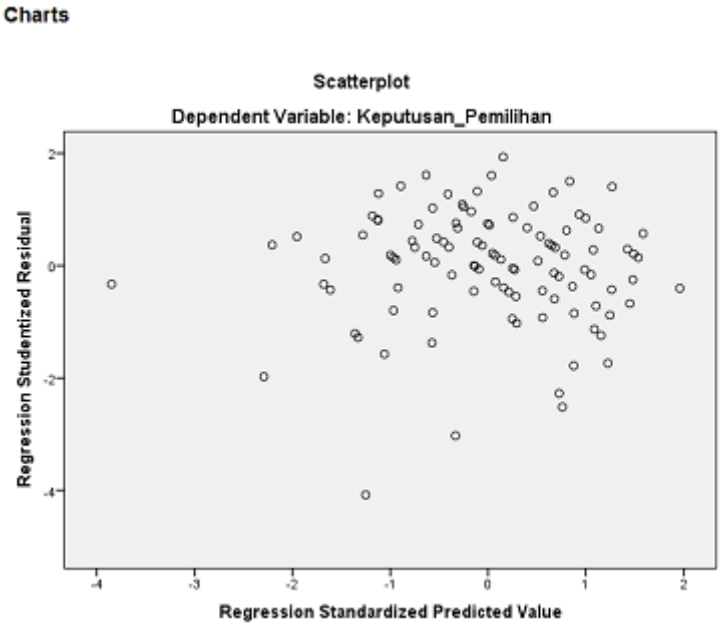
Tabel 12. Hasil uji multikolinearitas

Model	VIF
Performance	2.121
Durability	1.801
Serviceability	1.548
Aesthetic	1.796
Perceived Quality	1.33
Conformance	1.617
Realibility	1.69
Feature	1.822

Data dikatakan tidak mengalami masalah multikolinieritas bila nilai VIF berada diatas angka 1 dan dibawah angka 10. Berdasarkan tabel 5.1 diatas, nilai-nilai VIF berada di antara 1 dan 10, maka data dinyatakan tidak mengalami masalah multikolinearitas, yaitu variabel-variabel independen yang diteliti tidak memiliki korelasi signifikan.

c. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah terjadi ketidaksamaan *variance* dan *residual* dari suatu pengamatan ke pengamatan lain. Bila *variance* dan *residual* dari suatu pengamatan kepengamatan lain tetap, maka disebut homoskedastisitas. Bila berbeda, maka disebut heteroskedastisitas. Data dikatakan baik apabila tidak terjadi heteroskedastisitas. Hasil dari uji multikolinearitas adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil uji heteroskedastisitas

Data dikatakan tidak mengalami tidak terjadi heteroskedastisitas bila titik-titik pada grafik *scatterplot* tersebar dengan pola tidak jelas pada sumbu Y postifi dan sumbu Y negatif. Berdasarkan gambar 5.2 diatas, titik-titik pada grafik *scatterplot* tersebar pada sumbu tersebar pada sumbu positif dan sumbu Y negative dengan pola yang tidak jelas, maka dapat diartikan bahwa data tidak mengalami heteroskedastisitas melainkan homoskedastisitas, yaitu *variance* dan *residual* dari suatu pengamatan kepengamatan lain tetap.

2. Uji Hipotesis

Untuk memulai pembuatan model regresi berganda, maka terlebih dahulu dilakukan uji F, uji t, dan uji koefisien determinasi. Uji-uji tersebut dilakukan terhadap variabel-variabel yang telah ditentukan sebelumnya, dimana digunakan variabel dependen dan variabel independen. Variabel dependen pada penelitian ini adalah Keputusan Pemilihan Varian *BlackBerry*, sedangkan variabel dependennya adalah *Performance*, *Durability*, *Serviceability*, *Aesthetic*, *PerceivedQuality*, *Conformance*, *Reliability*, dan *Feature*.

a. Uji F

Uji F dilakukan untuk menguji bagaimana pengaruh seluruh variabel independen secara bersama-sama terhadap variabel dependen. Uji ini dilakukan dengan bantuan *software SPSS*, yaitu untuk menguji hipotesis yang digunakan. Hipotesis tersebut adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada pengaruh signifikan antara variabel independen *Performance*, *Durability*, *Serviceability*, *Aesthetic*, *PerceivedQuality*, *Conformance*, *Reliability*, dan *Feature* secara bersama-sama terhadap variabel dependen Keputusan Pemilihan Varian *BlackBerry*.

H_1 : Ada pengaruh signifikan antara variabel independen *Performance*, *Durability*, *Serviceability*, *Aesthetic*, *PerceivedQuality*, *Conformance*, *Reliability*, dan *Feature* secara bersama-sama terhadap variabel dependen Keputusan Pemilihan Varian *BlackBerry*.

Ketentuan dari penerimaan hipotesis adalah sebagai berikut:

- Bila $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka terima H_0 dan tolak H_1
- Bila $F_{hitung} > F_{tabel,}$ maka tolak H_0 dan terima H_1

Berikut ini adalah gambar hasil pengujian *software SPSS*:

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	12.797	8	1.600	20.419	.000[a]
	Residual	7.599	97	.078		
	Total	20.396	105			

a. Predictors: (Constant), Feature, Perceived_Quality, Reliability, Durability, Serviceability, Conformance, Aesthetic, Performance

Gambar 3. Hasil uji F

Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai F hasil perhitungan *SPSS* dengan nilai F tabel. Nilai F_{tabel} adalah 2.035. Berdasarkan gambar 5.3 diatas maka terlihat bahwa F_{hitung} (20.419) lebih besar dari F_{tabel} (2.035), maka dilakukan menolak hipotesis H_0 dan menerima hipotesis H_1. Dari hasil pengujian ini dapat diambil kesimpulan bahwa ada pengaruh signifikan antara variabel independen *Performance*, *Durability*, *Serviceability*, *Aesthetic*, *PerceivedQuality*, *Conformance*, *Reliability*, dan *Feature* secara bersama-sama terhadap variabel dependen Keputusan Pemilihan Varian *BlackBerry*.

b. Uji t

Uji t dilakukan untuk menguji bagaimana pengaruh seluruh variabel independen secara parsial terhadap variabel dependen. Uji ini dilakukan dengan bantuan *software SPSS*. Uji ini dilakukan dengan bantuan *software SPSS*, yaitu untuk menguji hipotesis yang digunakan. Hipotesis tersebut adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada pengaruh signifikan antara variabel independen *Performance, Durability, Serviceability, Aesthetic, Perceived Quality, Conformance, Reliability*, dan *Feature* secara parsial terhadap variabel dependen Keputusan Pemilihan Varian *BlackBerry*.

H_1 : Ada pengaruh signifikan antara variabel independen Performance, *Durability, Serviceability, Aesthetic, Perceived Quality, Conformance, Reliability*, dan *Feature* secara parsial terhadap variabel dependen Keputusan Pemilihan Varian *BlackBerry*.

Ketentuan dari penerimaan hipotesis adalah sebagai berikut:

- Bila $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka terima H_0 dan tolak H_1
- Bila $t_{hitung} > F_{tabel}$, maka tolak H_0 dan terima H_1

Berikut ini adalah hasil uji t:

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.001	.266		3.757	.000
	Performance	.195	.078	.226	2.506	.014
	Durability	.144	.048	.249	2.988	.004
	Serviceability	.189	.048	.304	3.946	.000
	Aesthetic	.143	.051	.233	2.803	.006
	Perceived_Quality	.015	.037	.029	.399	.691
	Conformance	.015	.043	.027	.341	.734
	Reliability	.027	.053	.041	.514	.608
	Feature	-.007	.064	-.009	-.103	.918

a. Dependent Variable: Keputusan_Pemilihan

Gambar 4. Hasil Uji t

Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai t hasil perhitungan *SPSS* dengan nilai t_{tabel}. Nilai t_{tabel} adalah 1.984. Berdasarkan gambar diatas maka terlihat bahwa variabel yang memiliki nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ adalah *Performance*, *Durability*, *Serviceability*, *Aesthetic*, sehingga diambil kesimpulan Ada pengaruh signifikan antara variabel independen *Performance, Durability, Serviceability,* dan *Aesthetic*, secara parsial terhadap variabel dependen Keputusan Pemilihan Varian BlackBerry. Sedangkan variabel lainnya memiliki nilai $t_{hitung} < t_{tabel}$, sehingga diambil kesimpulan tidak ada pengaruh signifikan antara

variabel independen *Perceived Quality*, *Conformance*, *Reliability*, dan *Feature*, secara parsial terhadap variabel dependen Keputusan Pemilihan Varian BlackBerry

c. Uji Koefisien Determinasi

Uji koefisen determinasi dilakukan untuk menguji seberapa besar variabel independen pada model regresi berganda dapat memprediksi variabel dependennya. Berikut ini adalah hasil uji koefisien determinasi:

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.792[a]	.627	.597	.279893

a. Predictors: (Constant), Feature, Perceived_Quality, Reliability, Durability, Serviceability, Conformance, Aesthetic, Performance

Gambar 5. Hasil uji koefisien determinasi

Berdasarkan gambar diatas, maka dapat dilihat bahwa nilai koefisien determinasi atau R Square adalah 0.627 atau 62.7%. Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 62.7% keputusan konsumen dalam memilih varian *BlackBerry* dapat dijelaskan oleh variabel-variabel diatas, sedangkan sisanya sebesar 37.3% dijelaskan oleh faktor-faktor lain yang tidak diteliti.

3. Model Regresi Berganda

Model regresi berganda hasil penelitian ini adalah sebagai:

$$Y = 1.001 + 0.195\ X_1 + 0.144\ X_2 + 0.189\ X_3 + 0.143\ X_4 \qquad (1)$$

Keterangan:
α = konstanta (1.001)
β = nilai koefisien regresi (0.195, 1.144, 0.189, 0.143)
X_1 = *Performance*
X_2 = *Durability*
X_3 = *Serviceability*
X_4 = *Aesthetic*
Y = keputusan pemilihan varian *BlackBerry*

Berdasarkan model regresi berganda diatas, maka pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Nilai konstanta α = 1.001 menunjukkan bahwa bila nilai variabel independen konstan atau masing-masing bernilai nol, maka keputusan pemilihan varian *BlackBerry* sebesar 1.001.
- Nilai koefisien regresi β_1 = 0.195 menunjukkan bahwa bila nilai variabel *durability*, *serviceability*, dan *aesthetic* konstan, maka setiap perubahan satu nilai *performance* akan menambah keputusan pemilihan varian *BlackBerry* sebesar 0.195.
- Nilai koefisien regresi β_2 = 0.144 menunjukkan bahwa bila nilai variabel *performance*, *serviceability*, dan *aesthetic* konstan, maka setiap perubahan satu nilai *durability* akan menambah keputusan pemilihan varian *BlackBerry* sebesar 0.144.
- Nilai koefisien regresi β_3 = 0.189 menunjukkan bahwa bila nilai variabel *performance*, *durability*, dan *aesthetic* konstan, maka setiap perubahan satu nilai *serviceability* akan menambah keputusan pemilihan varian *BlackBerry* sebesar 0.189.
- Nilai koefisien regresi β_4 = 0.143 menunjukkan bahwa bila nilai variabel *performance*, *durability*, dan *serviceability* konstan, maka setiap perubahan satu nilai *aesthetic* akan

- menambah keputusan pemilihan varian *BlackBerry* sebesar 0.143.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil uji F, kedelapan dimensi kualitas produk secara bersama-sama mempengaruhi keputusan mahasiswa UPH dalam memilih varian BlackBerry-nya masing-masing, namun berdasarkan hasil uji t, secara parsial hanya ada empat dimensi saja yang berpengaruh secara signifikan, yaitu *performance*, *durability*, *serviceability*, dan *aestheti*.
2. Model prediksi keputusan pemilihan varian BlackBerry berdasarkan dimensi kualitas produk tersebut adalah:

$$Y = 1.001 + 0.195\ X_1 + 0.144\ X_2 + 0.189\ X_3 + 0.143\ X_4 \qquad (2)$$

   Model ini menggambarkan bahwa bila terjadi kenaikkan tiap satu satuan tingkat kepentingan dari modifikasi skala likert (dari nilai 1 sangat tidak setuju sampai nilai 5 sangat setuju) dapat meningkatkan pengaruh variabel *performance* (X_1) sebesar 0.195, *durability* (X_2) sebesar 0.144, *serviceability* (X_3) sebesar 0.189, dan *aesthetic* (X_4) sebesar 0.143. Bila tidak ada pengaruh dari keempat variabel ini, makanilai keputusan pemilihan varian BlackBerry sebesar 1.001.
3. Berdasarkan model prediksi yang telah dibuat, sebesar 62.7% menyatakan bahwa keputusan mahasiswa UPH dalam memilih varian BlackBerry dapat dijelaskan oleh variabel-variabel yang diteliti, sedangkan sisanya sebesar 37.3% dijelaskan oleh faktor-faktor lain yang tidak diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

BlackBerry. "Devices," BlackBerry *Online*, Home page on-line, diakses 2 Juni 2013
, dari : http://us.blackberry.com.

Garvin, David, (1987), "Competing on the Eight Dimensions of Quality", *Harvard Business ReviewVol. 65, No. 6*: 101-109.

Garvin, David, (1984), "What does quality really mean", *Sloan Management Review Vol. 26, No. 1*: 25-43.

Hidayat, Cecep., (1998), *Managemen Pemasaran*, Jakarta: Badan Penerbit IPWI.

Mayasari, H., (2012), "Analisis Perilaku Pembelian Ponsel Cedas (Smartphone): Antara Kebutuhan dan Gaya Hidup Konsumen di Kota Padang", *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan Vol. 3, No. 1* :2086-5031.

Nasution, S., 2006, *Metode Research (Penelitian Ilmiah)*, Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Priyatno, Duwi., 2013, *Mandiri Belajar Analisis Data Dengan SPSS*, Yogyakarta: Mediakom.

Sujana dan Cindy Ekaputi Sim, (2012), "Pengaruh Karakteristik Individu dan Faktor Psikologis Terhadap Keputusan Pembelian Konsumen Pada Produk BlackBerry", *Jurnal Ilmiah Ranggagading Vol. 12, No.1*: 175-84-156.

ANALISIS SISTEM ANTRIAN UNIT RAWAT JALAN SUBSPESIALIS UNTUK MINIMASI WAKTU TUNGGU PASIEN

Agus Darmawan[1], Dinda Fauzia Anindar[2]
[1,2]Program StudiTeknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No 2 Kampus UGM 55281, Yogyakarta
Telp. 0274-521673
Email: agusd@ugm.ac.id, dinda.f.anindar@gmail.com

ABSTRAKS
Rumah sakit merupakan salah satu instansi pelayanan kesehatan, dimana di dalamnya terdapat interaksi antara pasien, fasilitas pelayanan dan perawat/dokter. Di Indonesia, waktu tunggu yang telah ditetapkan oleh Standar Pelayanan Minimal (SPM) Rumah Sakitdalam Peraturan Menteri Kesehatan no.129/Menkes/SK/II/2008 untuk pelayanan rawat jalan adalah kurang atau sama dengan 60 menit. Penelitian ini dilakukan pada unit rawat jalan subspesialis vitreo retina dan subspesialis tumor/rekonstruksi di Rumah Sakit Mata di Yogyakarta. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui rata-rata waktu tunggu pasien di masing-masing subspesialis dan mengembangkan model skenario perbaikan untuk meningkatkan kinerja pelayanan rumah sakit dengan indikator berkurangnya waktu tunggu pasien. Analisis dilakukan dengan metode simulasi antrian berbasis spreadsheet menggunakan Microsoft Excel. Sistem antrian dalam unit rawat jalan subspesialis ini adalah Single Channel Multi Phase. Rata-rata waktu tunggu di subspesialis vitreo retina A, vitreo retina B, dan tumor/rekonstruksi,berturut-turut adalah selama 1 jam 52 menit, 1 jam 39 menit, dan 1 jam 2 menit. Pasien yang datang dibedakan menjadi dua macam, yaitu pasien langsung dan pasien perjanjian. Model skenario yang paling baik dalam hal minimasi waktu tunggu di seluruh subspesialis adalah First Come First Serve (FCFS) tanpa mempertimbangkan nomor urut pasien. Apabila nomor urut pasien masih dipertimbangkan dalam pelayanan, maka alternatif model skenario yang dapat menghasilkan rata-rata waktu tunggu di bawah 60 menit adalah pengurutan pelayanan dokter sesuai nomor per 5 pasien untuk vitreo retina A dan vitreo retina B. Untuk subspesialis tumor/rekonstruksi, pelayanan dokter bergantian antara pasien perjanjian dan pasien langsung per 5 pasien yang telah di anamnesa, prioritas pada pasien perjanjian dan sisanya pasien langsung.

Kata kunci: *antrian, single channel multi phase,unit rawat jalan, waktu tunggu.*

PENDAHULUAN

Rumah sakit sebagai instansi pelayanan kesehatan merupakan instansi yang bergerak di bidang jasa dimana kualitas pelayanan terhadap pasien menjadi hal yang paling utama. Kebutuhan akan layanan kesehatatan yang melebihi kapasitas, menyebabkan terjadinya antrian pada sistem, sehingga pasien yang datang tidak dapat segera mendapatkan pelayanan dan harus menunggu dalam waktu tertentu.Di Indonesia, waktu tunggu yang telah ditetapkan oleh Standar Pelayanan Minimal (SPM) Rumah Sakitsebagaimana yang tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan nomor 129/Menkes/SK/II/2008 untuk pelayanan rawat jalan adalah kurang atau sama dengan 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pasien rawat jalan tidak seharusnya menunggu lebih dari satu jam untuk mendapatkan pelayanan kesehatan.Fluktuasi kedatangan pasien yang tak dapat diperkirakan akan mempengaruhi lamanya waktu tunggu dalam antrian pelayanan rumah sakit. Hal ini akan mempengaruhi kinerja dan efisiensi dari petugas medis yang ada, disamping juga akan mempengaruhi kepuasan dan kenyamanan pasien. Bindman dkk (1991) dalam Ahmed dan Amagoh (2008) bahkan menyatakan bahwa pasien lebih memilih untuk pergi tanpa menerima pelayanan kesehatan karena lamanya waktu tunggu.Oleh karena itu, diperlukan pengaturan sumber daya dan sistem layanan yang optimal sehingga dapat meningkatkan performa instansi pelayanan kesehatan secara keseluruhan baik dari sudut pandang manajemen maupun pasien. Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, perlu adanya kajian tentang sistem antrian dalam layanan kesehatan sehingga waktu tunggu pasien khususnya di unit rawat jalan dapat diminimalkan yang pada akhirnya akan meningkatkan kepuasan dari pasien serta tercapainya target Standar Pelayanan Minimal (SPM) yang sudah ditetapkan oleh pemerintah.

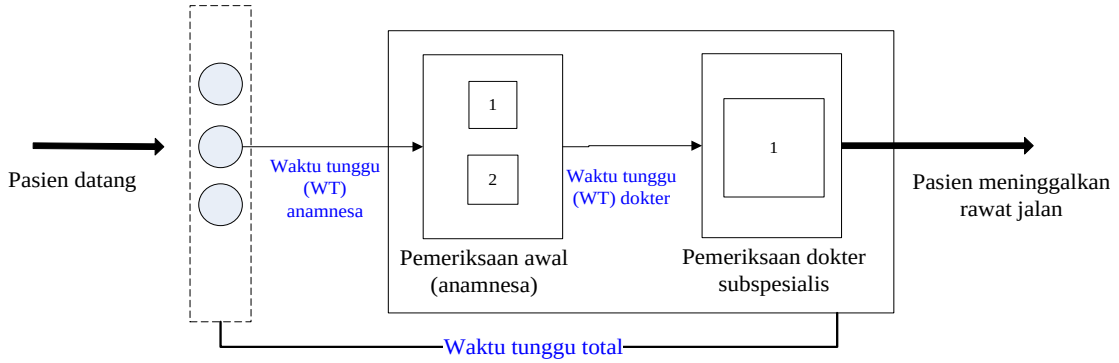
STUDI PUSTAKA

Lamanya waktu tunggu di rumah sakit menjadi salah satu indikator rendahnya jaminan akan kualitas pelayanan yang dimiliki. Gonzales-Busto dan Garcia (1999) dalam Ahmed dan Amagoh (2008) menyatakan bahwa panjangnya antrian adalah tanda ketidakefisienan dan ketidakmampuan rumah sakit untuk memenuhi permintaan pasien dalam masa waktu yang sepantasnya. Mengingat kompleksnya suatu sistem di lingkungan rumah sakit, dibutuhkan pengalokasian yang tepat terhadap sumber daya yang dimiliki guna mengoptimalkan tingkat efisiensi dan efektivitasnya. Sejumlah faktor penyebab panjangnya waktu tunggu pasien dipaparkan oleh Dexter (1999) antara lain: adanya perbedaan waktu antara kedatangan pasien untuk perjanjian pemeriksaan dengan jadwal yang telah ditetapkan untuk pemeriksaan;terdapatnya pasien tanpa perjanjian yang dapat menginterupsi waktu pemeriksaan yang sebenarnya diperuntukkan untuk pasien dengan perjanjian. Masih dalam penelitian yang sama, Dexter juga menuliskan strategi yang dapat digunakan untuk menurunkan waktu tunggu pasien, antara lain dengan: menurunkan rata-rata dan standar deviasi waktu konsultasi; dan memperpanjang interval waktu untuk jadwal perjanjian.

Huarng dan Lee (1996) menggunakan model simulasi komputer untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya *bottleneck* di sistem pelayanan rumah sakit Chia-Yi Taiwan. Studi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi tingkat utilisasi dokter dan staf, lama waktu pelayanan, dan panjang antrian pasien di unit rawat jalan. Rekomendasi yang diujikan dalam penelitian ini adalah mengubah proses kedatangan dan mengubah proses pelayanan. Proses kedatangan diubah dengan cara meningkatkan jumlah pasien perjanjian (*appointment scheduling*), sementara perubahan proses pelayanan dilakukan dengan menambah atau mengurangi jumlah staf pada waktu waktu tertentu. Dari hasil studi ini didapatkan penurunan panjang antrian dan rata rata waktu tunggu pasien.Sejumlah faktor kritis penyebab terjadinya waktu tunggu dan antrian pasien juga diteliti oleh Harper dan Gamlin (2003) melalui model simulasi. Dari model simulasi ini, diujicobakan berbagai skenario *appointment scheduling* untuk melihat dampaknya terhadap rata-rata waktu tunggu pasien dari waktu perjanjiannya sampai dengan dilayani dokter, persentase waktu tunggu yang lebih dari 30 menit dari waktu perjanjian, dan rata rata waktu pasien dilayani dari masuk sampai dengan keluar klinik. Dari hasil penelitiannya, disimpulkan bahwa dengan meratakan waktu perjanjian di sepanjang waktu beroperasi klinik menghasilkan peningkatan efisiensi dan efektifitas klinik serta penurunan rata-rata waktu tunggu pasien.

METODE PENELITIAN

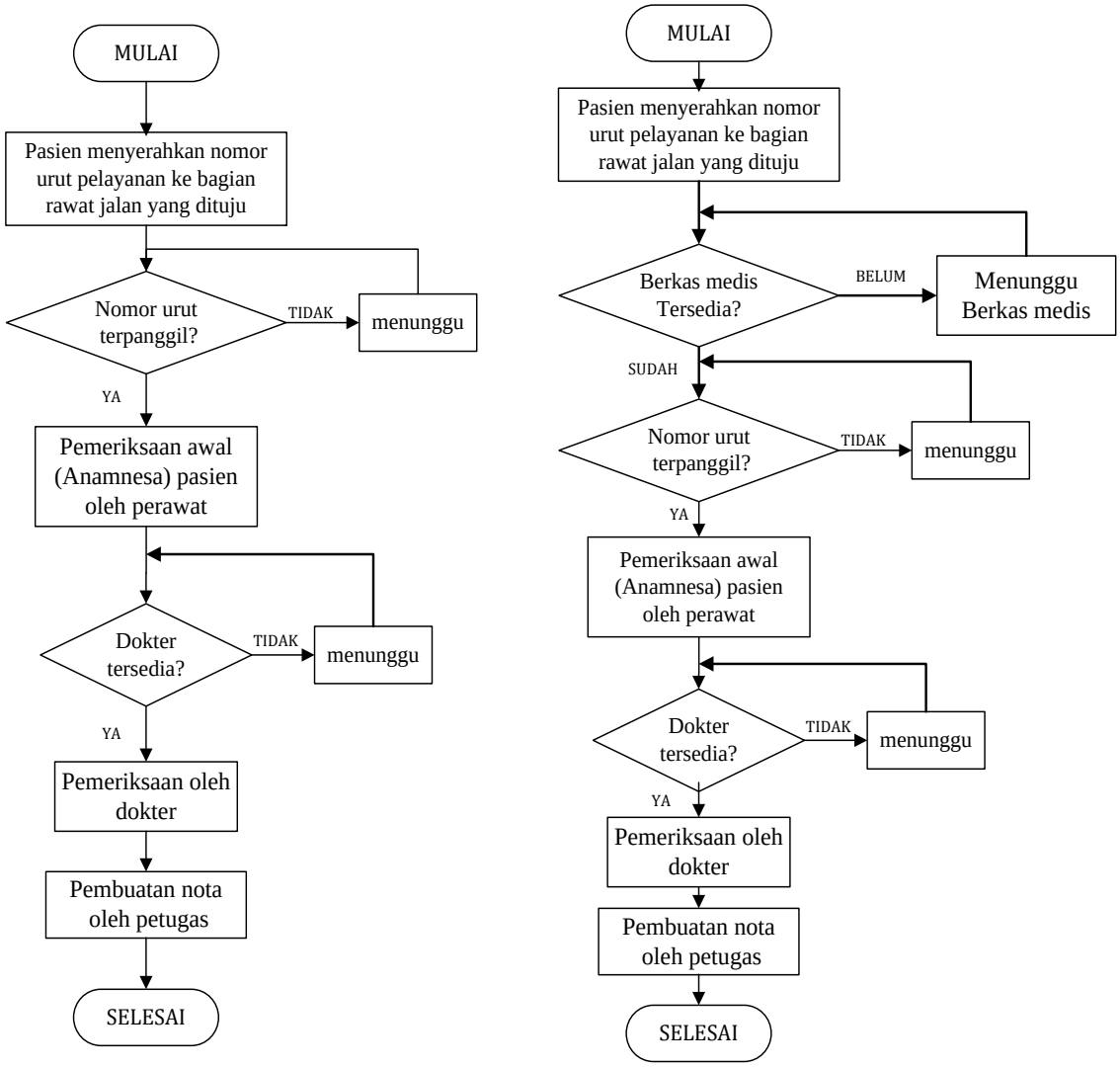
Penelitian ini dilakukan pada unit rawat jalan subspesialis vitreo retina dan subspesialis tumor/rekonstruksi di Rumah Sakit Mata di Yogyakarta. Sistem antrian yang terdapat di rawat jalan ini adalah *Single Channel Multi Phase*, karena pasien harus melewati dua tahap pemeriksaan, yaitu anamnesa dan pemeriksaan dokter. Anamnesa atau pemeriksaan awal oleh perawat bertujuan untuk mencatat riwayat kesehatan, keluhan yang dirasakan pasien, dan pengukuran jarak pandang pasien baik secara manual maupun menggunakan peralatan yang dibutuhkan. Setelah melakukan anamnesa, pasien baru mendapatkan pemeriksaan oleh dokter. Hal ini dapat menyebabkan timbulnya 2 macam waktu tunggu yaitu waktu tunggu anamnesa (WT anamnesa) dan waktu menunggu dokter (WT dokter). Waktu tunggu anamnesa adalah waktu tunggu yang dialami pasien sebelum dianamnesa, sedangkan waktu menunggu dokter adalah waktu tunggu yang dialami pasien untuk diperiksa oleh dokter setelah dianmnesa perawat. Gambar 1. mengilustrasikan jenis-jenis waktu tunggu yang terdapat dalam sistem.



Gambar 1. Ilustrasi sistem antrian di rawat jalan

Pasien perjanjian maupun pasien langsung sama-sama mendapatkan nomor urut untuk antrian pelayanan. Pasien perjanjian yang telah mendaftar sebelum hari pemeriksaan, mendapatkan nomor urut

yang lebih awal/kecil, sedangkan pasien langsung akan mendapatkan nomor urut besar melanjutkan dari nomor urut terakhir dari pasien perjanjian.Untuk subspesialis *vitreo* retina, seluruh pasien merupakan pasien perjanjian atau pasien yang telah melakukan pendaftaran perjanjian sebelum hari pemeriksaan. Pengecualian pasien langsung yang dapat dilayani pada subspesialis *vitreo* retina adalah pasien yang hanya melakukan tunjuk hasil atau pasien dengan surat rujukan/pengantar. Sementara untuk subspesialis tumor/rekonstruksi, pasien dapat merupakan pasien perjanjian atau pasien langsung. Dalam hal ini, pasien langsung merupakan pasien yang datang langsung pada hari pemeriksaan tanpa melakukan pendaftaran perjanjian pada hari sebelumnya.Perbedaan status pasien yang berupa langsung atau pasien perjanjian menyebabkan terjadinya beberapa perbedaan pelayanan antara keduanya seperti terlihat pada Gambar 2.



a. Alur pemeriksaan pasien dengan perjanjian (subspesialis *vitreo* retina)

b. Alur pemeriksaan gabungan pasien langsung dan perjanjian (subspesialis tumor/ rekonstruksi)

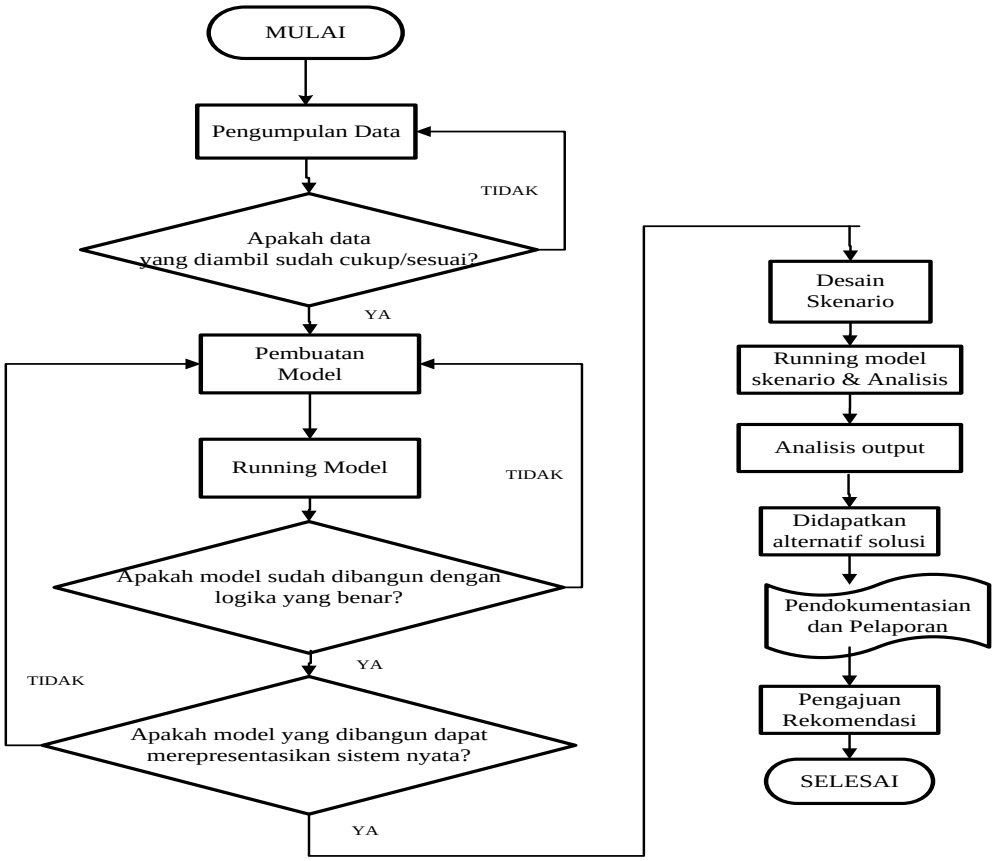
Gambar 2. Alur pelayanan di unit rawat jalan

Beberapa skenario sistem antrian dilakukan pada subspesialis vitreo retina dan subspesialis tumor/rekonstruksi, seperti dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skenario sistem antrian

Skenario	Vetrio Retina	Tumor/Rekonstruksi
Sistem antrian saat ini (E x i s t i n g)		
1	*First Come First Serve* (FCFS) untuk anamnesa dan dokter tanpa mempertimbangkan nomor urut	*First Come First Serve* (FCFS) untuk anamnesa dan dokter tanpa mempertimbangkan nomor urut
2	FCFS untuk anamnesa, sementara disiplin pelayanan dokter diurutkan dari nomor yang kecil ke nomor besar per 5 pasien.	FCFS untuk anamnesa, sementara dokter melayani per 5 pasien yang telah di anamnesa, prioritas pada pasien perjanjian dan sisanya pasien langsung
3	FCFS untuk anamnesa, sementara pemeriksaan dokter diurutkan dari nomor kecil ke nomor besar per jumlah kedatangan pasien yang terjadi dalam 1 jam.	FCFS untuk anamnesa, sementara dokter melayani per 5 pasien perjanjian dan per 5 pasien langsung secara bergantian.

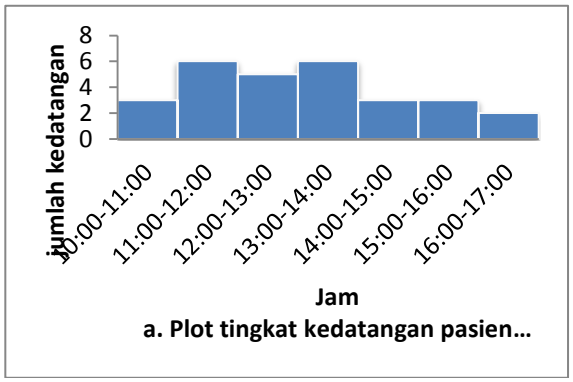
Secara umum langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.

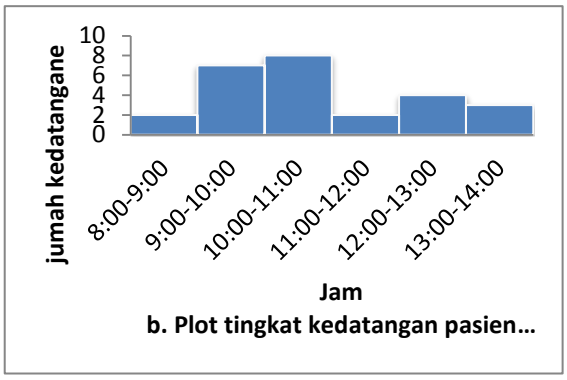


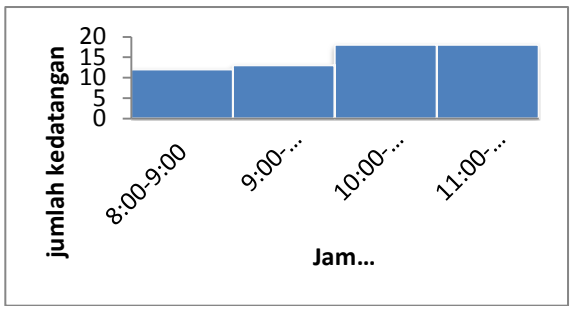
Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jadwal pelayanan dokter pada subspesialis retina A, dimulai pada pukul 13.00 WIB dan maksimal pasien yang bisa dilayani adalah 35 pasien. Untuk subspesialis retina B, pelayanan dokter dimulai pada pukul 10.00 WIB dan maksimal yang bisa dilayani adalah 35 pasien. Sedangkan untuk subspesialis tumor/rekonstruksi, pelayanan dokter dimulai pada pukul 10.00 WIB dan tidak ada batasan maksimal pasien yang harus dilayani. Tingkat kedatangan pasien pada masing-masing subspesialis dapat di lihat pada Gambar 4, berikut ini.







Subspesialis		Distribusi Tingkat Kedatangan	Distribusi Waktu pelayanan	
			Anamnesa	Dokter
Vitreo retina	A	Poisson (λ=4)	Weibull (2, 2.12, 3.73)	*Triangular* (1, 11.8, 2.92)
	B	Poisson (λ=4.33)	Weibull (3, 1.55, 4.6)	Weibull (2, 3.02, 5.51)
Tumor/Rekonstruksi		Poisson (λ=12.2)	Weibull (1, 2.5, 3.81)	*Triangular* (0, 7.49, 2.95)

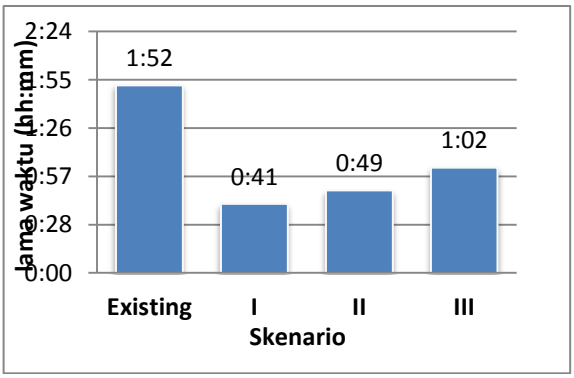
d. Parameter kedatangan dan pelayanan

Gambar 4. Pola kedatangan dan pelayanan pada masing-masing subspesialis

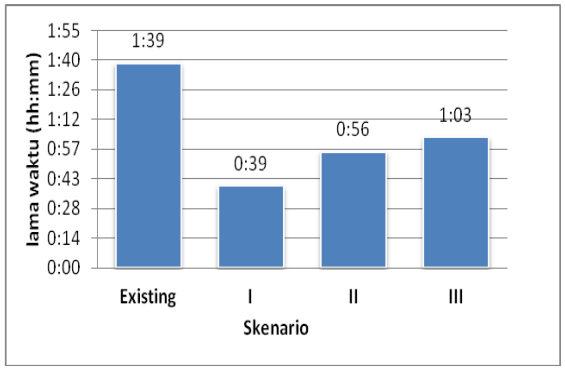
Model sistem antrian berbasis *spreadsheet* untuk masing-masing subspesialis disimulasikan selama 1 bulan dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5. Model yang dibuat juga mempertimbangkan adanya kenyataan bahwa pasien dapat diperiksa oleh dokter hanya setelah pupil matanya terbuka. Dalam pemeriksaan anamnesa oleh perawat, pasien akan diberi tetes mata agar pupilnya bisa terbuka sempurna sebelum diperiksa oleh dokter. Dalam model ini, waktu terbukanya pupil mata semenjak diberi tetes mata, diasumsikan secara rata-rata yaitu 30 menit berdasarkan informasi yang didapatkan melalui wawancara dengan perawat.

Dari Gambar 5, terlihat bahwa rata-rata waktu antrian saat ini (*existing*) untuk subspesialis vitreo retina A, vitreo retina B dan subspesialis tumor/rekonstruksi berturut-turut adalah 1 jam 52 menit, 1 jam 39 menit dan 1 jam 2 menit. Waktu tunggu tersebut masih di atas Standar Pelayanan Minimal (SPM) Rumah Sakitdalam Peraturan Menteri Kesehatan no.129/Menkes/SK/II/2008 untuk pelayanan rawat jalan yaitu kurang atau sama dengan 60 menit. Beberapa skenario sistem antrian pelayanan seperti dijelaskan pada subbab sebelumnya dicobakan pada sistem utnuk kemudian dibandingkan dengan kondisi saat ini.
Seperti terlihat pada Gambar 5, skenario 1 mempunyai waktu tunggu yang minimal dibandingkan dengan sistem nyata maupun model skenario yang lain. Skenario 1 adalah model skenario dengan aturan pelayanan *First Come First Serve* (FCFS) baik untuk anamnesa maupun dokter tanpa melihat dari nomor urut yang dimiliki pasien. Apabila nomor urut pasien masih dipertimbangkan dalam aturan pelayanan pasien, skenario II merupakan alternatif solusi yang bisa dipilih. Untuk subspesialis vitreo retina, skenario II merupakan skenario dimana aturan pelayanannya adalah FCFS untuk anamnesa, sementara disiplin pelayanan dokter diurutkan dari nomor yang kecil ke nomor besar per 5 pasien. Sedangkan untuk subspesialis tumor/rekonstruksi, skenario II merupakan skenario dimana aturan pelayanannya adalah

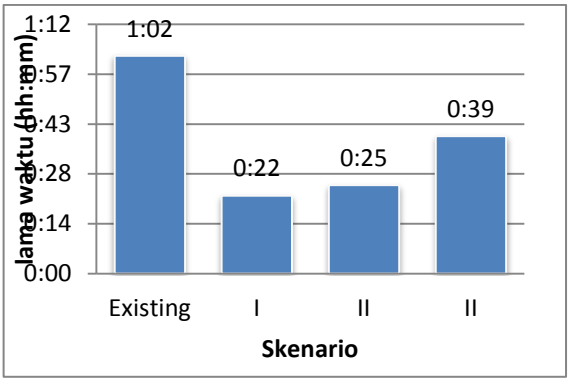
FCFS untuk anamnesa, sementara dokter melayani per 5 pasien yang telah di anamnesa, prioritas pada pasien perjanjian dan sisanya pasien langsung.



a. Rerata waktu tunggu pada vitreo retina A



b. Rerata waktu tunggu pada vitreo retina B



c. Rerata waktu tunggu pada subspesialis tumor/rekonstruksi

Gambar 5. Rata-rata waktu tunggu pada masing-masing subspesialis

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data seperti tersebut di atas, kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model sistem antrian berbasis *spreadsheet* bisa digunakan untuk menganalisis sistem antrian *single channel multi phase*.
2. Dari studi kasus di rumah sakit, sistem antrian *First Come First Serve* (FCFS) merupakan skenario sistem antrian yang memberikan waktu tunggu minimal bagi pasien.
3. Apabila pada subspesialis vitreo retina dan subspesialis tumor/rekonstruksi masih mempertimbangkan nomor urut pasien (dikarenakan adanya pasien perjanjian dan pasien langsung), sistem antrian yang bisa merupakan solusi baik adalah FCFS pada anamnesa dan pengurutan pelayanan dokter sesuai nomor per 5 pasien untuk vitreo retina, dan pada subspesialis tumor/rekonstruksi adalah pelayanan dokter bergantian antara pasien perjanjian dan pasien langsung per 5 pasien yang telah di anamnesa, prioritas pada pasien perjanjian dan sisanya pasien langsung

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, S. and Amagoh, F.,(2008). "Modeling Hospital Resource with Process Oriented Simulation", *Central Asia Business*, Vol.1, No.1, pp 5-20.

Dexter, F., (1999). "Design of Appoitment System for Preanesthetic Evaluation Clinics to Minimize Petient Waiting Times: A Review of Computer Simulation and Patient Survey Studies". *International Anesthesia Research SocietyReview Article.* pp. 925-931.

Evans, J.R., Olson D.L., (2003). *Statistics, Data Analysis, and Decision Modelling*, 2nd Ed., Prentice Hall, New Jersey.

Harper, P.R. and H.M. Gamlin, (2003), Reduced Outpatient waiting times with improved appointment scheduling: a simulation modeling approach. *OR Spectrum*, pp 207-222.

Heizer J. and Render B., (1996), *Production and Operation Management*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey

Hillier, F.S. and Lieberman, G.I., (2001), *Introduction to Operations Research*. Holden Day, Inc., San Fransisco.

Huarng, F. and Lee, M.H., (1996), "Using Simulation in out-patient queues: a case study". *International Journal of Health Care Quality Assurance*.

Law, A.M., and Kelton, W.D., (1991), *Simulation Modeling and Analysis, 2nd edition*, McGeaw-Hill, New York.

Leong, T.Y., (2007), "Simpler *Spreadsheet* Simulation of Multi-Server Queues".*Informs 2007.* Vol.7, No.2, January 2007, pp. 172-177.

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 129/Menkes/SK/II/2008 tentang Standar Pelayanan Minimal Rumah Sakit.

Wang,C., Lee,Y., and Lin, W., (2006), Application of queuing model in healthcare administrations with incorporation of human factors, *Journal of American Academy of Business.* Vol. 8, No.1, pp.304-310.

Winston, W.L., (2004). *Operations Research Application and Algorithms, 6th edition*, Thomson Learning Inc., California.

Wulandari, N.E., (2006). *Pengembangan Model Matematis Antrian Dengan Karakteristik Time Dependent*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

PENENTUAN VARIABEL - VARIABEL YANG BERPENGARUH TERHADAP PEMILIHAN SEBUAH MAL DI SURABAYA
(Studi Kasus : Plaza Tunjungan, Delta Plaza, Galaxy Mal)

Suparto, Mimin Noviani
Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jln. AR Hakim no:100 Surabaya
Email:wrskt_indria@yahoo.com

ABSTRAKS
Semakin banyaknya Mal yang ada maka persaingan pasar yang ada juga semakin ketat, sehingga masing - masing Mal bebas menerapkan strateginya untuk menarik perhatian pengunjung dan dapat berkompetisi dengan yang lain, karena pelanggan adalah misi utama dalam setiap perusahaan. Untuk dapat bersaing dan terus bertahan tidak hanya dapat dilakukan dengan strategi khusus, tetapi juga dengan cara pendekatan terhadap konsumen,agar kita tahu apa yang diinginkan konsumen. Untuk keperluan hal tersebut, maka perlu adanya upaya - upaya untuk mengidentifikasi hal - hal yang berkaitan dengan pertimbangan konsumen dalam memilih Mal. Proses identifikasi pasar dilakukan dengan mengelompokkan responden kedalam beberapa segmen pasar yang mempunyai kesamaan dalam hal prioritas kepentingan terhadap Mal. Untuk mendapatkan gambaran mengenai variabel yang diprioritaskan konsumen untuk memilih suatu Mal digunakan Analisis Faktor, sedangkan untuk mengetahui segmentasi konsumen Mal berdasarkan variabel kepentingannya digunakan K-Mean Cluster Analysis. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan adanya dua puluh lima variabel yang diprioritaskan dan dipentingkan oleh konsumen dalam memilih Mal di Surabaya. Ke-25 variabel tersebut dikelompokkan kedalam 6 (enam) Faktor. Sedangkan dalam pengelompokan segmentasi terbagi atas tiga kelompok segmen, segmen 1 sebanyak 58 responden (26,98 %), segmen 2 sebanyak 76 responden (35,35 %), dan segmen 3 sebanyak 81 responden (37,67 %).

Kata Kunci :*Analisis Faktor, K-mean Cluster, Mal (Pusat Perbelanjaan), Segmentasi.*

PENDAHULUAN
Latar Belakang

Mal (Departemen Store) merupakan salah satu sarana seseorang untuk mencari pemenuhan kebutuhan sehari – hari, baik itu kebutuhan primer, sekunder maupun tersier. Selain itu juga Mal merupakan sarana seseorang untuk refreshing menghilangkan stress atau juga untuk menunjukkan gaya hidup atau status sosial, sehingga perlu adanya tempat atau sarana yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut yang sesuai dengan keinginan konsumen.

Dengan adanya kondisi tersebut, semakin banyak pengusaha – pengusaha berlomba – lomba membangun pusat perbelanjaan dan pusat rekreasi keluarga atau Mal. Tetapi dengan semakin banyaknya Mal yang ada maka persaingan pasar yang ada juga semakin ketat, sehingga masing – masing Mal bebas menerapkan strateginya untuk dapat menarik perhatian pengunjung dan dapat berkompetisi dengan yang lain, karena pelanggan adalah misi utama dari setiap perusahaan. Justru ketika perusahaan tidak berorientasi pada pelanggan cepat atau lambat pelanggan potensial akan segera meninggalkan perusahaan tersebut.

Untuk dapat bersaing dan terus bertahan tidak hanya dapat dilakukan dengan strategi khusus, tetapi juga dengan pendekatan terhadap konsumen, artinya kita harus tahu apa yang diinginkan oleh konsumen. Untuk menggali semua itu maka perlu adanya upaya – upaya untuk mengidentifikasi hal – hal yang berkaitan dengan pertimbangan konsumen dalam memilih Mal. Dari pengidentifikasian ini selanjutnya dapat dilakukan suatu perangkaian variabel yang paling dipertimbangkan dalam memilih Mal. Selanjutnya dapat dilakukan perbaikan dan peningkatan dimasa yang akan datang pada variabel yang telah menjadi pertimbangan utama para konsumen Mal. Disamping melakukan pengidentifikasian variabel – variabel yang dipertimbangkan dalam memilih Mal di Surabaya juga dilakukan upaya segmentasi terhadap pelanggan Mal di Surabaya.

Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengidentifikasi dan menentukan variabel – variabel yang diprioritaskan konsumen terhadap pemilihan suatu Mal di Surabaya?
2. Bagaimana menentukan segmentasi konsumen atau pengunjung Mal berdasarkan variabel – variabel yang berpengaruh terhadap pemilihan Mal di Surabaya ?

Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi dan menentukan variabel – variabel yang diprioritaskan oleh konsumen terhadap pemilihan suatu Mal di Surabaya.
2. Menentukan segmentasi konsumen atau pengunjung Mal bardasarkan variabel – variabel yang berpengaruh terhadap pemilihan Mal di Surabaya.

Batasan dan Asumsi

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1) Mal yang menjadi obyek penelitian ini adalah Mal yang berada di Surabaya yaitu; GALAXY MAL, PLAZA SURABAYA (DELTA PLAZA) dan TUNJUNGAN PLAZA (TP).
2) Pemilihan Mal didasarkan pada variasi outlet / barang yang cukup besar.

Asumsi

1) Situasi lingkungan pemasaran tidak mengalami perubahan secara drastis, baik yang dilakukan oleh pesaing, konsumen, dan komponen lingkungan pemasaran yang lainnya selama penelitian ini berlangsung.
2) Keadaan ekonomi di Indonesia dalam keadaan stabil.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Mal

Istilah Mal atau pusat perbelanjaan sudah tidak asing lagi bagi sebagian masyarakat, menurut kamus lengkap bahasa Indonesia Mal adalah tempat perbelanjaan lengkap (Fajri Em Zul, 2000). Berdasarkan pendapat Philip Kotler dan Gary Amstrong dalam bukunya mengungkapkan bahwa pusat perbelanjaan (Mal) adalah kelompok bisnis pengecer yang dikembangkan, direncanakan, dimiliki, dan dikelola sebagai unit. Pusat perbelanjaan dapat diklasifikasikan menurut jumlah dan jenis toko yang ada didalamnya dan sifat atau bidang perdagangan yang dilayaninya yaitu :

1) Pusat perbelanjaan regional adalah pusat perbelanjaan yang terbesar dan paling dramatik dari semua pusat perbelanjaan, seperti pusat kota mini didalamnya terdapat 40 sampai 100 toko yang menarik pelanggan dari wilayah yang luas dalam tempat tertutup yang memberikan kenyamanan berbelanja dalam cuaca yang bagaimanpun.
2) Pusat perbelanjaan komunitas adalah pusat perbelanjaan yang terdapat 15 sampai 50 toko pengecer dimana didalamnya biasanya terdapat toko primer dan sebuah pasar swalayan, toko spesial dan sebuah bank.
3) Pusat perbelanjaan lingkungan adalah pusat perbelanjaan dimana di dalamnya terdapat 5 sampai 15 toko yang saling berdekatan letaknya dan sangat menyenangkan konsumen, biasanya ada pasar swalayan dan beberapa toko jasa.

Segmentasi

Pasar terdiri dari para penjual dan pembeli yang berbeda – beda dalam satu atau banyak hal. Keinginan, daya beli, lokasi geografis, perilaku pembelian dan praktek pembelian merupakan sebab yang membuat mereka berbeda, berdasarkan variabel atau perbedaan – perbedaan tersebut maka dapat digunakan untuk mensegmentasi suatu pasar.

Segmentasi pasar adalah merupakan usaha untuk mengelompokkan pasar dari yang selalu bersifat heterogen ke dalam bagian – bagian yang memiliki sifat yang homogen (Gitosudarmo, 2001). Sedangkan menurut Philip Kotler (2000), mengemukakan bahwa segmentasi pasar adalah pemisah pasar pada kelompok – kelompok pembeli menurut jenis – jenis produk tertentu dan memerlukan bauran pemasaran tersendiri. Lebih lanjut Philip Kotler mengemukakan bahwa persyaratan segmentasi yang efektif adalah sebagai berikut :

i. Dapat diukur. Besar dan daya beli setiap segmen harus dapat diukur dengan tingkat tertentu.
ii. Besar. Seberapa cukup besar suatu segmen dan menguntungkan untuk dilayani, sehingga segmen harus merupakan nilai kelompok homogen terbesar.
iii. Dapat dijangkau. Segmen yang mudah dijangkau akan dilayani secara efektif.
iv. Dapat dibedakan. Segmen – segmen dapat dipisah – pisahkan secara konseptual dan memberikan tanggapan yang berbeda terhadap elemen – elemen program – program bauran pemasaran yang berbeda.
v. Dapat diambil tindakan. Seberapa jauh program yang efektif dapat dirumuskan untuk menarik dan melayani segmen yang bersangkutan.

Prosedur Segmentasi Pasar

Prosedur pelaksanaan segmentasi pasar menurut Philip Kotler dibagi dalam tiga tahap yaitu :

1) Tahap survei. Periset menyelenggarakan wawancara untuk mencari penjelasan dan memusatkan perhatian pada kelompok untuk memperoleh pendangan terhadap motivasi konsumen, sikap, dan perilaku. Dengan menggunakan penemuan ini, periset menyiapkan kuisioner resmi untuk mengumpulkan data mengenai :
   a. Sifat dan peringkat kepentingan mereka.
   b. Kesadaran merk dan peringkat merk.
   c. Pola penggunaan produk.
   d. Sikap terhadap golongan produk.
   e. Demografi, psikografi, dan mediagrafi dari responden.
2) Tahap analisis. Periset menggunakan analisa faktor pada data –data untuk membuang data yang berkorelasi tinggi. Kemudian perisat menggunakan analisis kelompok untuk menghasilkan penetapan jumlah segmen yang maksimum.
3) Tahap pembentukan. Masing – masing kelompok dibentuk dengan persyaratan perbedaan sikap, perilaku, demografi, psikografi dan kebiasaan konsumen media konsumen. Masing – masing segmen dapat dibatasi nama berdasarkan sifat – sifat dominan yang membedakan.

Dasar – Dasar Untuk Mensegmentasi Pasar Konsumen

1) Segmentasi Geografis.
   Pembagian pasar menjadi unit – unit geografi yang berbeda seperti negara, negara bagian, wilayah, propinsi, kota atau RT. Perusahaan dapat memutuskan untuk beroperasi dalam satu atau beberapa wilayah geografi atau beroperasi dalam seluruh wilayah tetapi memberikan perhatian pada variasi lokal dalam kebutuhan dan preferensi geografi.
2) Segmentasi Demografi.
   Pembagian pasar menjadi kelompok – kelompok dengan dasar variabel – variabel demografi seperti usia, jenis kelamin, ukuran keluarga, siklus hidup keluarga, penghasilan, pekerjaan, pendidikan, agama, ras dan kewarganegaraan. Variabel – variabel demografi merupakan dasar yang paling populer untuk membedakan kelompok – kelompok pelanggan. Satu alasan bahwa keinginan preferensi dan tingkat pemakaian konsumen sering berhubungan dengan variabel – variabel demografi. Alasan lain adalah variabel demografi lebih mudah diukur daripada sebagian besar variabel.
3) Segmentasi Psikografi.
   Pembeli dibagi menjadi dua kelompok yang berbeda berdasarkan kelas sosial, gaya hidup, dan atau kepribadian. Orang – orang dalam kelompok demografi yang sama dapat menunjukkan psikografi yang berbeda.
4) Segmentasi Perilaku.
   Pembeli dibagi menjadi kelompok – kelompok berdasarkan pengetahuan, sikap pemakaian atau tanggapan mereka tentang suatu produk.

Penetapan Pasar Sasaran (Konsumen)

Segmentasi pasar menunjukkan peluang pasar yang dihadapi oleh perusahaan. Perusahaan harus mengevaluasi bermacam – macam segmen dan menentukan berapa dan segmen mana yang akan dimasuki dan diperhatikan untuk dijadikan sasaran.

Langkah – langkah untuk menetapkan pasar sasaran adalah sebagai berikut :

i. Mengetahui segmen pasar. Dalam hal ini yang harus diperhatikan adalah tiga faktor, yaitu ukuran dan pertumbuhan segmen, daya tarik strukturural segmen dari sudut kemampuan, disini termasuk adalah persaingan, pendatang baru, produk subsitusi, peningkatan kekuatan tawar – menawar

pembeli dan pemasok. Disamping itu perlu diperhatikan adalah tujuan dan sumber daya perusahaan.

ii. Memilih segmen pasar. Sebagai hasil dari evaluasi dari berbagai segmen yang berbeda, perusahaan harus menentukan satu atau lebih segman pasar yang akan dimasuki dan dilayani. Lima pola yang dapat dipertimbangkan oleh perusahaan dalam pemilihan pasar sasaran yang dapat dipilih adalah konsentrasi segmen tunggal, spesialisasi selektif, spesialisasi produk, spesialisasi pasar dan cakupan seluruh pasar.

TEKNIK – TEKNIK PENGOLAHAN DATA

Uji Validitas dan Reliabilitas.

Validitas didefinisikan sebagai ukuran seberapa akurat suatu alat tersebut melakukan fungsi ukurnya. Apabila variabel yang didapat semakin mengenai sasarannya dan semakin menunjukkan apa yang seharusnya dilakukan. Pengujian validitas ini dilakukan dengan internal validity, dimana kriteria yang dipakai berasal dari dalam alat tes itu sendiri dan masing – masing item tiap variabel dikorelasikan dengan nilai total yang diperoleh dari koefisien korelasi produk moment. Apabila koefisien korelasi rendah dan tidak signifikan, maka item yang bersangkutan gugur, taraf signifikan yang digunakan adalah 5 %. Perhitungan korelasi masing – masing variabel dengan skor total menggunakan teknik korelasi produk momen yang dirumuskan seperti berikut :

$$r = \frac{N\left(\sum xy\right) - \left(\sum x \sum y\right)}{\left\{\left(N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2\right)\left(N\sum y^2 - \left(\sum y\right)^2\right)\right\}^{1/2}} \qquad (1)$$

x = skor tiap – tiap variabel
y = skor total tiap responden
N = jumlah responden

Setiap variabel yang dihipotesakan akan diukur korelasinya dan dibandingkan dengan melihat angka kritisnya.

Uji reliabilitas digunakan untuk menguji keajegan hasil pengukuran kuisioner yang erat hubungannya dengan masalah kepercayaan. Suatu alat tes dikatakan mempunyai taraf kepercayaan jika tes tersebut memberikan hasil yang tepat (ajeg). Untuk mengukur reliabilitas dapat menggunakan rumus Cronbach'Alpha dengan persamaan sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2}\right) \qquad (2)$$

dimana :

r_{11} = reliabilitas instrumen
k = banyak butir pertanyaan
σ_t^2 = varians total
$\sum \sigma_b^2$ = jumlah varians butir

Analisis Klaster

Analisa kluster adalah salah satu teknik analisa multivariat yang digunakan untuk mengkombinasikan observasi menjadi beberapa grup atau kluster dimana tiap cluster homogen berdasarkan karakteristik tertentu dan untuk antar grup berbeda karakteristiknya dengan grup yang lainnya. Analisa Klaster pada prinsipnya digunakan untuk mereduksi responden menjadi beberapa segmen (klaster) berdasarkan tingkat preferensi konsumen (responden) terhadap beberapa variabel tertentu.

Tujuan dari cluster antara lain adalah:

a. Mengelompokkan obyek menjadi satu kelompokyang mempunyai tingkat kesamaan yang tinggi diantara sesamanya.
b. Membedakan dengan jelas antara satu cluster dengan cluster lainnya.

Analisa cluster dapat dibagi menjadi dua yaitu:

a) Hierarchical Cluster, digunakan untuk sampel atau data yang relatif sedikit. Lebih berusaha mengelompokkan responden berdasarkan kemiripan pada persepsi responden dengan

membandingkan setiap pasang variabel. Proses hirarki terdiri dari dua metode yaitu metode aglomerasi dan metode defisit. Metode aglomerasi merupaka pembentukan obyek kedalam kelompok – kelompok, sedangkan defisit membagi sekumpulan obyek kedalam sub kelompok yang lebih kecil.

b) Non hierarki (K – mean cluster), didisain untuk kelompok item bukan variabel. Jumlah cluster dapat ditentukan diawal ataupun ditentukan sebagai bagian dari prosedur cluster karena matrik jarak tidak perlu ditentukan dan tidak perlu disimpan selama analisa, metoda non hierarki ini biasanya digunakan untuk data yang besar.

Analisis Faktor

Menurut Santoso dan Tjiptono (2001), analisa faktor pada prinsipnya digunakan untuk mereduksi data, yaitu proses untuk meringkas sejumlah variabel menjadi lebih sedikit dan menamakannya sebagai factor. Misalnya 10 variabel yang mempengaruhi sikap konsumen, setelah dilakukan analisa, variabel tersebut dapat diringkas menjadi tiga faktor utama. Secara garis besar langkah – langkah analisa faktor yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan variabel apa saja yang akan dianalisis.
2. Menguji variabel - variabel yang telah ditentukan, dengan menggunakan metode Bartletts test of Sphericity serta pengukuran MSA (Measure of Sampling Adequacy).
3. Melakukan proses inti pada analisis faktor, yakni *factoring*, atau menurunkan satu atau lebih dari variabel - variabel yang telah lolos pada uji variabel sebelumnya.
4. Melakukan proses *Factor Rotation* atau rotasi terhadap faktor yang telah terbentuk. Tujuan rotasi untuk memperjelas variabel yang masuk kedalam faktor tertentu. Beberapa metode rotasi :
    a. Orthogonal Rotation, yakni memutar sumbu 90^o. proses rotasi dengan metode Orthogonal masih bisa dibedakan menjadi : Quartimax, Varimax dan Equimax.
    b. Oblique Rotation yakni memutar sumbu kekanan, namun tidak harus 90^o. proses rotasi dengan metode Oblique masih bisa dibedakan menjadi Oblimin, Promax, Orthoblique dan lainnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan data persepsi responden (konsumen) terhadap Mal diperlukan suatu alat pengukuran yaitu kuisioner, yang berisi beberapa pertanyaan mengenai hal-hal apa saja yang dianggap penting oleh konsumen dalam memilih sebuah Mal. Pertanyaan-pertanyaan tersebut nantinya dijadikan sebagai variable dalam penelitian ini. Variabel – variabel tersebut adalah sebagai berikut:

1. Adanya penawaran harga khusus (discount)
2. Ketersediaan barang yang dibutuhkan
3. Ketersediaan alat untuk membawa barang
4. Barang yang selalu up to date
5. Kemudahan memperoleh barang / outlet (toko) yang dicari
6. Kelengkapan outlet / toko (outlet / toko yang lengkap)
7. Lay out penempatan counter / toko
8. Lokasi yang strategis (kedekatan Mal dari rumah)
9. Luas area Mal
10. Kemudahan alat transportasi umum untuk ke Mal
11. Kedekatan dan kecukupan fasilitas parkir
12. Kualitas gedung (bentuk bagunan Mal / gedung yang megah)
13. Fasilitas umum (toilet umum, tempat ibadah dll)
14. Kebersihan Mal
15. Keramahan pelayanan
16. Keamanan
17. Kelancaran transaksi (adanya mesin ATM)
18. Kemudahan transaksi (bisa melakukan transaksi dengan bayar tunai kartu debit ataupun kartu kredit)
19. Sarana Rekreasi keluarga (arena bermain, bioskop, discotique)
20. Counter food
21. Kehandalan perusahaan untuk menyediakan barang dan jasa yang berkualitas
22. Komunikasi perusahaan yang secara terbuka dan jujur kepada anda sebagai konsumen
23. Penerimaan perusahaan terhadap keluhan konsumen dan meresponnya dengan cepat dan baik
24. Penyelenggaraan event – event
25. Suasana belanja yang nyaman

Kuisioner tersebut disebar pada 3 (tiga) Mal yang ada diSurabaya yaitu: Plaza Tunjungan (TP), Delta Plaza dan Galaxy Mal. Penyebaran kuisioner awal adalah sebanyak 50 buah kuisioner sedangkan penyebaran kuisioner sebenarnya adalah sebanyak 250 kuisioner, sesuia dengan banyaknya jumlah sampel minimum yang diperlukan dalam penelitian ini didasarkan pada rumus Bernoulli.

$$N \geq \frac{\left[Z_{\alpha/2} \right]^2 . p . q}{e^2} \quad (3)$$

N : Jumlah sampel minimum
α : Tingkat ketelitian
Z : Nilai tabel distribusi normal
e : Tingkat kesalahan
p : Proporsi responden yang mengisi kuisioner dengan benar
q : Proporsi responden yang tidak mengisi kuisioner dengan benar (lengkap)

Sehingga jumlah sampel minimum dapat dicari berdasarkan rumus diatas :

$$N \geq \frac{(1{,}96)^2 . (0{,}84) . (0{,}16)}{(0{,}05)^2}$$

$$N \geq \frac{(3{,}8416) . (0{,}84) . (0{,}16)}{(0{,}0025)}$$

$$N \geq 206{,}92 \approx 207$$

PENGUMPULAN DATA

Setelah dilakukan penyebaran kuisioner pada tiga Mal yang dimaksud, maka hasil penyebaran kuisioner dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Penyebaran Kuisioner

Kuisioner	Jumlah
Disebar	250
Dikembalikan :	232
- Diisi dengan lengkap dan benar	215
- Diisi tetapi tidak sah atau salah	17

Dari perhitungan diatas tampak bahwa sampel penelitian yang diperlukan adalah 207, sedangkan jumlah kuisioner yang dikumpulkan kembali dan diisi dengan lengkap dan benar adalah sebanyak 215 kuisioner.Dengan demikian pengumpulan data penelitian ini sudah memenuhi syarat ukuran sampel yang ditetapkan.

Uji Validitas Dan Reliabilitas.

Hasil dari pengolahan uji validitas dari penyebaran kuisioner dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel2. Hasil Uji Validitas

No	Atribut / Variabel	Korelasi Produk momen (r)	r_{tabel}	Keterangan
1	Adanya penawaran harga khusus (discount)	0,3107	0,304	Valid
2	Ketersediaan barang yang di butuhkan	0,5824	0,304	Valid
3	Ketersediaan alat untuk membawa barang	0,5881	0,304	Valid
4	Barang yang selalu up to date	0,5130	0,304	Valid
5	Kemudahan barang / outlet (toko) yang dicari	0,6428	0,304	Valid
6	Kelengkapan outlet / toko (outlet / toko yang lengkap)	0,4162	0,304	Valid
7	Lay out penempatan counter / toko	0,4903	0,304	Valid

8	Lokasi yang strategis (kedekatan mal dari rumah)	0,3123	0,304	Valid
9	Luas area mal	0,7121	0,304	Valid
10	Kemudahan alat transportasi umum untuk ke mal	0,4425	0,304	Valid
11	Kedekatan dan kecukupan fasilitas parkir	0,7425	0,304	Valid
12	Kualitas gedung (bentuk bangunan mal / gedung)	0,6302	0,304	Valid
13	Fasilitas umum (toilet umum, tempat ibadah, dll)	0,5871	0,304	Valid
14	Kebersihan mal	0,6592	0,304	Valid
15	Keramahan pelayanan	0,4523	0,304	Valid
16	Keamanan	0,5670	0,304	Valid
17	Kelancaran transaksi (adanya mesin ATM)	0,5696	0,304	Valid
18	Kemudahan transaksi (bisa melakukan trasaksi dengan bayar tunai, kartu debit ataupun kartu kredit)	0,6025	0,304	Valid
19	Sarana rekreasi keluarga (arena bermain, bioskop / diskotik)	0,4971	0,304	Valid
20	Counter food	0,6225	0,304	Valid
21	Keandalan perusahaan untuk menyediakan barang dan jasa yang berkualitas	0,4971	0,304	Valid
22	Komunikasi perusahaan yang secara terbuka dan jujur pada anda sebagai konsumen	0,4327	0,304	Valid
23	Penerimaan perusahaan terhadap keluhan konsumen / pengujung dan meresponnya dengan cepat dan baik	0,3486	0,304	Valid
24	Penyelenggaraan event - event	0,5348	0,304	Valid
25	Suasana belanja yang nyaman	0,7121	0,304	Valid

Nilai r tabel sebesar 0,304 didapatkan dari tabel r dengan derajat bebas (df) adalah df = n – 2, df = 42 – 2 = 40. Berdasarkan Tabel2. dapat diketahui bahwa $r_{hitung} \geq r_{tabel}$, hal ini berarti semua atribut adalah valid.

Dalam pengujian reliabilitas ini dilakukan dengan cara membandingkan antara nilai α_{hitung} dengan α_{tabel}. Suatu alat penelitian dikatakan memiliki reliabilitas cukup baik jika nilai α_{hitung} lebih kecil dari α_{tabel}.Berdasarkan hasil perhitungan reliabilitas, $\alpha_{tabel} = 0{,}9145$ yang dibandingkan dengan α_{hitung} per item, maka didapat nilai α_{hitung} per item lebih kecil dari α_{tabel} maka atribut - atribut yang muncul dapat dinyatakan sudah reliabel.

PENGOLAHAN DATA

Analisis Klaster

Segmentasi konsumen MAL (pusat perbelanjaan)diSurabaya dilakukan dengan mengelompokkan responden ke dalam beberapa segmen pasar yang mempunyai kesamaan dalam hal prioritas kepentingan terhadap variabel / atribut Mal (pusat perbelanjaan) di Surabaya. Pembentukan segmen pasar Mal di Surabaya ini didasarkanatas data prioritas variabel mulai dari yang dianggap penting oleh konsumen (no urut 1) sampai dengan variabel yang dianggap kurang penting (no urut 25).

Metode yang digunakan dalam identifikasi segmen pasar ini menggunakan analisis pengelompokan (cluster analisis) yaitu metode k-mean cluster (non hierarchieal cluster). Prinsip metode k-mean cluster ini adalah membagi responden ke dalam segmen, sehingga total variansi pada segmen tersebut bisa didapat sekecil mungkin dengan demikian preferensi individu dalam satu segmen menjadi lebih homogen dibandingkan dengan preferensi individu dalam segmen yang berbeda. Penentuan jumlah segmen tidak mempunyai aturan pasti. Jumlah segmen yang terlalu banyak menyebabkan perusahaan sulit untuk mempertimbangkan dengan menerapkan strategi pemasaran yang tepat. Untuk mentukan jumlah segmen yang optimal perlu dibandingkan segmen yang dihasilkan dari penetapan nilai k (jumlah segmen) yang berbeda-beda. Jumlah segmen merupakan hasil trade-off antara jumlah segmen dengan ukuran segmen.

Tiga jenis pengelompokan atau pemilihan jumlah segmen yang dipakai dalam penelitian ini adalah k = 2, k = 3, k = 4. Tabel 3. menguraikan prosentase jumlah responden yang terdistribusi pada masing-masing segmen untuk ke tiga jenis nilai k (jumlah segmen) tersebut.

Tabel 3. Prosentase Jumlah Responden

Jenis Pengelompokan	Segmen	Jumlah Responden	Prosentae
K = 2	1	96	44,65 %
	2	119	55,35 %
K = 3	1	58	26,98 %
	2	76	35,35 %
	3	81	37,67 %
K = 4	1	43	20 %
	2	72	33,49 %
	3	55	25,58 %
	4	45	20,93 %

Dengan memperhatikan prosentase jumlah responden yang terdistribusi pada masing-masing segmen maka dalam penelitian ini ditetapkan jumlah segmen yang dipakai adalah 3 (k=3), dimana responden terbagi hampir rata pada masing-masing segmen, dimana segmen 1 mencakup 26,98 %, segmen 2 mencakup 35,35% sedangkan segmen 3 mencakup 37,67 %.Adapun struktur atribut / variabel untuk tiap-tiap segmen pasar yang dihasilkan melalui metode cluster mean analisis ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Struktur Prioritas Atribut / Variabel Segmen

Variabel	Cluster		
	1	2	3
Discount	7,72	**10,25**	3,52
Ketersediaan barang	11,38	**11,63**	4,88
Ketersediaan alat	**15,60**	15,41	11,89
Up to date	**13,95**	13,79	7,42
Kemudahan	**17,50**	13,16	9,70
Kelengkapan	**17,09**	11,62	9,42
Lay out	**19,24**	16,22	14,67
Lokasi strategis	**15,17**	9,26	9,89
Luas	**18,52**	11,51	15,17
Transportasi	**14,40**	9,00	12,46
Fasilitas parkir	14,03	7,76	**15,33**
Gedung	**15,00**	11,46	14,63
Fasilitas umum	6,29	6,39	**15,51**
Kebersihan	6,88	7,04	**9,95**
Keramahan	7,36	5,54	**12,94**
Keamanan	4,36	5,49	**9,23**
Kelancaran transaksi	13,78	4,43	**16,12**
Kemudahan transaksi	14,97	15,99	**17,56**
Sarana rekreasi	14,19	**18,31**	15,17
Counter food	12,19	**18,50**	15,94
Keandalan	12,79	**19,11**	17,48
Komunikasi	12,14	**19,22**	17,64
Penerimaan	13,22	**18,83**	18,62
Event	17,45	**20,33**	16,75
Kenyamanan	9,29	**15,24**	13,70

Analisis Faktor

Hasil analisa faktor adalah matrik faktor . Matrik faktor memuat koefisien yang digunakan untuk menyatakan variabel standar yang disebut faktor koefisien *faktor loading* menerangkan korelasi antara variabel asal dengan faktornya. Nilai koefisien yang besar menyatakan hubungan yang erat antara faktor dan variabel asal sehingga variabel dapat digunakan untuk menafsirkan faktor . Dalam analisis ini digunakan prosedur Rotasi Varimax, yaitu suatu prosedur rotasi yang meminimalkan jumlah variabel

yang memiliki loading tinggi terhadap faktornya sehingga memudahkan penafsiran. Hasil selengkapnya rotasi komponen matrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 5. Rotated Componen Matrix

Variabel	Component					
	1	2	3	4	5	6
Discount	.314	.393	.059	.326	.108	**-.466**
Ketersediaan barang	.182	**.678**	.067	.071	.216	.059
Ketersediaan alat	.023	**.585**	.021	.121	.275	-.057
Up to date	.155	**.694**	.151	.008	.001	.143
Kemudahan	.095	**.704**	.242	.168	.081	.204
Kelengkapan	.049	**.527**	.328	.153	.254	.128
Lay out	.0226	.216	**.605**	.136	.021	.070
Lokasi strategis	.022	.169	**.756**	.077	.162	.195
Luas	.273	.034	**.690**	.188	.109	.133
Transportasi	.376	**.413**	.311	.077	-.139	.015
Fasilitas parkir	**.672**	.201	.264	.209	.140	.001
Gedung	**.494**	.207	.241	.426	.062	062
Fasilitas umum	**.753**	.102	.036	.217	.015	.038
Kebersihan	**..782**	.129	.272	-.002	.064	.121
Keramahan	**.766**	.096	.035	.042	.253	.076
Keamanan	**.703**	.031	.077	.057	.216	.321
Kelancaran transaksi	.261	.057	.111	.213	.039	**.704**
Kemudahan transaksi	.175	.203	.029	.258	.169	**.690**
Sarana rekreasi	.119	.027	.014	**.797**	.037	.303
Counter food	.306	.275	.135	**.452**	.148	.354
Keandalan	.169	.000	.357	.424	**.499**	.017
Komunikasi	.059	.167	.023	.436	**.572**	.125
Penerimaan	.099	.226	.086	.032	**.776**	.035
Event	.034	.239	.187	**.469**	.336	.005
Kenyamanan	.361	.355	.050	.012	**.508**	.172

Dari Tabel 5 Rotated Componen Matrix diatas dapat diketahui ada 6 component matrix sesuai dengan jumlah faktor yang didapat yaitu distribusi variabel.

Tabel 6. Pengelompokan Variabel Pembentuk Faktor.

Faktor	Nilai Eigen	% of Variance	Comulative %	Variabel Pembentuk Faktor	Nilai Loading
1	7,332	29,328	29,328	- Kedekatan dan kecukupan fasilitas parkir - Kualitas gedung (bentuk bangunan) - Fasilitas umum (toilrt umu, tempat ibadah) - Kebersihan Mal - Keramahan Pelayan - Keamanan	0,672 0,494 0,753 0,782 0,766 0,763
2	2,,017	8,066	37,394	- Ketersediaan barang yang dibutuhkan - Ketersediaan alat untuk membawa barang - Barang yang selalu up to date - Kemudahan barang / out let (toko) yang dicari - Kelengkapan out let / toko (out let / toko yang lengkap) - Kemudahan alat transportasi umum untuk Mal	0,678 0,585 0,649 0,704 0,527 0,413
3	1,596	6,385	43,779	- Lay out penempatan counter / toko - Lokasi yang strategis (kedekatan Mal dari rumah) - Luas area Mal	0,605 0,756 0,690

4	1,386	5,543	49,322	- Sarana rekreasi keluarga (arena bermain) - Counter food - Penyelenggaraan event-event	0,797 0,452 0,469
5	1,189	4,758	54,080	- Keandalan perusahaan untuk menyediakan barang dan jasa yang berkualitas - Komunikasi perusahaan yang secara terbuka dan jujur pada anda sebagai konsumen - Penerimaan perusahaan terhadap keluhan konsumen / pengunjung dan meresponnya dengan cepat dan baik - Suasana belanja yang nyaman	0,499 0,572 0,776 0508
6	1,115	4,459	58,538	- Kelancaran transaksi (adanya mesin ATM) - Kemudahan transaksi (bisa melakuakn transaksi dengan bayar tunai, kartu debit atau kartu kredit) - Adanya penawaran harga khusus (discount)	0,704 0,690 0,466

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa terdapat 6 faktor yang mempengaruhi tingkat kepentingan konsumen dalam pemilihan sebuah Mal di Surabaya, dengan komulatif variasi 58,538 %. Artinya faktor 1 sampai faktor ke 6 bisa menjelaskan ke 25 variabel tingkat kepentingan konsumen dalam pemilihan Mal di Surabaya sebesar 58,538%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian dari tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan adanya dua puluh lima variabel yang diprioritaskan dalam pemilihan sebuah Mal di Surabaya. Dari 25 variabel tersebut direduksi menjadi 6 faktor , yang mempengaruhi tingkat kepentingan konsumen. Faktor pertama (1) yang menjadi faktor utama dikarenakan mempunyai nilai eigen paling tinggi diantara faktor yang lainnya. Atribut yang terdapat pada faktor utama (Faktor 1) yaitu : kedekatan dan kecukupan fasilitas parkir, kualitas gedung (bentuk bangunan), fasilitas umum, kebersihan Mal, keramahan pelayanan dan keamanan.
2. Segmentasi atas dasar struktur prioritas variabel yang mempengaruhi pemilihan Mal di Surabaya mengidentifikasi adanya 3 segmen pasar yang terbentuk, dengan hasil analisa sebagai berikut:
   a. Segmen. 1 sebanyak 58 responden (26,98 %)
   b. Segmen. 2 sebanyak 76 responden (35,35 %)
   c. Segmen. 3 sebanyak 81 responden (37,67 %)

   Berdasarkan pada segmen ke 3, dimana variabel fasilitas parkir, fasilitas umum, kebersihan Mal,keramahan pelayanan, kenyamanan, kelancaran transaksi dan kemudahan transaksi adalah variabel yang membedakan dengan dua segmen yang lain. Segmen ke 3 dipilih karena segmen tersebut paling banyak jumlah konsumennya, sehingga hal ini harus dipertimbangkan oleh pengelola Mal.

Saran

Saran diberikan untuk perbaikan dan pengembangan penelitian dimasa yang akan datang. Saran yang diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penentuan variabel harus lebih di gali lagi dari konsumen yang benar – benar berkompeten sehingga diharapkan dapat mewakili seluruh populasi yang ada.
2. Penelitian yang serupa dapat dilakukan dalam kurun waktu tertentu dengan melibatkan variabel deskriptor lainnya dan data – data lain yang berhubungan untuk mengantisipasi adanya kemungkinan perubahan dalam kebutuhan preferensi konsumen sehingga perumusan strategi bisnis dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Fajri Em Zul, Senja Ratu Aprilia, (2000)., "Kamus Lengkap Bahasa Indonesia", Edisi Revisi, Diva Publisher.

Gitosudarmono H. Indriyo, (2001)., "Manajemen Strategis", BPFE Yogyakarta.

Husein, Umar., (2003)., "Riset Pemasaran dan Perilaku Konsumen", PT Gramedia Pustaka Tama Dan Jakarta Business Research Center, Jakarta.

Istichomah, Wahyu.,(1999), " Faktor - faktor yang mempengaruhi Tingkat Preferensi Konsumen Terhadap Pemilih Handphone (Hp) Guna Meremcanakan Strategi Pemasaran ", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri ITATS.

Kotler, P dan Armstrong, G, (1996), "Dasar – Dasar Pemasaran", jilid 2, Edisi 6, Penerbit Intermedia Jakarta.

Kotler, P dan Susanto AB, (2000), "Manajemen Pemasaran Di Indonesia : Analisis, Perencanaan, Implementasi dan Pengendalian", Buku 1, Penerbit Salemba Empat, Jakarta.

Pilimon, Ruth, (1997), " Analisa Pengaruh Lokasi dan Citra Terhadap Prilaku Pembelian Konsumen Dengan Model Interaksi Spesial Guna penyusunan Strategi Pemasaran Supermarket (Sk. Supermarket GM Malang) ", Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri, ITS.

Rishanty, Arnita, (2002), " Analisa Keterkaitan Loyalitas Pelanggan dan Loyalitas Karyawan. (sk : Hero Galaxy, Bonet, Tops Klampis, Tops Mulyosari)", Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri ITS.

Santoso, Singgih, (2002), " Buku Latihan SPSS Statistik Multivariat ", PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.

Santoso, Singgih, (2000), " Buku Latihan SPSS Statistik Parametrik ", PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.

Santoso Singgih, Tjiptono F, (2001), "Riset Pemasaran : Konsep dan Aplikasi Dengan SPSS", Elex Media Komputindo, Jakarta.

Suaidah, Lilik, (2001), " Identivikasi Variabel - variabel Yang Berpengaruh Terhadap Pemilihan Sebuah PTS di Surabaya ", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Indrustri ITS.

ANALISIS KUALITAS LAYANAN PENGEMUDI KENDARAAN UMUM EKSEKUTIF DI DKI JAKARTA

Ibnu Annishfu Sya'ban[1], Raihan[2], dan Mulki S.[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Jakarta
Jl. Balai Rakyat, Utan Kayu, Jakarta 13120
Telp. 021-8504818
Email: labti_uid@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah multikriteria tidaklah mudah, hal ini dikarenakan banyak terdapat kriteria yang berperan dalam persoalan tersebut. Apabila terdapat beberapa kriteria penilaian, proses pemilihan kriteria mana yang paling berperan untuk mengoptimalkan tujuan bukanlah suatu hal yang mudah dilakukan. Apalagi pada proses pengambilan keputusan penilaian dilakukan tidak hanya oleh satu orang ahli, akan tetapi oleh beberapa pihak yang berkompeten dalam pengambilan keputusan.Penelitian ini membahas pengambilan keputusan multikriteria dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan penerapan metode tersebut untuk mengetahui perekrutan pengemudi taksi eksekutif. AHP menggunakan model hirarki yang terdiri dari tujuan, kriteria dan beberapa subkriteria serta alternatif untuk masing-masing permasalahan atau keputusan. Proses perekrutan pengemudi taksi eksekutif dianalisis menggunakan AHP. Hasil yang diperoleh dari pembobotan alternatif yang ada dengan menggunakan metode AHP dan proses pengolahannya dibantu dengan sofware Expert Choice dengan nilai bobot prioritas terbesar yaitu kriteria keamanan sebesar 28,7% dan nilai bobot prioritas alternatif terbesar yaitu Tiara Express sebesar 37,5%.

***Kata kunci**: kualitas layanan, pengemudi, kendaraan umum eksekutif.*

PENDAHULUAN

Semakin cepatnya perkembangan industri dan pariwisata di negeri ini membuat orang-orang mempunyai mobilitas yang tinggi dalam aktifitasnya. Tingkat aktifitas yang tinggi menuntut sebagian orang harus hadir tepat waktu, karena itu mereka membutuhkan transportasi yang aman dan nyaman.

Transportasi merupakan sarana yang dibutuhkan banyak orang sejak jaman dahulu dalam melaksanakan kegiatannya yang diwujudkan dalam bentuk angkutan. Kegiatan dari transportasi memindahkan barang (*commodity of goods*) dan penumpang dari satu tempat (*origin* atau *port of call*) ke tempat lain (*port of destination*), maka dengan demikian pengangkut menghasilkan jasa angkutan atau dengan perkataan lain produksi jasa bagi masyarakat yang membutuhkan sangat bermanfaat untuk pemindahan atau pengiriman barang dan penumpang.

Pengangkutan-pengangkutan tersebut menimbulkan masalah-masalah dalam industri transportasi yang semakin berkembang. Salah satunya adalah mengenai perusahaan taksi yang tumbuh dan cepat berkembang. Suatu perusahaan taksi harus mampu bersaing dari kompetitornya agar perusahaan tersebut tetap maju dan berkembang dalam dunia industri yang berkembang di era globalisasi sekarang ini.

Perkembangan yang pesat dalam industri taksi tersebut membuat perusahaan akan menghadapi tantangan di masa depan. Oleh sebab itu, setiap perusahaan membutuhkan pimpinan yang mampu untuk dapat menetapkan keputusan yang tepat dalam menghadap masa depan yang akan berubah-ubah seiring berjalannya waktu. Salah satu hal yang penting dalam melakukan kualitas yang baik adalah perusahaan harus dapat memanfaatkan semua sumber daya yang ada, juga memanfaatkan waktu secara optimal guna mewujudkan pelayanan yang maksimal dan menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang ditetapkan sehingga pihak pelanggan puas dengan pelayanan yang diberikan oleh perusahaan.

Angkutan umum yang sudah ada pelayanannya sangat buruk, misalnya dalam segi keselamatan dan keamanan yang merupakan standar pelayanan yang telah ada dan sudah diperhatikan oleh sejumlah pengusaha taksi. Sampai saat ini angkutan taksi regular masih merupakan pilihan utama pelaku perjalanan di perkotaan. Namun semakin berkembangnya keinginan pelanggan maka beberapa pengusaha taksi meluncurkan taksi eksekutif. Dengan tingkat keamanan dan kenyamanan serta fleksibilitas yang ditawarkan maka taksi eksekutif ini semakin dinikmati dan dipilih oleh pelaku perjalanan.

Para pengusaha taksi ini menyadari ujung tombak mereka dalam melayani pelanggan ada di pengemudi mereka. Pengemudi berperan penting sebagai garda terdepan menentukan kepuasan dan kenyamanan pelanggan sehingga mewujudkan konsumen yang loyal.

Dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) para pengusaha taksi dapat menerjemahkan keinginannya dalam merekrut pengemudi baru yang berkualitas demi meningkatkan kepuasan konsumen dengan jasa pelayanan berkualitas yang dihasilkan.

Bermunculnya jasa transportasi taksi eksekutif ini menyebabkan persaingan yang ada semakin ketat. Dengan meningkatnya jasa taksi eksekutif ini berarti semakin diminati oleh sebagian pelaku perjalanan. Dengan persaingan antar moda taksi ini maka setiap perusahaan taksi akan bekerja keras meningkatkan kemampuan pengemudinya seperti pelayanan yang lebih, fasilitas armadanya dan lain-lain.

Dalam hal ini mendorong perusahaan taksi akan melakukan evaluasi bagi pengemudi-pengemudi armada ekesekutif mereka terhadap pelayanan yang diinginkan konsumen guna melakukan perbaikan kualitas pelayanan sesuai dengan pengguna jasa moda taksi eksekutif ini. Gunanya agar konsumen tidak pindah ke perusahaan taksi lain.

METODE PENELITIAN

Pada dasarnya desain penelitian merupakan suatu kerangka kerja (framework) dalam kegiatan penelitian, yang memberikan spesifikasi rincian dari prosedur yang diperlukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam rangka memecahkan berbagai permasalahan penelitian. Dalam kaitan ini desain penelitian bermanfaat untuk menentukan berbagai metode yang digunakan dalam suatu kegiatan penelitian, antara lain yang mencakup metode pengumpulan data dan pengolahan data, serta metode analisis data.Pada pengumpulan data terdiri dari hasil *forum discussion group* sebagai kerangka kuisioner dan kuisioner penelitian pembuatan.

a *Focus Group Discussion*
   Dalam pengumpulan data dengan cara ini yaitu untuk menentukan kriteria dan subkriteria yang menjadi alasan para perusahaan yang dapat mempengaruhi dalam pemilihan pengemudi taksi.

b. Kuisioner Penelitian
   Secara umum, kuesioner dapat dikelompokkan berdasarkan struktur dan kelangsungan. Struktur mengacu pada tingkat standarisasi atau tingkat formalisasi pertanyaan dan jawaban yang diberikan. Sedangkan kelangsungan mengacu pada tingkat kesadaran atau kewaspadaan responden akan maksud dan pertanyaan yang ditujukan kepadanya.

Pada pengumpulan kuisioner penelitian ini peneliti mengumpulkan data-data dengan melakukan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan tim rekrutmen di bidang rekrutmen pengemudi di perusahaan taksi. Adapun hasil dari FGD tersebut yaitu kriteria yang dijadikan alasan para rekrutmen dalam merekrut pengemudi taksi eksekutif yang kompeten.

Tabel 1. Hasil Focus Group Discussion

Kriteria dan Subkriteria Dalam Pemilihan Pengemudi Taksi Eksekutif			
Keamanan	**Keahlian Mengemudi**	**Penampilan**	**Moralitas**
Beladiri	Tahu rute jalan	Tidak bertato	Etika komunikasi
Terlatih P3K	Defensive driving	Menarik	Perilaku
Terlatih menangani orang cacat	Punya SIM umum	Wangi	Jujur
Wawasan	**Kesehatan**	**Pengalaman Taksi Reguler**	
Bisa bahasa asing	Tekanan darah normal	Tingkat Kecelakaan	
Tahu teknik kendaraan	Tidak punya penyakit kritis	Reputasi Penghasilan	
Tahu teknologi	Tidak Epilepsi	Disiplin	

Adapun jumlah taksi eksekutif yang dijadikan obyek penelitian yaitu tiga merek taksi eksekutif, yaitu: *Silver Bird* dari PT. Blue Bird Group, *Tiara Express* dari PT. Express Groupdan *White Horse* dari PT. Panorama Transportasi, Tbk. Alasan peneliti terhadap tiga merek taksi yang dijadikan obyek penelitian karena tiga merek taksi ini pernah mendapatkan penghargaan layanan publik salah satunya *Service Quality Award* (SQA) Indonesia. SQA adalah sebuah penghargaan bagi setiap perusahaan dibidang jasa atau layanan publik yang memiliki kinerja yang cukup baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data-data yang diperoleh selama penelitian dan dari hasil pengolahan data, maka dapat dikemukakan uraian analisis terhadap pemilihan pengemudi taksi eksekutif dengan metode

Analytical Hierarchy Process (AHP) yang telah dilakukan perhitungan dengan bantuan *software Expert Choice Ver.11.0*.

a. Analisis Pemilihan Kriteria Pengemudi Taksi Eksekutif

Hasil analisis dalam pemilhan pengemudi taksi eksekutif di Jakarta pada perusahaan taksi mempunyai prioritas utama dalam mendapatkan pengemudi yang berkualitas. Komitmen perusahaan taksi terhadap pelayanan yang berkualitas merupakan visi utama yang memegang peranan penting, karena itu perusahaan taksi berusaha keras mendapatkan pengemudi yang berkualitas dan dalam kualifikasi mereka.

Dalam persaingan pelayanan taksi eksekutif yang semakin ketat dan konsumen yang semakin kritis terhadap pelayanan maka perusahaan taksi dituntut untuk berinovasi terhadap pelayanan-pelayanan yang ditawarkan dan pengemudi-pengemudi yang cakap dan terampil serta mampu membawa keamanan yang lebih saat konsumen memakai jasa mereka. Adapun kriteria-kriteria yang menjadi prioritas tim rekrutmen pada perusahaan taksi sebagai berikut:

1. Keamanan
   Merupakan syarat utama menjadi pengemudi taksi eksekutif, karena mampu memberikan rasa aman yang lebih kepada pengguna jasa angkutan taksi yang mampu membayar lebih jasa layanan yang diberikan.
2. Keahlian Mengemudi
   Untuk kriteria ini mutlak diperhatikan oleh tim rekrutmen perusahaan taksi, karena di dalam kriteria ini pengemudi wajib membawa kendaraan sebaik mungkin, tanpa ada rute yang berputar-putar dan aman bagi pengguna jasa dan bagi pengemudi itu sendiri.
3. Penampilan
   Kriteria ini wajib diperhatikan oleh tim rekrutmen perusahaan taksi, karena kriteria penampilan ini mampu menjadi ujung tombak seorang pengemudi yang profesional dengan tidak bertato, menarik serta wangi dalam melayani pengguna jasa taksi akan memberikan nilai lebih bagi para pengguna jasa taksi tersebut.
4. Moralitas
   Untuk prioritas pelayanan, pengemudi yang menjadi ujung tombak dalam pelayanan ke para pengguna taksi harus didukung dengan moralitas yang baik dari seorang pengemudi. Dengan menjaga etika komunikasi, perilaku dan kejujuran maka akan menambah pelayanan yang tercermin dalam *image* perusahaan taksi tempat pengemudi bernaung.
5. Wawasan
   Dalam kriteria wawasan ada beberapa subkriteria yang harus diperhatikan seperti bisa bahasa asing, mengetahui teknik kendaraan dan mengetahui teknologi. Subkriteria ini memudahkan pengemudi itu sendiri dalam menghadapi jenis-jenis pengguna jasa taksi eksekutif yang sebagian besar sangat sensitif akan kenyamanan yang lebihdan para tamu ekspatriat. Seperti melakukan pembayaran dengan *credit card, taxi voucher,* dan dalam penggunaan *wi-fi* di dalam armada mereka.
6. Kesehatan
   Merupakan kriteria penting dalam pemilihan pengemudi, diprioritaskan kesehatan yang baik sebagai penunjang dalam melakukan orientasi di lapangan. Seperti tidak punya tekanan darah tinggi atau rendah, tidak punya penyakit kritis dan tidak mempunyai penyakit epilepsi yang dapat mengganggu aktifitas mereka.
7. Pengalaman Taksi Reguler
   Merupakan kriteria penting dalam memilih pengemudi bagi perusahaan taksi yang mempunyai divisi taksi reguler, seperti riwayat kecelakaan, reputasi penghasilan dan disiplin pengemudi yang akan naik tingkat menjadi pengemudi taksi eksekutif.

Kriteria-kriteria di atas dipilih berdasarkan pertimbangan tim rekrutmen perusahaan taksi dalam menentukan pengemudi yang berkualitas baik. Sebagai pertimbangan tersendiri maka dimasukkan kriteria-kriteria dari proses pembahasan internal maupun eksternal dengan pihak lain.

b. Analisa Kriteria Pengemudi Taksi Eksekutif

Untuk dapat menganalisis data yang telah didapat pada pengolahan data di bab sebelumnya, maka akan dianalisis tiap-tiap kriteria pemilihan pengemudi taksi eksekutif tersebut.Kriteria dalam pemilihan pengemudi taksi eksekutif ada tujuh kriteria, yaitu: keamanan, keahlian mengemudi, penampilan, moralitas, wawasan, kesehatan, dan pengalaman taksi reguler.Untuk lebih jelasnya maka dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Nilai Prioritas Kriteria

Kriteria	Nilai Prioritas (%)
Keamanan	28.7
Moralitas	15.0
Penampilan	12.0
Wawasan	11.7
Keahlian Mengemudi	11.3
Pengalaman Taksi Reguler	11.3
Kesehatan	10.1

Untuk kriteria keamanan yang mendominasi seluruh kriteria memiliki tiga subkriteria, yaitu: bela diri, terlatih P3K dan terlatih menangani orang cacat. Untuk lebih jelasnya maka dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Nilai Prioritas Subkriteria

Subkriteria Keamanan	Nilai Prioritas (%)
Bela diri	41.3
Terlatih menangani orang cacat	32.7
Terlatih P3K	26.0

Jadi kesimpulan sub-subkriteria dari kriteria keamanan adalah subkriteria bela diri mendominasi dalam kriteria pemilihan pengemudi taksi eksekutif. Karena dapat melindungi diri sendiri dan konsumen tapi juga mampu melindungi armada yang mereka gunakan. Dari tingginya resiko kejahatan yang ada di Jakarta maka bela diri jadi prioritas utama oleh para tim rekrutmen perusahaan taksi.

Pada kriteria keahlian mengemudi para tim rekrutmen memiliki tiga subkriteria, yaitu: tahu rute jalan, *defensive driving* dan punya SIM umum. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Nilai Prioritas Subkriteria

Subkriteria Keahlian Mengemudi	Nilai Prioritas (%)
Tahu rute jalan	33.3
Defensive Driving	33.3
Punya SIM umum	33.3

Defensive driving adalah pengetahuan pengemudi yang mengacu kepada keselamatan berkendara bersama. Sebut saja etika berkendara, saling menghormati sesama pengendara, hingga mengantisipasi kemungkinan kecelakaan baik yang diakibatkan diri sendiri maupun orang lain. Dari ketiga subkriteria ini semua mendominasi sehingga subkriteria ini menjadi penting karena keselamatan pengemudi, penumpang dan armada menjadi alasan utama dalam keselamatan berkendara di jalan raya.

Pada kriteria penampilan memiliki tiga subkriteria, yaitu: tidak bertato, menarik dan wangi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari tebel berikut:

Tabel 5. Nilai Prioritas Subkriteria

Subkriteria Penampilan	Nilai Prioritas (%)
Tidak bertato	33.3
Menarik	33.3
Wangi	33.3

Terlihat pada kriteria penampilan, semua subkriteria mendominasi penuh sehingga subkriteria ini menjadi modal utama untuk menarik para penumpang. Pengemudi yang baik memang diperlukan, namun bukan hanya yang mahir mengemudi, sikap dan sifat yang baik juga dituntut. Penampilan yang rapi, tidak bertato, rambut pendek, berseragam rapi, sopan ramah, dan kooperatif. Karena dengan subkriteria ini terlihat sebagai pengemudi yang profesional dan bebas pandangan buruk dari konsumen.

Lebih lanjut dalam kriteria moralitas memiliki juga tiga subkriteria, yaitu: etika komunikasi, perilaku dan jujur. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Nilai Prioritas Subkriteria

Subkriteria Moralitas	Nilai Prioritas (%)
Etika komunikasi	33.3
Perilaku	33.3
Jujur	33.3

Moralitas adalah sifat moral atau keseluruhan asas dan nilai yang berkenaan dengan baik dan buruk. Terlihat tiga subkriteria sama-sama mendapat prioritas utama karena dari tiga subkriteria ini akan membuat pelayanan pengemudi yang berkualitas, citra pengemudi dan perusahaan pun menjadi baik.

Dari kriteria wawasan mempunyai tiga subkriteria, yaitu: bisa bahasa asing, tahu teknik kendaraan dan tahu teknologi. Dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 7. Nilai Prioritas Subkriteria

Subkriteria Wawasan	Nilai Prioritas (%)
Bisa Bahasa Asing	66.7
Tahu Teknik Kendaraan	16.7
Tahu Teknologi	16.7

Dari sub-subkriteria diatas maka dapat di lihat subkriteria bisa bahasa asing lebih diutamakan dibanding lainnya dengan persentase yang tinggi yaitu 66.7%, hal tersebut diutamakan karena yang menggunakan jasa taksi eksekutif tersebut sebagian besar ialah konsumen-konsumen asing. Dua subkriteria lainnya melengkapi tingkat wawasan pengemudi akan teknologi yang berada pada armada mereka, seperti GPS, Wi-Fi, ataupun mesin EDC dari penerbit kartu kredit.

Kriteria kesehatan juga memiliki tiga subkriteria, yaitu: tekanan darah normal, tidak mempunyai penyakit kritis dan tidak mempunyai epilepsi. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Nilai PrioritasSubkriteria

Subkriteria Kesehatan	Nilai Prioritas (%)
Tekanan darah normal	33.3
Tidak mempunyai penyakit kritis	33.3
Tidak mempunyai epilepsy	33.3

Jadi kesimpulan dari kriteria kesehatan dapat dilihat bahwa semua subkriteria sama penting dan mendapat prioritas yang sama. Pada dasarnya perusahaan taksi menginginkan merekrut pengemudi yang sehat jasmani dan rohani, adapun bila ada gangguan kesehatan diharapkan dalam batas-batas normal yang ditetapkan perusahaan.

Di kriteria pengalaman taksi reguler terdapat tiga subkriteria, yaitu: tingkat kecelakaan, reputasi penghasilan dan displin. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Nilai Prioritas Subkriteria

Subkriteria Pengalaman Taksi Reguler	Nilai Prioritas (%)
Tingkat kecelakaan	40.0
Reputasi Penghasilan	40.0
Disiplin	20.0

Dapat dilihat pada tabel diatas, dua subkriteria mendominasi sebanyak 40%. Ini artinya penilaian tim rekrutmen yang mengutamakan subkriteria ini untuk menilai pengemudi yang aktif di taksi reguler bisa menggunakan waktu orientasi dilapangan dengan optimal dan membawa penghasilan yang tinggi buat perusahaan dan juga untuk komisi pengemudi itu sendiri. Tentu tanpa kecelakaan yang bisa merugikan kedua belah pihak.

c. Analisis Terhadap Sintesis

Analisis sintesis ini adalah analisis terhadap preferensi secara keseluruhan yang mampu direspek oleh responden, menurut hasil pengolahan data sebelumnya untuk sintesis dengan prioritas terbesar ada pada perusahaan taksi *Tiara Express* dengan pertimbangan kriteria keamanan lebih diutamakan dari kriteria lainnya. Nilai prioritas yang unggul tipis dari kriteria lainnya sebesar 28.7% dari hasil penelitian yang mampu merespek preferensi secara keseluruhan sesuai tujuan tim rekrutmen.

Keunggulan *Tiara Express* diikuti ketat oleh *Silver Bird* dalam merekrut pengemudi yang berkualitas dapat membuat rasa aman dan nyaman bagi konsumen mereka. Sebagai perusahaan besar dan berpengalaman puluhan tahun dalam mengoperasikan taksi mereka dapat menyeleksi pengemudi-pengemudi yang berkualitas baik. Keunggulan ini pula menyebabkan perusahaan lain banyak menaruh minat terhadap pengemudi iniuntuk pindah ke perusahaan mereka.

d. Analisis Terhadap Performance Sensitivity

Analisis *Performance Sensitivity* ini adalah suatu analisis terhadap sensitivitas responden tim rekrutmen kepada pengemudi pilihannya, tujuannya adalah untuk mendapatkan pengemudidengan nilai sensitivitas yang tinggi, yang memperhatikan pilihan responden dari tim rekrutmen pada kriteria secara keseluruhan.

Hasil pengolahan data dengan *software Expert Choice* berhasil memberikan tampilan berupa grafik yang dapat dilihat pada lembar lampiran. Berikut penjelasan mengenai *performance sensitivity* yang memiliki persentase kriteria tinggi terhadap tujuan adalah *Tiara Express* dengan persentase alternatif secara keseluruhan sebesar 37.5%. Untuk lebih jelasnya maka dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Nilai Prioritas Tertinggi

Kriteria	Nilai Prioritas (%)
Moralitas	41.3
Wawasan	38.8
Keahlian Mengemudi	38.2
Penampilan	38.2
Kesehatan	38.0
Keamanan	35.8
Pengalaman Taksi Reguler	34.1

Ini berarti *Tiara Express* memiliki tingkat kriteria yang diinginkan tim rekrutmen dan lebih baik dari perusahaan taksi lainnya. Walaupun kriteria keamanan tidak mendominasi prioritas, tetapi tetap menjadi alternatif yang tepat bagi tim rekrutmen.

e. Analisis Terhadap Dynamic Sensitivity

Analisis *Dynamic sensitivity* ini adalah suatu analisis untuk melihat tingkat kedinamikaan dari sensitivitas pengemudi terhadap persepsi responden tim rekrutmen. Berdasarkan pengolahan data diketahui bahwa perolehan persentase tertinggi untuk kriteria keamanan ada pada *Silver Bird* dan *Tiara Express* sebesar 35.8% dimana persentase kedinamikaan dari subkriteria, yaitu: untuk bela diri sebesar 41.3%, untuk terlatih P3K 26% dan untuk terlatih menangani orang cacat sebesar 32.7%.

Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa dalam kriteria wawasan yang menjadi alasan utama para tim rekrutmen dalam memilih pengemudi. Dengan demikian dalam persentase *dynamic sensitivity* diperoleh kesimpulan bahwa *Tiara Express* dan *Silver Bird* memiliki kriteria perusahaan taksi lebih baik dari perusahaan taksi lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data dan analisa yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Kriteria-kriteria di atas dipilih berdasarkan pertimbangan tim rekrutmen perusahaan taksi dalam menentukan pengemudi yang berkualitas baik. Sebagai pertimbangan tersendiri maka dimasukkan kriteria-kriteria dari proses pembahasan internal maupun eksternal dengan pihak lain.
- Dari ke tujuh kriteria pengemudi taksi, kriteria keamanan memiliki prioritas tertinggi yaitu 28.7% berdasarkan hasil pembobotan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *software Expert Choice Ver11*.
- Berdasarkan hasil dengan menggunakan metode AHP dalam menghitung *dynamic sensitivity* dari tiap-tiap perusahaan taksi yang diteliti, yaitu dengan masing-masing nilai prioritas sebagai berikut: Silver Bird 35.8%, Tiara Express 37.5%, White Horse 26.7%. Maka peneliti menyimpulkan bahwa taksi Tiara Express memperoleh nilai prioritas tertinggi dari perusahaan taksi lainnya.
- Berdasarkan hasil dengan menggunakan metode AHP dan perhitungan bobot dengan *software Expert Choice* maka tiga perusahaan taksi eksekutif berada dalam konsistensi yang baik dibuktikan dengan nilai *consistency ratio* dibawah 10%.

DAFTAR PUSTAKA

Efraim Turban, Jay E. Aronson, and Ting-Peng Liang. (2005). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, 7th Edition, Pearson Education, New Jersey.

Forman, Ernest H., and Selly, Mary Ann. (2001).*Decision by Objectives*, World Scientific Press, USA.

Kadarsyah Suryadi dan Ali Ramdhani. (2000). *Sistem Pendukung Keputusan - Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengambilan Keputusan*, Remaja Rosdakarya, Bandung.

Marimin. (2004). *TeknikdanAplikasiPengambilanKeputusanKriteriaMajemuk*, PT. GramediaWidiasarana Indonesia, Jakarta.

Razali Oesman. (2001). *MetodologiPenelitian*, Universitas Islam Jakarta, Jakarta

Saaty, Thomas L. (2000). *The Analytical Hierarchy Process - Planning, Priority, Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill International Book Company, USA.

ANALISA PENGELOMPOKKAN PENGELUARAN UNTUK PERHITUNGAN BEP PADA PT XYZ

Budhi Santri Kusuma
Sekolah Tinggi Teknik Harapan
Jl. HM Joni 70 C Medan 20000 Sumatera Utara
Email: *budhisk@yahoo.com*

ABSTRAKS
PT. XYZ adalah bengkel yang memproduksi perabotan. Sebelum memproduksi perabotan, bengkel merancang biaya produksi dan harga produk terjual, mengetahui komposisi komponen biaya produksi maupun biaya produk keseluruhan. Untuk memudahkan perhitungan maka dilakukan pengelompokan sehingga didapatkan jumlah produksi pada kondisi Break Even Point (BEP) sebanyak 9 unit. Dengan perhitungan ekonomi teknik didapatkan pengelompokan biaya berdasarkan biaya tetap dan biaya variabel serta biaya produksi per-unit-nya sebesar Rp.352.000.

***Kata kunci**: biaya, pengelompokan dan BEP*

PENDAHULUAN

Ekonomi Teknik adalah suatu obyek yang menarik karena ilmu ini merupakan perpaduan dari ilmu ekonomi dan ilmu teknik. Cara yang aman untuk menangani berbagai alternatif yang menyangkut investasi peralatan, pembangunan pabrik, desain produk baru. Studi ekonomi teknik membantu dalam mengambil keputusan optimal untuk menjamin penggunaan dana (uang) dengan efisien. Studi ekonomi teknik harus dilakukan sebelum dana (uang) diinvestasikan atau sebelum komitmen diadakan, dan harus dilakukan mulai dari sekarang kesimpulannya akan bergantung pada prediksi kejadian-kejadian yang akan datang. Selain aspek teknis maka dibutuhkan juga aspek ekonomis untuk mempertimbangkan kelayakan dan keberlanjutan proyek ataupun produk dalam investasi ataupun pemilihan peralatan produksi. Dengan demikian aspek ekonomi teknik sangat diperlukan dalam proses perencanaan dan perancangan suatu produk ataupun proyek.

Faktor yang juga dipertimbangkan untuk perancangan suatu produk antara lain:faktor suku bunga (*interest*),biaya awal (*first cost*), biaya eksploatasi (*exploatation cost*/biaya operasi dan pemeliharaan) yang akan datang setiap tahun, nilai jual kembali (*resale value*) peralatan pada akhir umur ekonomisnya, *overhaul cost*, pendapatan-pendapatan yang diterima selama umur ekonomis, perkiraan umur ekonomis dalam tahun atau periode pengembalian modal.

PT XYZ adalah perusahaan yang memproduksi perabotan rumah tangga dan kantor . Plerusahaan mendapatkan proyek pengadaan perabot untuk kantor perusahaan swasta. Dikarenakan modal yang terbatas perusahaan berupaya mengerjakan pesanan ini dengan anggaran seminimal mungkin dengan harapan mendapat keuntungan yang besar. Perusahaan kesulitan dalam menyusun konsep biaya. Ada komponen bahan baku, pembayaran jasa, rekening listrik dan air, sewa mesin dan depresiasi mesin yang harus ditata sedemikian rupa sehingga memudahkan perhitungan biaya produksi dan biaya lainnya

PERMASALAHAN

Dari penjelasan latar belakang pemasalahan di atas, masalah yang menjadi pembahasan dalam proses peneltian ini adalah tidak adanya biaya produksi per-unitnya sebagai dasar perhitungan jumlah produksi pada kondisi *Break-Even Point* (BEP).

TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan pengeluaran berdasarkan biaya primer dan overhead pabrik
2. Mendapatkan biaya produksi per-unit
3. Mengelompokkan biaya berdasarkan biaya tetap dan biaya variabelnya
4. Mendapatkan junlah produksi pada kondisi BEP

LANDASAN TEORI

Konsep dan istilah-istilah biaya telah bekembang selaras dengan kebutuhan disiplin keilmuan dan profeesi, sehingga dalam mengklasifikasian biaya banyak pendekatan yang dapat ditemui. Sesuai dengan kebutuhan dan tujuan maka Giatman (2007) mengklasifikasikan biaya sebagai berikut:

1. Biaya berdasarkan waktunya
2. Biaya berdasarkan kelompok sifat penggunaannya
3. Biaya berdasarkan produknya
4. Biaya berdasarkan volume produk

Pada analisis kelayakan ekonomi biaya-biaya dikelompokkan menjadi beberapa komponen sehingga memudahkan analisis perhitungannya. Lebih lanjut Robert J Kodoatie (2005) menyatakan biaya itu dikelompokkan menjadi 2 yaitu biaya modal *(capital cost*) dan biaya tahunan *(annual cost*). Biaya modal didefenisikan sebagai jumlah semua pengeluaran yang dibutuhkan mulai dari pra studi sampai proyek selesai, sedangkan biaya tahunan sebagai biaya yang masih diperlukan sepanjang umur proyek.Secara rinci Giatman (2007) menjelaskan bahwa:

1. Biaya berdasarkan waktu dapat dikelompokkan atas:
   a. Biaya masa lalu (*hystorical cost*) yaitu biaya yang secara riil telah dikeluarkan yang dibuktikan dengan catatan historis pengeluaran kegiatan.
   b. Biaya perkiraan (*predictive cost*) yaitu perkiraan biaya yang akan dikeluarkan bila kegiatan itu dilaksanakan.
   c. Biaya aktual (*actual cost*) yaitu biaya yang sebenarnya dikeluarkan, biaya ini perlu diperhitungkan jika panjangnya jarak waktu antara pembelian bahan dengan waktu proses atau penjualan, sehingga terjadi perubahan harga pasar.Berpadanan dengan biaya aktual ini, dikenal pula sifat biaya lainnya seperti:
      - Biaya real yaitu biaya yang dikeluarkan secara ril (*expence*).
      - Biaya semu (*sunk cost*) yaitu biaya yang ditanggung, tetapi tidak pernah dikeluarkan secara ril.
      - Biaya kesempatan (*opportunitycost*) yaitu biaya yang ditanggung akibat kelalaian dalam memanfaatkan peluang atau kesempatan meraih keuntungan.
2. Biaya berdasarkan kelompok sifat penggunaannya, dikelompokkan atas:
   a. Biaya investasi (*investment cost*) yaitu biaya yang ditanamkan dalam rangka menyiapkan kebutuhan usaha untuk siap beroperasi dengan baik.
   b. Biaya operasional (*operational cost*) yaitu biaya yang dikeluarkan dalm rangka menjalankan aktivitas usaha tersebut sesuai dengan tujuan.
   c. Biaya perawatan (*maintenace cost*) yaitu biaya yang diperuntukkan dalam rangka menjaga menjamin performance kerja fasilitas atau perlatan agar selalu prima dan siap untuk dioperasikan.
3. Biaya berdasarkan produknya, dikelompokkan atas:
   a. Biaya fabrikasi (*factory cost*) yaitu jumlah dari tiga unsur biaya yaitu bahan langsung, tenaga kerja langsung, dan biaya*overhead* pabrik.
   b. Biaya komersial (*commercial cost*) merupakan akumulasi biaya untuk membuat produk itu dapat dijual di luar biaya produksi dan dipergunakan biasanya untuk menghitung harga jual produk.
4. Biaya berdasarkan volume produknya, dikelompokkan atas:
   a. Biaya tetap (*fixed cost*) yaitu biaya yang harus dikeluarkan relatif sama walaupun volume produksi berubah dalam batas tertentu.
   b. Biaya variabel (*variable cost*) yaitu biaya yang berubah besarnya secra proporsioanal dengan jumlah produk yang dibuat.
   c. Biaya semi variabel (*semi variable cost*) yaitu biaya yang berubah tidak proporsional dengan perubahan volume.

Agustina Pradita Marhaeni (2011) menjelaskan tentang *Break-Even Point* (BEP) yakni untuk dapat menentukan analisis *Break Even Point* (BEP) biaya yang terjadi harus dipisahkan menjadi biaya tetap dan biaya variabel. Di dalam menghitung *Break-Even Point* (BEP)dijelaskan oleh Giatman (2007) secara matematis sebagai berikut:

$$BEP = \frac{FC}{S - VC} \quad (1)$$

dimana : FC= *Fixed Cost*
VC = *Variable Cost*

Sedangkan Josep Bintang Kalangi (2002) menjelaskan bahwa jumlah unit pulang pokok (Q) diperoleh dengan membagi biaya tetap total (FC) dengan selisih antara harga jual per-unit (P) dengan biaya variabel (V).

$$Q = \frac{FC}{(P-V)} \quad (2)$$

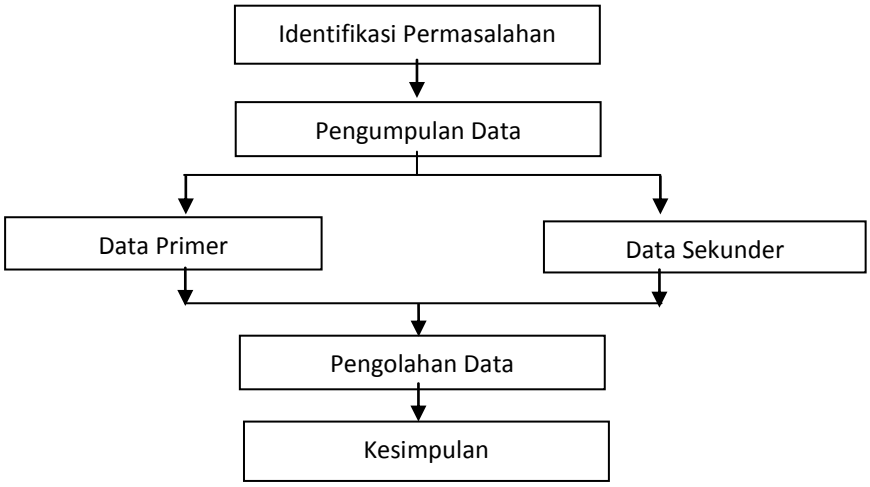
Waldiyono (2008) berpendapat setiap kegiatan usaha dimaksudkan untuk memperoleh keuntungan, dalam kaitannya dengan ekonomi teknik tentu saja keuntungan ekonomi menjadi salah satu tujuan utama. Keuntungan dapat dinyatakan sebagai selisih antara biaya dan pendapatan.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT XYZ pada divisi produksi. Data yang digunakan berupadata primer dan data sekunder.

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahapan penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelompokkan biaya primer, sekunder dan overhead pabrik disajikan pada tabel 1 dan tabel 2 berikut.

Tabel 1.Biaya primer.

No	Biaya	Satuan	Jumlah (Rp)
1.	Pembelian polipleks	lembar	500.000
2.	Pembelian kayu	m^3	1.400.000
3.	Upah tukang	hari	3.000.000
Jumlah biaya primer			4.900.000

Tabel 2.Biaya overhead pabrik.

No	Biaya	Satuan	Jumlah (Rp)
1.	Gaji kepala tukang,pegawai	bulan	2.000.000
2.	Pembelian paku, lem dll	kotak	300.000
3.	Rekening listrik	bulan	400.000
4.	Telepon	bulan	200.000
5.	Depresiasi mesin	bulan	1.000.000
Jumlah biaya overhead			3.900.000

Perhitungan untuk 1 unit meja.
Total biaya produksi untuk 25 unit meja (1 bulan produksi)
Production cost= biaya primer+biaya sekunder+biaya overhead
= Rp 4.900.000+Rp 2.500.000+Rp 1.600.000
= Rp 8.800.000
Sehingga biaya produksi untuk 1 unit meja
= total biaya produksi/jumlah unit produksi
= Rp 8.800.000/ 25 unit
= Rp 352.000 / unit

Pengelompokkan biaya berdasarkan biaya tetap dan biaya variabel ditampilkan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3.Biaya tetap

No	Biaya	Satuan	Jumlah
1	Gaji kepala tukang, pegawai dll	bulan	Rp 2,000,000.00
2	Rekening listrik penerangan 40%	bulan	Rp 160,000.00
3	Rekening telepon	bulan	Rp 200,000.00
4	Depresiasi mesin	bulan	Rp 1,000,000.00
Jumlah biaya tetap			Rp 3,360,000.00

Tabel 4.Biaya variabel

No	Biaya	Satuan	Jumlah
1	Gaji tukang untuk 25 unit meja	paket	Rp 3,000,000.00
2	Pemebelian kayu untuk 25 unit meja	paket	Rp 1,400,000.00
3	Pemebelian 6 lembar poliplex	lembar	Rp 500,000.00
4	Pembelian paku,lem dll	kotak	Rp 300,000.00
5	Bayar listrik power untuk pekerjaan	paket	Rp 240,000.00

Sehingga biaya variabel per unit produk
= Jumlah biaya variabel / jumlah produksi
= Rp 5.540.000 / 25 unit
= Rp 217.600

Perhitungan jumlah produksi pada kondisi BEP (dimana harga 1 unit meja Rp 600.000)

$$BEP = \frac{FC}{S - VC} \quad (3)$$

$$BEP = \frac{Rp\ 3.360.000}{Rp\ 600.000 - Rp\ 217.600}$$

= 8,78 unit
= 9 unit

KESIMPULAN

Dari pengolahan data dan juga pembahasan yang berlandasan teori yang merujuk pada tujuan penelitian maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Biaya primer yang dikeluarkan perusahaan sebesar Rp 4.900.000
2. Biaya overhead sebesar Rp 3.900.000
3. Biaya produksi per-unit sebesar Rp 352.000
4. Biaya berdasarkan biaya tetap sebesar Rp 3.360.000
5. Biaya berdasarkan biaya variabel sebesar Rp 5.540.000
6. Perhitungan jumlah produksi pada kondisi BEP adalah 9 unit

DAFTAR PUSTAKA

Bintang Kalangi,Josep. (2002).*Matematika Ekonomi dan Bisnis*. Jakarta:Salemba Empat.

Dumairy. (2011).*Matematika Terapan untuk Bisnis dan Ekonomi*. Yogyakarta: BPFE.

Giatman, M. (2007).*Ekonomi Teknik*. Jakarta:PT.Raja Grafindo Persada.

Kodoatie, Robert J. (2005).*Analisa Ekonomi Teknik*. Yogyakarta:ANDI.

Pradita Marhaeni, Agustina. (2011)**.***Analisis Break Even Point Sebagai Alat Perencanaan Laba Pada Industri Kecil Tegel Di Kecamatan Pedurungan Semarang Periode 2004 – 2008 (Studi Kasus Usaha Manufaktur).* Semarang:Fakultas Ekonomi UNDIP.

Santri Kusuma, Budhi.(2013). "Pengendalian Efek Biaya Terhadap Volume Produksi Pada Unit Produksi PT XYZ".*Malikussaleh Industrial Engineering Journal (MIEJ)*.Vol.2 No.2 Pp.24-25

Waldiyono. (2008).*Ekonomi Teknik (Konsepsi, Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta:PustakaPelajar.

EKOLABEL SEBAGAI STRATEGI MENINGKATKAN DAYA SAING STUDI KASUS PADA INDUSTRI FURNITUR KAYU DI JAWA TENGAH DAN YOGYAKARTA

Haryo Santoso
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang 50275
Telp/Fax. 024-7460052
E-mail: haryokrmt@gmail.com

ABSTRAKS

Kerusakan hutan tropis, termasuk di Indonesia, telah menjadi perhatian dunia. Kerusakan lingkungan hutan disebabkan maraknya penebangan liar dan perdagangan kayu ilegal serta alih fungsi hutan yang tidak terkendali. Negara-negara maju, terutama Uni Eropa dan Amerika Serikat menyatakan tidak menerima produk kayu, termasuk furnitur, yang tidak dijamin perolehan kayunya dari hutan lestari. Industri furnitur merespon ekolabeling sebagai tekanan perdagangan internasional.Survei dilakukan terhadap 53 responden industri di Jawa Tengah dan Yogyakarta, 32buyers,sertaindepth-interview terhadap stake-holders. Pengolahan data dibantu software SmartPLS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekolabeling di Indonesia termasuk lamban dibanding pesaing produsen furnitur seperti China dan Vietnam. Dalam kurun waktu yang sama, China mencapai lebih dari 1000 unit industri furnitur bersertifikat ekolabel, Vietnam 235 dan Indonesia 78. China menjadi market leader dalam perdagangan furnitur dunia. Pemahaman ekolabel cenderung negatif dan mekanisme pasar tidak optimal. Ekolabel berdampak signifikan terhadap pelestarian lingkungan hutan, pangsa pasar, citra perusahaan, profit dan kesejahteraan sosial.Direkomendasikan industri furnitur menerapkan ekolabel sebagai bagian strategi untuk meningkatkan daya saing di pasar internasional.

***Kata kunci**: Daya Saing, Ekolabel, Hutan Lestari, Industri Furnitur*

PENDAHULUAN

Ekolabel merupakan instrumen yang diciptakan untuk pelestarian hutan dan lingkungan melalui mekanisme pasar. Industri perkayuan, termasuk furnitur, secara sukarela dapat melakukan sertifikasi ekolabel untuk menunjukkan bahwa bahan baku kayu yang digunakan berasal dari hutan lestari dan proses produksi ramah lingkungan. Industri furnitur sangat strategis bagi Indonesia karena lokal konten hampir seratus persen, terbarukan dan memiliki total linkage tertinggi dibanding industri lainnya (Ramdani, 1999). Ecolabel memudahkan konsumen memilih produk yang ramah lingkungan dibandingkan produk lain yang sejenis. Kerusakan lingkungan hutan semakin parah disebabkan maraknya *illegal logging*, perdagangan kayu *illegal* dan alih fungsi hutan yang tidak terkendali. Konsumen hijau menganggap sistem pengelolaan hutan dengan*command and control*negara-negara tropis telah gagal sehingga perlu diganti dengan *voluntary*.Menurut Emil Salim, hal itu kemudian memunculkan komitmen politik dan komersial dari berbagai stakeholders internasional, pada 6-7 Juni 2000 di London Arena, Inggris; WWF bekerjasama dengan FSC menyelenggarakankonferensi dan pameran dagang tentang produk hutan bersertifikat. Hasilnya berupa kesamaan visi antara berbagai *global stakeholders* kehutanan tentang vitalnya peranan sertifikasi ekolabel sebagai titik temu antara kelestarian hutan dan perdagangan produk hasil hutan. Komitmen komersial dari pembeli-pembeli utama produk hutan dan olahannya di Eropa dan Amerika Utara menguatkan tren keharusan ekolabel ini. Home Depot, mendukung dengan komitmen bahwa mulai tahun 2002, semua produk kayu yang dibelinya harus bersertifikat ekolabel (Salim, 2010).

Pembeli utama di Inggris seperti B&Q dan Wickes juga mendukung komitmen ekolabel.Komitmen tersebut ternyata didukung data empirik. Menurut laporan WWF, "*Certification: A Future for The World's Forests*", menyebutkan bahwa pada awal tahun1990-an, hutan bersertifikat di seluruh dunia belum ada satu hektar. Pada tahun 1996, jumlah hutan bersertifikat mencapai sekitar dua juta hektar.Dalam periode 1996-2000, jumlah tersebut naik secara eksponensial mencapai hampir 19 juta hektar.Dari fakta di atas, dikotomi antara pelestarian hutan versus tuntutan pasar menjadi tidak relevan lagi. Keduanya bisa dijembatani oleh sertifikasi ekolabel, sebuah instrumen SFM dan perdagangan internasional sekaligus.Ekolabel diharapkan menjadi salah satu cara untuk mengatasi perusakan hutan tropis. Sifat ekolabel yang *voluntary* memerlukan pemahaman yang benar yaitu untuk pelestarian lingkungan hutan. Salah satu pengguna sumberdaya hutan adalah industri furnitur kayu.

Dalam persaingan bisnis, berbagai strategi dilakukan guna meningkatkan angka penjualan, mulai dari permainan harga, penyebaran area distribusi, inovasi produk, jasa pelayanan, hingga kegiatan-

kegiatan promosi yang bersifat masal.Dunia perdagangan internasional tidak lagi bebas dari masalah lingkungan.Masyarakat dunia yang semakin peduli terhadap lingkungan adalah merupakan ceruk pasar yang potensial.

China telah menjadieksportir terbesar dunia sejak 2005, melampaui industri tradisional di Eropa, Jerman dan Italy (Ganguly and Eastin 2011). Di China, industri furnitur menyatakan sikap positif terhadap sebagian besar laporan survei tentang sertifikasi hutan dan pengaruhnya terhadap industri. Laporan dipandang positif termasuk keyakinan bahwa sertifikasi ekolabel dapat membantu perusahaan memasuki pasar baru (terutama pasar di Eropa dan Amerika Utara), sertifikasi dapat membantu mempertahankan pasar perusahaan yang ada jika persyaratan baru pada isu-isu lingkungan diimplementasikan.Ekolabel sangat membantu dalam meningkatkan daya saing dan citraperusahaan pada masyarakat, dan perusahaan optimis tentang pangsa pasar yang meningkat dan keuntungan yang akan dihasilkan dari penjualan produk-produk kayu bersertifikat selama dua tahun ke depan (Yuan & Easting, 2007).

Tabel 1. Negara produsen furnitur dan pasar ekspor Indonesia

Negara produsen	**CoC-PEFC certificates**	**CoC-FSC certificates**	**CoC certificates**	**Pasar ekspor**
USA	354	3,714	4,068	√
EU-27	7,236	9,905	17,141	√
Japan	210	1,130	1,340	√
China	155	1,827	1982	√
Malaysia	171	132	303	
Vietnam		393		
Lainnya		4,778		
Total dunia	8,797	21,879	30,676	

Sumber: Huang(2013)& Lien (2013), diolah.

Tabel 1 menunjukkan negara-negara produsen mebel yang juga merupakan pasar ekspor utama furnitur Indonesia. Kini mereka menerapkan aturan yang ketat seperti peraturan perundangan perdagangan kayu, EU Timber Regulation No. 995/2010 (EUTR) Uni Eropa, LAA (Lacey Act Amandement) Amerika Serikat, (Green Koo Nyu Ho)Jepang. Negara–negara tersebut akan menolak masuknya produk kayu non-ecolabel.

Respon positif industri furnitur China terhadap perubahan pasar yang cenderung ke produk ramah lingkungan telah menjadi salah satu faktor sukses menguasai pasar dunia.Menurut Yuan dan Eastin, produsen furnitur China menghadapi isue lingkungan (ekolabeling) bukan sebagai tekanan melainkan tantangan pasar dan sekaligus peluang. Ekolabel dijadikan strategi untuk penetrasi pasar dunia(Yuan, Eastin, 2007). Hal ini dapat disimak pada pertumbuhan ekolabeling diChina. Jumlah industri bersertifikat FSC-CoC pada tahun 1998 hanya satu, tahun 2009 menjadi 971 dan tahun 2011 telah mencapai 1356 unit industri furnitur.

Menurut Yu Huang, kini China memiliki 1,827 industri furnitur bersertifikat FSC-COC dan merupakan eksportir furnitur dunia yang terbesar (Huang, 2013).Sertifikasi sangat membantu dalam meningkatkan daya saing dan citraperusahaan pada masyarakat, dan perusahaan optimis tentang pangsa pasar yang meningkat dan keuntungan yang akan dihasilkan dari penjualan produk-produk kayu bersertifikat selama dua tahun ke depan (Yuan dan Eastin, 2007).SertifikatFSC-CoC di(daratan) China telah mencapai1.356, dibandingkan dengan hanyasatupada tahun 1998 dan971pada tahun 2009 Faktor dominan ekolabeling di China adalah kesadaran produsen, untuk menguasai pasar dunia (Cao, 2011).Vietnam mencapai 393 unit industri bersertifikat CoC (Lien, 2013).Persaingan dagang di dunia kini tidak hanya diwarnai oleh kualitas tinggi dan harga yang kompetitif tetapi juga kepedulian terhadap lingkungan (Farida,1997).

Perdagangan mebel dunia pada tahun 2010 mencapaiUSD135 miliar atau sekitar 1% dari total perdagangan dunia dibidang manufaktur. Sekitar 54% dari ekspor mebel berasaldari negara sedang berkembang termasuk Indonesia, Malaysia,Meksiko, Polandia, dan China. Industri furnitur China berkembang sangatcepat dan mendominasi perdagangan sebesar 16%. Pasarmebel dunia adalah pasar terbuka. Rasio impor dankonsumsinya lebih dari 31%. Mebel dari kayu jati dan mahonipaling diminati di

dunia karena alasan kekuatan dan estetika.Mebel merupakan salah satu komoditi ekspor utamaIndonesia selain minyak dan gas bumi, tiga yang lainnyaadalah kelapa sawit, garmen dan karet.

Perkembangan ecolabeling di Indonesia yang memiliki 78 unit industri bersertifikat CoC dibanding negara produsen furnitur pesaing seperti China (1,827) dan Vietnam (393), ketinggalan jauh yang senada dengan kinerja pasar ekspornya.Posisi Indonesia saat ini sebagai eksportir mebel ranking ke 13 dibawah Malaysia yang menempati peringkat ke delapan dan Vietnam ke lima.

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman ekolabeling pada industri furnitur dalam kaitannya dengan perkembangan ecolabelling yang lamban dibanding negara-negara produsen pesaing.

METODE

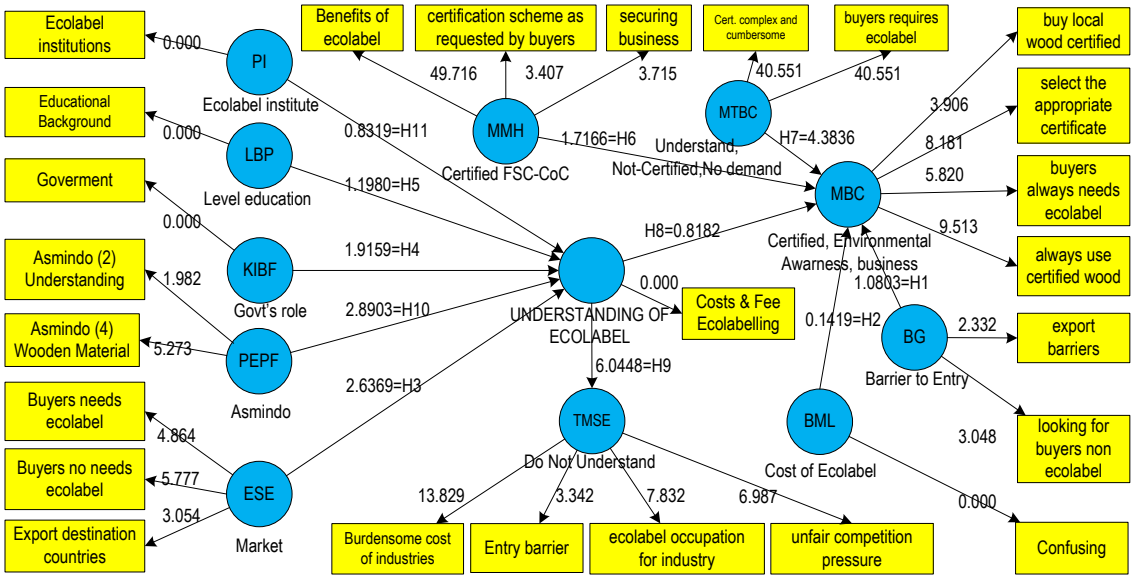
Metode yang digunakan adalah survei dan *indepth interview* terhadap stake holders. Survei dilakukan hanya terhadap industri kategori besar yang berpeluang tinggi untuk sertifikasi CoC (Vidal, 2003). Kuesioner didistribusikan ke delapan klaster industri di Semarang, Demak, Jepara, Blora, Klaten, Surakarta, Magelang dan Yogyakarta. Jumlah minimum responden 43 unit (rumus Slovin). Data diolah dengan perangkat lunak SmartPLS.Berbasis pada model konseptual, diformulasikan path diagram dengan bantuan software. Langkah berikutnya setelah penyusunan diagram jalur adalah mengevaluasi model PLS berdasarkan pada pengukuran prediksi yang mempunyai sifat non parametrik. Ada dua unsur yang diukur yaitu *outer model* dan *inner model*. Evaluasi ini dilakukan secara berulang (*iterative*), dengan cara mengukur dan membuang variabel yang tidak valid, sampai ditemukan bahwa semua variabel yang tersisa adalah valid.*Outer model* diukur dengan indikator refleksif dievaluasi dengan *convergent* dan *discriminant validity* dari indikatornya dan *Composite Reliability* untuk blok indikator. Model struktural atau *Inner model* dievaluasi dengan melihat prosentase *variance* yang dijelaskan yaitu dengan melihat nilai r^2 untuk konstruk laten dependen dengan menggunakan ukuran *Stone-Geisser Q Square test* dan juga melihat besarnya koefisien jalur strukturalnya (Ghozali, 2008).

HASIL

Hasil pengolahan data untuk validasi model ditunjukkan pada gambar 1 yang mengilustrasikan hubungan antar *latent variable* dan indikator variabel yang valid.

Hipotesis diterima jika Nilai $T_{stat} \geq 1{,}684$. Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa industri cenderung untuk tidak sertifikasi karena pemahaman negatif dari eco-label (H1). Tingginya biaya sertifikasi tidak menghalangi pemahaman tentang eco-labeling (H2), sertifkasi akan dilakukan demi kepentingan bisnis. Pembeli sangat berpengaruh terhadap pemahaman tentang ekolabel (H3). Peran pemerintah juga sangat berpengaruh terhadap pemahaman ekolabel (H4). Latar belakang pendidikan tidak berpengaruh dalam pemahaman manfaat ekolabel (H5).

Sertifikasi dilakukan karena alasan bisnis, menuruti permintaan pembeli maupun karena memahami bahwa ekolabel memiliki manfaat bagi industri (H6). Industri memahami ekolabel tetapi tidak bersertifikat karena menganggap bahwa sertifikasi itu adalah rumit dan merepotkan. Dalam posisi ini industri akan mudah untuk diajak melakukan sertifikasi jika diminta oleh pembeli (H7). Meskipun demikian, tidak serta merta pemahaman ekolabel akan membuat industri melakukan sertifikasi. Hal itu tergantung kepada kepedulian produsen dan pertimbangan bisnis (H8). Ekolabel tidak selalu diterima sebagai instrumen pengelolaan lingkungan. Banyak industri yang tidak paham (79%), dan memiliki pemahaman yang cenderung negatip (H9). ASMINDO memiliki peran yang signifikan dalam pemahaman ekolabel (H10). Tetapi lembaga ekolabel tidak signifikan dalam “pemahaman pada industri “ (H11). (Santoso dkk, 2013)



Gambar 1. Model of Understanding Ecolabel on furniture industries (Sumber: Santoso dkk, 2013)

PEMBAHASAN

Tujuan ekolabeling adalah agar sebanyak mungkin industri bersertifikat CoC.Melalui model ini dapat diketahui karakteristik produsen mebel di Jawa Tengah dan Yogyakarta.Pemahaman yang kontra produktif yaitu persepsi bahwa ekolabel merupakan entry barrier perdagangan internasional yang diciptakan oleh Negara maju (15% tidak setuju, 32% setuju, 53% netral). Pemahaman yang menghambat perlu diatasi sehingga sertifikasi ekolabel dapat berjalan dengan baik. Pemahaman yang benar akan mendorong pengelolaan lingkungan pada industri furnitur berbasis ekolabel.

Dengan melakukan sertifikasi CoC maka dapat dipastikan bahwa industri furnitur akan ramah lingkungan. Pengelolaan lingkungan akan berjalan dengan baik berbasis prosedur yang telah ditetapkan dalam sistem ekolabel. Pemahaman ekolabel merupakan konstruk variabel dengan dimensi mengerti dan tidak mengerti. Pada dimensi mengerti, tidak berarti akanserta merta melakukan sertifikasi, melainkan dapat pula tidak melakukan sertifikasi karena masih terdapat dimensi pemahaman (mengerti) yang berbeda-beda. Jika dipahami dengan benar artinya adalah ekolabel sebagai instrumen pengelolaan lingkungan. Dengan kesadaran produsen terhadap lingkungan yang tinggi maka produsen akan mensertifikatkan industrinya, karena percaya bahwa ekolabel berdampak positif terhadap citra perusahaan, pangsa pasar dan profit karena pembeli juga akan mengapresiasi dengan bersedia membayar lebih tinggi.

Sebagai unit bisnis dan sifat sukarela ekolabel, maka dapat pula sertifikasi dilakukan jika pembeli mensyaratkan.Artinya produsen memandang sertifikasi sebagai investasi yang menguntungkan.Elemen variabel yang muncul dapat juga berupa pemahaman dalam perpektif kontra produktif dalam ekolabeling.Ekolabel dipahami sebagai upaya persaingan yang tidak sehat dari negara maju, bertentangan dengan GATT/WTO, atau penjajahan ekonomi baru.

Ekolabel berbiaya mahal, prosesnya rumit dan memakan waktu lama, sedangkan selama ini industri mebel merasa tidak ada masalah.Mereka juga merasa bukan perusak hutan, atau perusak lingkungan. Maka dimensi pemahaman ekolabel cukup luas. Pemahaman ekolabel pada industri furnitur dipengaruhi oleh sosialisasi ekolabel, latar belakang pendidikan, peran pemerintah, peran ASMINDO, dan tuntutan pasar.

Faktor Pendorong Ekolabel

1. Sesuai hasil uji hipotesis (H2) bahwa bagi industri besar maka biaya mahal ternyata tidak signifikan sebagai alasan untuk tidak melakukan sertifikasi ekolabel yang bersifat sukarela.
2. Tuntutan pasar (H3) secara signifikan merupakan kekuatan agar industri mau melakukan sertifikasi ekolabel. Peran pemerintah signifikan dalam pemahaman manfaat ekolabel.
3. Sesuai hipotesis (H4) pemerintah perlu mendorong dan melakukan sosialisasi kepada industri secara lebih efektif untuk pemahaman ekolabel. Terutama kementerian kehutanan, lingkungan hidup, perindustrian dan perdagangan.

4. Badan ekolabel (H5) dapat memberikan penyuluhan sertifikasi secara lebih efektif. Sesuai dengan hasil uji hipotesis H10.
5. Peran ASMINDO secara significan berpengaruh terhadap pemahaman ekolabel.
6. Sesuai hipotesis H1 ternyata bahwa industri yang tidak melakukan ekolabel tidak berhubungan dengan pemahaman manfaat ekolabel. Tidak melakukan ekolabeling dapat disebabkan karena belum pernah mendapatkan sosialisasi ekolabel sehingga tidak paham arti dan manfaat ekolabel. Dalam hal ini maka berarti industri tersebut ada kemungkinan akan melakukan sertifikasi jika mendapatkan informasi yang tepat tentang manfaat dari ekolabel. Tidak melakukan ekolabeling karena 81% pembeli tidak pernah membicarakan atau menuntut persyaratan ekolabel didalam syarat transaksinya. Kebanyakan pembeli lebih mengutamakan kualitas barang, dan mereka umumnya melihat langsung ke pabrik untuk melihat proses manufaktur dan meyakinkan kualitas barang.

Faktor Penghambat Ekolabel

1. Bagi perusahaan menengah dan kecil, maka biaya merupakan kendala. Pemahaman manfaat ekolabel juga belum menyentuh mereka. Produsen hanya fokus pada pemenuhan order dari pembeli. Jika pembeli tidak mensyaratkan ekolabel akan menyebabkan industri tidak termotivasi untuk mengetahui atau memahami ekolabel.
2. Industri furnitur kurang mendapatkan sosialisasi baik dari pemerintah, badan ekolabel maupun ASMINDO sesuai hasil uji hipotesis, sehingga banyak (79%) yang tidak memahami ekolabeling.Seperti hasil uji hipotesis H8, hal yang dapat menjadi hambatan ekolabeling adalah kesadaran produsen yang rendah terhadap lingkungan. Produsen hanya fokus pada orientasi bisnis saja, kurang peduli pada keberlanjutan produksi dan konsumsi.
3. Pembeli yang tidak mensyaratkan ekolabel dan sifat voluntary yang menyebabkan pilihan kepada tidak mensertifikatkan industrinya sampai pembeli menuntut persyaratan ekolabel.
4. Persepsi tersebut maka produsen cenderung tidak mau mensertifikatkan unit industrinya atau memilih mengalihkan ke pasar yang tidak mensyaratkan ekolabel. Hal ini membuat kontra produktif terhadap upaya ekolabeling pada industri furnitur di Jawa Tengah dan di Yogyakarta.
5. Berdasarkan hasil penelitian, tampak bahwa persepsi responden di Indonesia sangat berbeda dengan China. Pemerintah China juga sangat membantu industrinya dalam menguasai pasar dunia (Lee, 2011).Menurut Soenoto (2014), total ekspor mebel dunia sepanjang 2013 mencapai 124 miliar dolar AS. Ekspor mebel Indonesia hanya mencapai 1,5 persen dari total tersebut, atau hanya 1,7 miliar dolar AS (peringkat ke 13). Posisi Vietnam mencapai ekspor sekitar 4,2 miliar dolar AS. Malaysia berada pada peringkat ke 8, dengan nilai ekspor 2,4 miliar dolar AS meskipun SDM dan SDA jauh lebih kecil dibandingkan Indonesia. Menurut Indrawan (2014), Uni Eropa merupakan pasar terbesar ekspor furnitur dan kerajinan asal Indonesia, yakni 40 persen. Peringkat pasar ekspor kedua Amerika Serikat sebesar 29 persen dan Jepang 12 persen. Keunggulan produk kayu asal Indonesia antara lain berbahan kayu keras (solid wood), seperti kayu jati dan mahoni (Indrawan, 2014)

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

1. Ecolabel dapat merupakan strategi untuk meningkatkan daya saing industri furnitur di pasar internasional, selain harga dan kualitas tinggi.
2. Sebanyak 70% industri besar beranggapan bahwa biaya sertifikasi mahal tetapi perlu dilakukan karena merupakan tuntutan bisnis. Sertifikasi dianggap sebagai investasi.
3. Industri besar sebanyak 62% setuju bahwa sertifikasi ekolabel perlu dilakukan dengan pemilihan skema yang tepat. FSC-CoC dianggap pilihan terbaik.
4. Keterbatasan suplai bahan baku kayu bersertifikat membuat pilihan kepada *Control Wood*.
5. ASMINDO dan pemerintah berpengaruh terhadappemahaman ekolabel .
6. Pembeli berpengaruh signifikan, industri tidak paham karena pembeli tidak meminta syarat ekolabel.
7. Industri banyak (79%) yang tidak paham ecolabeling, membuat ekolabeling di Indonesia lamban jauh tertinggal dibanding negara-negara pesaing.
8. Sosialisasi ekolabel kepada industri tidak efektif, pemahaman cenderung negatif.
9. Industri yang memahami ekolabel tetapi tidak bersertifikat karena pembeli tidak mensyaratkan.
10. Kesadaran lingkungan produsen rendah, hanya 29% yang setuju menggunakan kayu bersertifikat ekolabel.

11. Pembeli (*buyers*) belum menunjukkan pentingnya kelestarian lingkungan yang ditunjukkan dengan sebanyak 53% pembeli berpengalaman membeli dengan CW, 50% membeli pure FSC, hanya 6% pembeli yang menempatkan ramah lingkungan sebagai variabel utama dalam transaksi.

Rekomendasi

1. *Ecolabel* mempunyai dampak positif signifikan terhadap hutan lestari, lingkungan industri, citra perusahaan, pangsa pasar, profit, dan kesejahteraan sosial. Perlu diseminasikan untuk meningkatkan pemahaman *ecolabel* secara benar.
2. *Ecolabeling* perlu terus didorong sebagai upaya meningatkan daya saing industri furnitur dipasar internasional, selain kualitas dan harga.
3. *Ecolabeling* hendaknya disikapi sebagai tantangan sekaligus peluang untuk meningkatkan pasar ekspor furnitur, perubahan tren perdagangan internasional yang menuntut komitmen produsen untuk produk ramah lingkungan melalui sertifikasi *ecolabel*.

DAFTAR PUSTAKA

Farida, Elfia.(1997).“Perlindungan Lingkungan Sebagai Strategi Meningkatkan Daya Saing Di Pasar Global”.*Diskusi Bagian Hukum Internasional*. Fakultas Hukum Undip Semarang.

Ganguly dan Eastin.(2011). *Economic and environmental aspects of China's wood products industry*, CNTRAFOR News. Seattle, USA.

Herry Purnomo, Rika Harini Irawati, dan Ririn Wulandari. (2011).*Readiness in Jepara Furniture Manufacturers in Confront of Ecolabel Certification*.

Huang,Yu.(2013).*Global Legality Requirements and Chain of Custody Certification: Potential Impacts of Recent Changes on China's Wood Products Industry*.The University of British Columbia.Vancouver.

Indrawan. (2014).*Peluang Ekspor Produk Kayu, Direktur Eksekutif Asosiasi Industri Permebelan dan Kerajinan Indonesia (Asmindo)*. Sumber: KOMPAS (Selasa, 18 Maret 2014). http://silk.dephut.go.id/index.php/article/vnews/73. Diakses tanggal 26/04/2014.

Lee, D. (2011). *The Viability of China’s Wood Furniture Industry*. Prepared for FRST University BritishColumbia, p.497.

Lien, D.T(2013). *Some Perspectives On fforts In Vietnam To Tackle Illegal Logging. Research Institute For Sustainable Forest Management And Forest Certification* (SFMI). Chatham House processing enterprises, p.393.

Ramdani, D.(1999). *Komoditas Ekspor untuk Stimulasi Pemulihan Ekonomi, Buletin Bisnis dan Ekonomi Politik Jakarta*. Jakarta: INDEF.

Salim, Emil.(2010).*Ratusan Bangsa Merusak Satu Bumi*. Jakarta: Penerbit Buku Kompas.

Santoso, H. Purwanto.(2013).“Ecolabel as an intrument of environmental management in the furniture industry in Central Java and Yogyakarta”.*The 13th International Conference On QiR*. Program Book Vol.2 ISSN 1411-1284, Yogyakarta 25-28 June 2013.

Soenoto. (2014). *Ekspor mebel Indonesia masih di bawah Malaysia dan Vietnam*.http://www.antaranews.com/berita/423360/ekspor-mebel-indonesia-masih-di-bawah-malaysia-dan-vietnam.Diakses tanggal 26/04/2014.

Vidal, N.G.(2003). *Chain of Custody: Current Status and Level of Know-ledge in The North American Solid Wood Sector*.

Yuan, Y. dan Eastin, E.(2007). “Forest Certification and Its Influence on the Forest Products Industry in China”. *Working Paper*. p.110.

EKOLABEL SEBAGAI STRATEGI MENINGKATKAN DAYA SAING STUDI KASUS PADA INDUSTRI FURNITUR KAYU DI JAWA TENGAH DAN YOGYAKARTA

Haryo Santoso
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang 50275
Telp/Fax. 024-7460052
E-mail: haryokrmt@gmail.com

ABSTRAKS
Kerusakan hutan tropis, termasuk di Indonesia, telah menjadi perhatian dunia. Kerusakan lingkungan hutan disebabkan maraknya penebangan liar dan perdagangan kayu ilegal serta alih fungsi hutan yang tidak terkendali. Negara-negara maju, terutama Uni Eropa dan Amerika Serikat menyatakan tidak menerima produk kayu, termasuk furnitur, yang tidak dijamin perolehan kayunya dari hutan lestari. Industri furnitur merespon ekolabeling sebagai tekanan perdagangan internasional.Survei dilakukan terhadap 53 responden industri di Jawa Tengah dan Yogyakarta, 32buyers,sertaindepth-interview terhadap stake-holders. Pengolahan data dibantu software SmartPLS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekolabeling di Indonesia termasuk lamban dibanding pesaing produsen furnitur seperti China dan Vietnam. Dalam kurun waktu yang sama, China mencapai lebih dari 1000 unit industri furnitur bersertifikat ekolabel, Vietnam 235 dan Indonesia 78. China menjadi market leader dalam perdagangan furnitur dunia. Pemahaman ekolabel cenderung negatif dan mekanisme pasar tidak optimal. Ekolabel berdampak signifikan terhadap pelestarian lingkungan hutan, pangsa pasar, citra perusahaan, profit dan kesejahteraan sosial.Direkomendasikan industri furnitur menerapkan ekolabel sebagai bagian strategi untuk meningkatkan daya saing di pasar internasional.

***Kata kunci**: Daya Saing, Ekolabel, Hutan Lestari, Industri Furnitur*

PENDAHULUAN

Ekolabel merupakan instrumen yang diciptakan untuk pelestarian hutan dan lingkungan melalui mekanisme pasar. Industri perkayuan, termasuk furnitur, secara sukarela dapat melakukan sertifikasi ekolabel untuk menunjukkan bahwa bahan baku kayu yang digunakan berasal dari hutan lestari dan proses produksi ramah lingkungan. Industri furnitur sangat strategis bagi Indonesia karena lokal konten hampir seratus persen, terbarukan dan memiliki total linkage tertinggi dibanding industri lainnya (Ramdani, 1999). Ecolabel memudahkan konsumen memilih produk yang ramah lingkungan dibandingkan produk lain yang sejenis. Kerusakan lingkungan hutan semakin parah disebabkan maraknya *illegal logging*, perdagangan kayu *illegal* dan alih fungsi hutan yang tidak terkendali. Konsumen hijau menganggap sistem pengelolaan hutan dengan*command and control*negara-negara tropis telah gagal sehingga perlu diganti dengan *voluntary*.Menurut Emil Salim, hal itu kemudian memunculkan komitmen politik dan komersial dari berbagai stakeholders internasional, pada 6-7 Juni 2000 di London Arena, Inggris; WWF bekerjasama dengan FSC menyelenggarakankonferensi dan pameran dagang tentang produk hutan bersertifikat. Hasilnya berupa kesamaan visi antara berbagai *global stakeholders* kehutanan tentang vitalnya peranan sertifikasi ekolabel sebagai titik temu antara kelestarian hutan dan perdagangan produk hasil hutan. Komitmen komersial dari pembeli-pembeli utama produk hutan dan olahannya di Eropa dan Amerika Utara menguatkan tren keharusan ekolabel ini. Home Depot, mendukung dengan komitmen bahwa mulai tahun 2002, semua produk kayu yang dibelinya harus bersertifikat ekolabel (Salim, 2010).

Pembeli utama di Inggris seperti B&Q dan Wickes juga mendukung komitmen ekolabel.Komitmen tersebut ternyata didukung data empirik. Menurut laporan WWF, "*Certification: A Future for The World's Forests*", menyebutkan bahwa pada awal tahun1990-an, hutan bersertifikat di seluruh dunia belum ada satu hektar. Pada tahun 1996, jumlah hutan bersertifikat mencapai sekitar dua juta hektar.Dalam periode 1996-2000, jumlah tersebut naik secara eksponensial mencapai hampir 19 juta hektar.Dari fakta di atas, dikotomi antara pelestarian hutan versus tuntutan pasar menjadi tidak relevan lagi. Keduanya bisa dijembatani oleh sertifikasi ekolabel, sebuah instrumen SFM dan perdagangan internasional sekaligus.Ekolabel diharapkan menjadi salah satu cara untuk mengatasi perusakan hutan tropis. Sifat ekolabel yang *voluntary* memerlukan pemahaman yang benar yaitu untuk pelestarian lingkungan hutan. Salah satu pengguna sumberdaya hutan adalah industri furnitur kayu.

Dalam persaingan bisnis, berbagai strategi dilakukan guna meningkatkan angka penjualan, mulai dari permainan harga, penyebaran area distribusi, inovasi produk, jasa pelayanan, hingga kegiatan-kegiatan promosi yang bersifat masal.Dunia perdagangan internasional tidak lagi bebas dari masalah lingkungan.Masyarakat dunia yang semakin peduli terhadap lingkungan adalah merupakan ceruk pasar yang potensial.

China telah menjadieksportir terbesar dunia sejak 2005, melampaui industri tradisional di Eropa, Jerman dan Italy (Ganguly and Eastin 2011). Di China, industri furnitur menyatakan sikap positif terhadap sebagian besar laporan survei tentang sertifikasi hutan dan pengaruhnya terhadap industri. Laporan dipandang positif termasuk keyakinan bahwa sertifikasi ekolabel dapat membantu perusahaan memasuki pasar baru (terutama pasar di Eropa dan Amerika Utara), sertifikasi dapat membantu mempertahankan pasar perusahaan yang ada jika persyaratan baru pada isu-isu lingkungan diimplementasikan.Ekolabel sangat membantu dalam meningkatkan daya saing dan citraperusahaan pada masyarakat, dan perusahaan optimis tentang pangsa pasar yang meningkat dan keuntungan yang akan dihasilkan dari penjualan produk-produk kayu bersertifikat selama dua tahun ke depan (Yuan & Easting, 2007).

Tabel 1. Negara produsen furnitur dan pasar ekspor Indonesia

Negara produsen	**CoC-PEFC certificates**	**CoC-FSC certificates**	**CoC certificates**	**Pasar ekspor**
USA	354	3,714	4,068	√
EU-27	7,236	9,905	17,141	√
Japan	210	1,130	1,340	√
China	155	1,827	1982	√
Malaysia	171	132	303	
Vietnam		393		
Lainnya		4,778		
Total dunia	8,797	21,879	30,676	

Sumber: Huang(2013)& Lien (2013), diolah.

Tabel 1 menunjukkan negara-negara produsen mebel yang juga merupakan pasar ekspor utama furnitur Indonesia. Kini mereka menerapkan aturan yang ketat seperti peraturan perundangan perdagangan kayu, EU Timber Regulation No. 995/2010 (EUTR) Uni Eropa, LAA (Lacey Act Amandement) Amerika Serikat, (Green Koo Nyu Ho)Jepang. Negara–negara tersebut akan menolak masuknya produk kayu non-ecolabel.

Respon positif industri furnitur China terhadap perubahan pasar yang cenderung ke produk ramah lingkungan telah menjadi salah satu faktor sukses menguasai pasar dunia.Menurut Yuan dan Eastin, produsen furnitur China menghadapi isue lingkungan (ekolabeling) bukan sebagai tekanan melainkan tantangan pasar dan sekaligus peluang. Ekolabel dijadikan strategi untuk penetrasi pasar dunia(Yuan, Eastin, 2007). Hal ini dapat disimak pada pertumbuhan ekolabeling diChina. Jumlah industri bersertifikat FSC-CoC pada tahun 1998 hanya satu, tahun 2009 menjadi 971 dan tahun 2011 telah mencapai 1356 unit industri furnitur.

Menurut Yu Huang, kini China memiliki 1,827 industri furnitur bersertifikat FSC-COC dan merupakan eksportir furnitur dunia yang terbesar (Huang, 2013).Sertifikasi sangat membantu dalam meningkatkan daya saing dan citraperusahaan pada masyarakat, dan perusahaan optimis tentang pangsa pasar yang meningkat dan keuntungan yang akan dihasilkan dari penjualan produk-produk kayu bersertifikat selama dua tahun ke depan (Yuan dan Eastin, 2007).SertifikatFSC-CoC di(daratan) China telah mencapai1.356, dibandingkan dengan hanyasatupada tahun 1998 dan971pada tahun 2009 Faktor dominan ekolabeling di China adalah kesadaran produsen, untuk menguasai pasar dunia (Cao, 2011).Vietnam mencapai 393 unit industri bersertifikat CoC (Lien, 2013).Persaingan dagang di dunia kini tidak hanya diwarnai oleh kualitas tinggi dan harga yang kompetitif tetapi juga kepedulian terhadap lingkungan (Farida,1997).

Perdagangan mebel dunia pada tahun 2010 mencapaiUSD135 miliar atau sekitar 1% dari total perdagangan dunia dibidang manufaktur. Sekitar 54% dari ekspor mebel berasaldari negara sedang berkembang termasuk Indonesia, Malaysia,Meksiko, Polandia, dan China. Industri furnitur China

berkembang sangatcepat dan mendominasi perdagangan sebesar 16%. Pasarmebel dunia adalah pasar terbuka. Rasio impor dankonsumsinya lebih dari 31%. Mebel dari kayu jati dan mahonipaling diminati di dunia karena alasan kekuatan dan estetika.Mebel merupakan salah satu komoditi ekspor utamaIndonesia selain minyak dan gas bumi, tiga yang lainnyaadalah kelapa sawit, garmen dan karet.

Perkembangan ecolabeling di Indonesia yang memiliki 78 unit industri bersertifikat CoC dibanding negara produsen furnitur pesaing seperti China (1,827) dan Vietnam (393), ketinggalan jauh yang senada dengan kinerja pasar ekspornya.Posisi Indonesia saat ini sebagai eksportir mebel ranking ke 13 dibawah Malaysia yang menempati peringkat ke delapan dan Vietnam ke lima.

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman ekolabeling pada industri furnitur dalam kaitannya dengan perkembangan ecolabelling yang lamban dibanding negara-negara produsen pesaing.

METODE

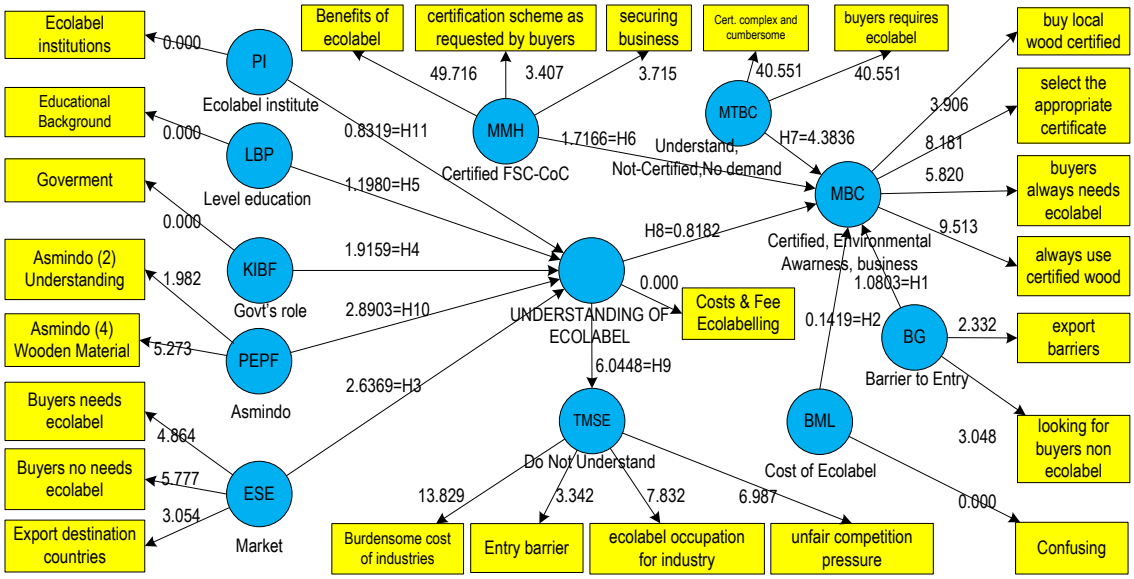
Metode yang digunakan adalah survei dan *indepth interview* terhadap stake holders. Survei dilakukan hanya terhadap industri kategori besar yang berpeluang tinggi untuk sertifikasi CoC (Vidal, 2003). Kuesioner didistribusikan ke delapan klaster industri di Semarang, Demak, Jepara, Blora, Klaten, Surakarta, Magelang dan Yogyakarta. Jumlah minimum responden 43 unit (rumus Slovin). Data diolah dengan perangkat lunak SmartPLS.Berbasis pada model konseptual, diformulasikan path diagram dengan bantuan software. Langkah berikutnya setelah penyusunan diagram jalur adalah mengevaluasi model PLS berdasarkan pada pengukuran prediksi yang mempunyai sifat non parametrik. Ada dua unsur yang diukur yaitu *outer model* dan *inner model*. Evaluasi ini dilakukan secara berulang (*iterative*), dengan cara mengukur dan membuang variabel yang tidak valid, sampai ditemukan bahwa semua variabel yang tersisa adalah valid.*Outer model* diukur dengan indikator refleksif dievaluasi dengan *convergent* dan *discriminant validity* dari indikatornya dan *Composite Reliability* untuk blok indikator. Model struktural atau *Inner model* dievaluasi dengan melihat prosentase *variance* yang dijelaskan yaitu dengan melihat nilai r^2 untuk konstruk laten dependen dengan menggunakan ukuran *Stone-Geisser Q Square test* dan juga melihat besarnya koefisien jalur strukturalnya (Ghozali, 2008).

HASIL

Hasil pengolahan data untuk validasi model ditunjukkan pada gambar 1 yang mengilustrasikan hubungan antar *latent variable* dan indikator variabel yang valid.

Hipotesis diterima jika Nilai $T_{stat} \geq 1{,}684$. Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa industri cenderung untuk tidak sertifikasi karena pemahaman negatif dari eco-label (H1). Tingginya biaya sertifikasi tidak menghalangi pemahaman tentang eco-labeling (H2), sertifkasi akan dilakukan demi kepentingan bisnis. Pembeli sangat berpengaruh terhadap pemahaman tentang ekolabel (H3). Peran pemerintah juga sangat berpengaruh terhadap pemahaman ekolabel (H4). Latar belakang pendidikan tidak berpengaruh dalam pemahaman manfaat ekolabel (H5).

Sertifikasi dilakukan karena alasan bisnis, menuruti permintaan pembeli maupun karena memahami bahwa ekolabel memiliki manfaat bagi industri (H6). Industri memahami ekolabel tetapi tidak bersertifikat karena menganggap bahwa sertifikasi itu adalah rumit dan merepotkan. Dalam posisi ini industri akan mudah untuk diajak melakukan sertifikasi jika diminta oleh pembeli (H7). Meskipun demikian, tidak serta merta pemahaman ekolabel akan membuat industri melakukan sertifikasi. Hal itu tergantung kepada kepedulian produsen dan pertimbangan bisnis (H8). Ekolabel tidak selalu diterima sebagai instrumen pengelolaan lingkungan. Banyak industri yang tidak paham (79%), dan memiliki pemahaman yang cenderung negatip (H9). ASMINDO memiliki peran yang signifikan dalam pemahaman ekolabel (H10). Tetapi lembaga ekolabel tidak signifikan dalam "pemahaman pada industri " (H11). (Santoso dkk, 2013)



Gambar 1. Model of Understanding Ecolabel on furniture industries (Sumber: Santoso dkk, 2013)

PEMBAHASAN

Tujuan ekolabeling adalah agar sebanyak mungkin industri bersertifikat CoC.Melalui model ini dapat diketahui karakteristik produsen mebel di Jawa Tengah dan Yogyakarta.Pemahaman yang kontra produktif yaitu persepsi bahwa ekolabel merupakan entry barrier perdagangan internasional yang diciptakan oleh Negara maju (15% tidak setuju, 32% setuju, 53% netral). Pemahaman yang menghambat perlu diatasi sehingga sertifikasi ekolabel dapat berjalan dengan baik. Pemahaman yang benar akan mendorong pengelolaan lingkungan pada industri furnitur berbasis ekolabel.

Dengan melakukan sertifikasi CoC maka dapat dipastikan bahwa industri furnitur akan ramah lingkungan. Pengelolaan lingkungan akan berjalan dengan baik berbasis prosedur yang telah ditetapkan dalam sistem ekolabel. Pemahaman ekolabel merupakan konstruk variabel dengan dimensi mengerti dan tidak mengerti. Pada dimensi mengerti, tidak berarti akanserta merta melakukan sertifikasi, melainkan dapat pula tidak melakukan sertifikasi karena masih terdapat dimensi pemahaman (mengerti) yang berbeda-beda. Jika dipahami dengan benar artinya adalah ekolabel sebagai instrumen pengelolaan lingkungan. Dengan kesadaran produsen terhadap lingkungan yang tinggi maka produsen akan mensertifikatkan industrinya, karena percaya bahwa ekolabel berdampak positif terhadap citra perusahaan, pangsa pasar dan profit karena pembeli juga akan mengapresiasi dengan bersedia membayar lebih tinggi.

Sebagai unit bisnis dan sifat sukarela ekolabel, maka dapat pula sertifikasi dilakukan jika pembeli mensyaratkan.Artinya produsen memandang sertifikasi sebagai investasi yang menguntungkan.Elemen variabel yang muncul dapat juga berupa pemahaman dalam perpektif kontra produktif dalam ekolabeling.Ekolabel dipahami sebagai upaya persaingan yang tidak sehat dari negara maju, bertentangan dengan GATT/WTO, atau penjajahan ekonomi baru.

Ekolabel berbiaya mahal, prosesnya rumit dan memakan waktu lama, sedangkan selama ini industri mebel merasa tidak ada masalah.Mereka juga merasa bukan perusak hutan, atau perusak lingkungan. Maka dimensi pemahaman ekolabel cukup luas. Pemahaman ekolabel pada industri furnitur dipengaruhi oleh sosialisasi ekolabel, latar belakang pendidikan, peran pemerintah, peran ASMINDO, dan tuntutan pasar.

Faktor Pendorong Ekolabel

1. Sesuai hasil uji hipotesis (H2) bahwa bagi industri besar maka biaya mahal ternyata tidak signifikan sebagai alasan untuk tidak melakukan sertifikasi ekolabel yang bersifat sukarela.
2. Tuntutan pasar (H3) secara signifikan merupakan kekuatan agar industri mau melakukan sertifikasi ekolabel. Peran pemerintah signifikan dalam pemahaman manfaat ekolabel.
3. Sesuai hipotesis (H4) pemerintah perlu mendorong dan melakukan sosialisasi kepada industri secara lebih efektif untuk pemahaman ekolabel. Terutama kementerian kehutanan, lingkungan hidup, perindustrian dan perdagangan.

4. Badan ekolabel (H5) dapat memberikan penyuluhan sertifikasi secara lebih efektif. Sesuai dengan hasil uji hipotesis H10.
5. Peran ASMINDO secara significan berpengaruh terhadap pemahaman ekolabel.
6. Sesuai hipotesis H1 ternyata bahwa industri yang tidak melakukan ekolabel tidak berhubungan dengan pemahaman manfaat ekolabel. Tidak melakukan ekolabeling dapat disebabkan karena belum pernah mendapatkan sosialisasi ekolabel sehingga tidak paham arti dan manfaat ekolabel. Dalam hal ini maka berarti industri tersebut ada kemungkinan akan melakukan sertifikasi jika mendapatkan informasi yang tepat tentang manfaat dari ekolabel. Tidak melakukan ekolabeling karena 81% pembeli tidak pernah membicarakan atau menuntut persyaratan ekolabel didalam syarat transaksinya. Kebanyakan pembeli lebih mengutamakan kualitas barang, dan mereka umumnya melihat langsung ke pabrik untuk melihat proses manufaktur dan meyakinkan kualitas barang.

Faktor Penghambat Ekolabel

1. Bagi perusahaan menengah dan kecil, maka biaya merupakan kendala. Pemahaman manfaat ekolabel juga belum menyentuh mereka. Produsen hanya fokus pada pemenuhan order dari pembeli. Jika pembeli tidak mensyaratkan ekolabel akan menyebabkan industri tidak termotivasi untuk mengetahui atau memahami ekolabel.
2. Industri furnitur kurang mendapatkan sosialisasi baik dari pemerintah, badan ekolabel maupun ASMINDO sesuai hasil uji hipotesis, sehingga banyak (79%) yang tidak memahami ekolabeling.Seperti hasil uji hipotesis H8, hal yang dapat menjadi hambatan ekolabeling adalah kesadaran produsen yang rendah terhadap lingkungan. Produsen hanya fokus pada orientasi bisnis saja, kurang peduli pada keberlanjutan produksi dan konsumsi.
3. Pembeli yang tidak mensyaratkan ekolabel dan sifat voluntary yang menyebabkan pilihan kepada tidak mensertifikatkan industrinya sampai pembeli menuntut persyaratan ekolabel.
4. Persepsi tersebut maka produsen cenderung tidak mau mensertifikatkan unit industrinya atau memilih mengalihkan ke pasar yang tidak mensyaratkan ekolabel. Hal ini membuat kontra produktif terhadap upaya ekolabeling pada industri furnitur di Jawa Tengah dan di Yogyakarta.
5. Berdasarkan hasil penelitian, tampak bahwa persepsi responden di Indonesia sangat berbeda dengan China. Pemerintah China juga sangat membantu industrinya dalam menguasai pasar dunia (Lee, 2011).Menurut Soenoto (2014), total ekspor mebel dunia sepanjang 2013 mencapai 124 miliar dolar AS. Ekspor mebel Indonesia hanya mencapai 1,5 persen dari total tersebut, atau hanya 1,7 miliar dolar AS (peringkat ke 13). Posisi Vietnam mencapai ekspor sekitar 4,2 miliar dolar AS. Malaysia berada pada peringkat ke 8, dengan nilai ekspor 2,4 miliar dolar AS meskipun SDM dan SDA jauh lebih kecil dibandingkan Indonesia. Menurut Indrawan (2014), Uni Eropa merupakan pasar terbesar ekspor furnitur dan kerajinan asal Indonesia, yakni 40 persen. Peringkat pasar ekspor kedua Amerika Serikat sebesar 29 persen dan Jepang 12 persen. Keunggulan produk kayu asal Indonesia antara lain berbahan kayu keras (solid wood), seperti kayu jati dan mahoni (Indrawan, 2014)

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

1. Ecolabel dapat merupakan strategi untuk meningkatkan daya saing industri furnitur di pasar internasional, selain harga dan kualitas tinggi.
2. Sebanyak 70% industri besar beranggapan bahwa biaya sertifikasi mahal tetapi perlu dilakukan karena merupakan tuntutan bisnis. Sertifikasi dianggap sebagai investasi.
3. Industri besar sebanyak 62% setuju bahwa sertifikasi ekolabel perlu dilakukan dengan pemilihan skema yang tepat. FSC-CoC dianggap pilihan terbaik.
4. Keterbatasan suplai bahan baku kayu bersertifikat membuat pilihan kepada *Control Wood*.
5. ASMINDO dan pemerintah berpengaruh terhadappemahaman ekolabel .
6. Pembeli berpengaruh signifikan, industri tidak paham karena pembeli tidak meminta syarat ekolabel.
7. Industri banyak (79%) yang tidak paham ecolabeling, membuat ekolabeling di Indonesia lamban jauh tertinggal dibanding negara-negara pesaing.
8. Sosialisasi ekolabel kepada industri tidak efektif, pemahaman cenderung negatif.
9. Industri yang memahami ekolabel tetapi tidak bersertifikat karena pembeli tidak mensyaratkan.
10. Kesadaran lingkungan produsen rendah, hanya 29% yang setuju menggunakan kayu bersertifikat ekolabel.

11. Pembeli (*buyers*) belum menunjukkan pentingnya kelestarian lingkungan yang ditunjukkan dengan sebanyak 53% pembeli berpengalaman membeli dengan CW, 50% membeli pure FSC, hanya 6% pembeli yang menempatkan ramah lingkungan sebagai variabel utama dalam transaksi.

Rekomendasi

1. *Ecolabel* mempunyai dampak positif signifikan terhadap hutan lestari, lingkungan industri, citra perusahaan, pangsa pasar, profit, dan kesejahteraan sosial. Perlu diseminasikan untuk meningkatkan pemahaman *ecolabel* secara benar.
2. *Ecolabeling* perlu terus didorong sebagai upaya meningatkan daya saing industri furnitur dipasar internasional, selain kualitas dan harga.
3. *Ecolabeling* hendaknya disikapi sebagai tantangan sekaligus peluang untuk meningkatkan pasar ekspor furnitur, perubahan tren perdagangan internasional yang menuntut komitmen produsen untuk produk ramah lingkungan melalui sertifikasi *ecolabel*.

DAFTAR PUSTAKA

Farida, Elfia.(1997).“Perlindungan Lingkungan Sebagai Strategi Meningkatkan Daya Saing Di Pasar Global”.*Diskusi Bagian Hukum Internasional*. Fakultas Hukum Undip Semarang.

Ganguly dan Eastin.(2011). *Economic and environmental aspects of China's wood products industry*, CNTRAFOR News. Seattle, USA.

Herry Purnomo, Rika Harini Irawati, dan Ririn Wulandari. (2011).*Readiness in Jepara Furniture Manufacturers in Confront of Ecolabel Certification*.

Huang,Yu.(2013).*Global Legality Requirements and Chain of Custody Certification: Potential Impacts of Recent Changes on China's Wood Products Industry*.The University of British Columbia.Vancouver.

Indrawan. (2014).*Peluang Ekspor Produk Kayu, Direktur Eksekutif Asosiasi Industri Permebelan dan Kerajinan Indonesia (Asmindo)*. Sumber: KOMPAS (Selasa, 18 Maret 2014). http://silk.dephut.go.id/index.php/article/vnews/73. Diakses tanggal 26/04/2014.

Lee, D. (2011). *The Viability of China’s Wood Furniture Industry*. Prepared for FRST University BritishColumbia, p.497.

Lien, D.T(2013). *Some Perspectives On fforts In Vietnam To Tackle Illegal Logging. Research Institute For Sustainable Forest Management And Forest Certification* (SFMI). Chatham House processing enterprises, p.393.

Ramdani, D.(1999). *Komoditas Ekspor untuk Stimulasi Pemulihan Ekonomi, Buletin Bisnis dan Ekonomi Politik Jakarta*. Jakarta: INDEF.

Salim, Emil.(2010).*Ratusan Bangsa Merusak Satu Bumi*. Jakarta: Penerbit Buku Kompas.

Santoso, H. Purwanto.(2013).“Ecolabel as an intrument of environmental management in the furniture industry in Central Java and Yogyakarta”.*The 13th International Conference On QiR*. Program Book Vol.2 ISSN 1411-1284, Yogyakarta 25-28 June 2013.

Soenoto. (2014). *Ekspor mebel Indonesia masih di bawah Malaysia dan Vietnam*.http://www.antaranews.com/berita/423360/ekspor-mebel-indonesia-masih-di-bawah-malaysia-dan-vietnam.Diakses tanggal 26/04/2014.

Vidal, N.G.(2003). *Chain of Custody: Current Status and Level of Know-ledge in The North American Solid Wood Sector*.

Yuan, Y. dan Eastin, E.(2007). “Forest Certification and Its Influence on the Forest Products Industry in China”. *Working Paper*. p.110.

ANALISA VARIABILITAS CACAT PADA PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA

Miftakhur Rojib(1), Suhartini(2)
[1,2]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jalan Arief Rahman Hakim No. 100 Surabaya
Telp. (031)5945043
Email : ttitin63@yahoo.com

ABSTRAKS
Kualitas produk merupakan hal yang paling utama di dalam sebuah proses produksi di perusahaan, kualitas dapat juga diartikan sebagai salah satu kebijakkan yang paling penting dalam meningkatkan daya saing produk antar perusahaan sehingga diharuskan produk yang dihasilkan dapat memberikan kepuasan pada konsumen.Perusahaan PT. XYZ merupakan perusahaan yang menghasilkan produk kemasan berbahan plastik. Pada saat ini produk kemasan plastik sering terjadi kecacatan produk, kecacatan produk yang paling sering terjadi adalah pada proses assembling. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah six sigma. Six sigma menurut (Vincent Gaspersz, 2002) adalah ukuran target kinerja industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok industri dan pelanggan. Six sigma juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus pada pelanggan dengan melalui penekanan pada kemampuan proses. Dari penerapan metode ini menunjukan bahwa tingkat defect produk yang paling banyak terjadi pada setting mesin dengan nilai RPN 240, setelah dilakukan pendekatan DMAIC dapat diketahui penurunan tingkat kegagalan produk yaitu dari DPMO sebesar 83064,33 atau nilai six 2,87 σ menjadi DPMO sebesar 52017,35 atau nilai sigma 3,12σ .

Kata kunci : *DMAIC, DPMO, FMEA, kualitas produk, six sigma*

PENDAHULUAN

Pada saat ini pelaku bisnis dalam industri di Indonesia orientasi pelanggannya terhadap kualitas produk. Perusahaan harus dapat memenuhi keinginan pelanggan, komitmen dari perusahaan untuk terus mempertahankan kualitas dan keinginan pelanggan adalah dengan diterapkannya sistem manajemen mutu ISO dalam perusahaan. Namun perusahaan tidak dapat berhenti begitu saja karena pada kenyataannya masih terdapat produk yang belum sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan *defectproduct*.

Hal ini dapat dijadikan sebagai pedoman bahwa pengendalian kualitas merupakan bagian dari proses produksi yang sangat berpengaruh dalam meningkatkan kualitas produk, sehingga pemenuhan pelayanan kepada konsumen dapat tercapai. Kualitas sendiri merupakan keseluruhan karakteristik dari suatu produk atau jasa yang mampu memberi kepuasan kepada pelanggan (Feigenbaum, 1992).

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi segala macam bentuk kemasan plastik baik untuk minuman, obat-obatan. Secara garis besar di perusahaan ini dan di semua unit mempunyai kegiatan yang sama yaitu memproduksi suatu "plastik kemasan" produk, baik itu cair ataupun padat yang mana bahan utamanya adalah plastik.

Dalam menjalankan proses produksinya hampir sebagian besar perusahaan menggunakan mesin otomatis, terkecuali pada bagian *assembling* perusahaan ini masih menggunakan sistem manual (tenaga manusia). Tidak jarang pada bagian *assembling* ini masih terdapat produk cacat. Sehingga dalam penelitian ini untuk menganalisa kecacatan pada bagian *assembling* tersebut dengan menggunakan metode *Six Sigma*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya kecacatan dari proses produksi Kemasan plastik di perusahaan, serta menentukan solusi yang dilakukan untuk meminimalkan jumlah *defect* pada produk Kemasan plastik di perusahaan.

Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

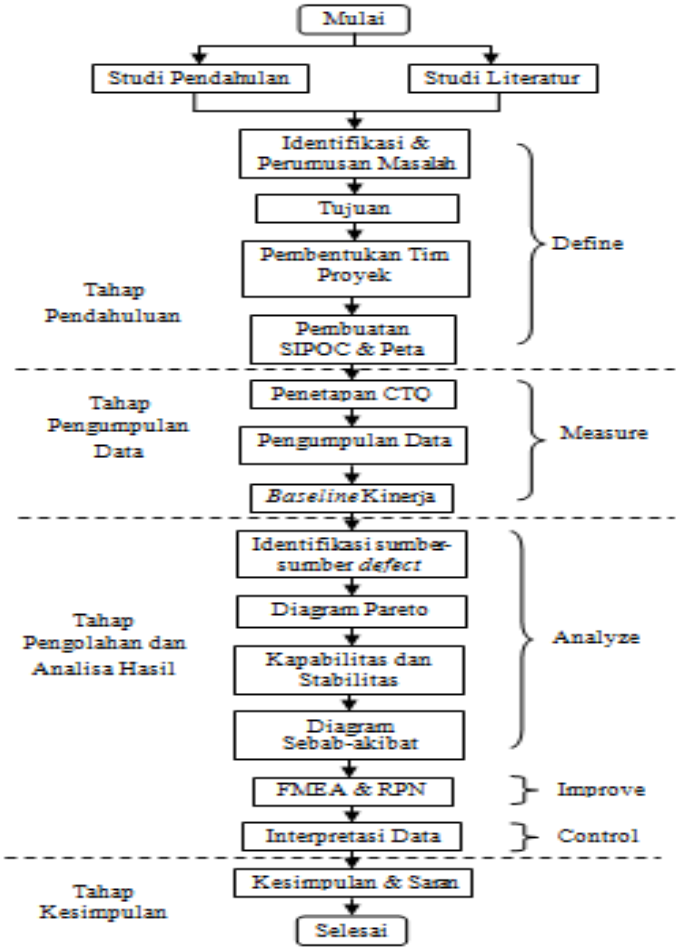
1. Bagaimana menentukan faktor – faktor yang menjadi penyebab terjadinya kecacatan produksi pada produk kemasan plastik di perusahaan.
2. Bagaimana meminimalkan jumlah *defect* pada produksi kemasan plastik di perusahaan dengan menggunakan pendekatan *Six Sigma*.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi faktor – faktor penyebab terjadinya kecacatan dari proses produksi kemasan plastik di perusahaan.
2. Menentukan solusi yang dilakukan untuk meminimalkan jumlah *defect* pada produk Kemasan Plastik di perusahaan.

METODE PENELITIAN



Gambar 1.*Flow chart* metodologi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Kemampuan (Kapabilitas) Proses

Dari hasil proses pembuatan kemasan dapat diketahui tingkat kapabilitas proses dimana untuk proses pembuatan kemasan ini nilai DPMO-nya yaitu 83064,33 dan tingkat Sigma levelnya yaitu 2,88.

Setelah mengetahui nilai kapabilitas untuk proses pembuatan produk tersebut, tahap selanjutnya yaitu dilakukan analisa untuk mengetahui banyaknya CTQ potensial yang paling besar dalam mempengaruhi terjadinya tingkat kecacatan produk pada kemasan. Dimana untuk mengetahui hal tersebut dapat digunakan diagram pareto serta unutk mengidentifikasi penyebab kecacatan produk digunakan beberapa alat dari *seven tools* yaitu salah satunya, antara lain *Cause and Effect Diagram.*

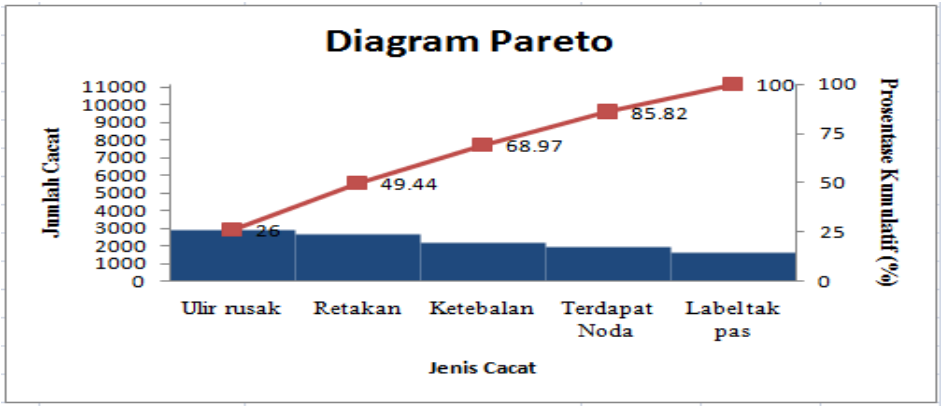
Diagram *Pareto*

Pada proses pembuatan produk kemasan tersebut, didapatkan data hasil analisa pareto cacat pada proses pembuatan kemasan, diagram pareto ini digunakan untuk mengetahui tingkat penanganan yang lebih penting.

Tabel 1. Hasil analisa pareto cacat pada proses pembuatan kemasan

Nama Proyek	Jenis Cacat	Frekuensi (unit)	Frek. Kum.	Prosentase (%)	Prosentase Kum. (%)
K1	Ulir tutup rusak	2902	2902	26	26
K2	Terdapat Retakan	2618	5520	23,44	49,44
K3	Ketebalan Tak Sama	2182	7702	19,53	68,97
K4	Terdapat Noda	1882	9584	16,85	85,82
K5	Label tak pas	1584	11168	14,18	100
Total		11168		100	

Kemudian dari data analisa pareto tabel di atas dapat dilihat pada diagram pareto di bawah ini:



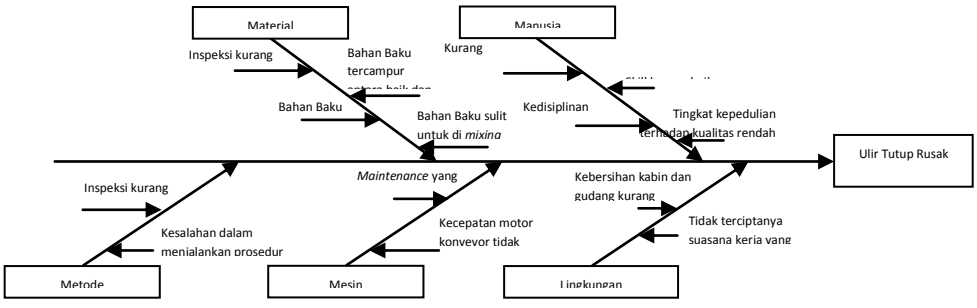
Gambar 2. Diagram pareto jenis cacat pada produk kemasan

Mengidentifikasi Sumber dan Akar Penyebab Masalah

Untuk mengidentifikasi terhadap akar masalah sehingga nantinya dapat disusun rencana peningkatan kualitas (*Improvement Plan*) untuk dapat menghilangkan dan mengurangi akar permasalahan tersebut sehingga dapat meningkatkan kapabilitas Sigma, dapat kita ketahui dengan menggunakan alat bantuan *Cause and Effect Diagram*.

Cause and Effect Diagram

Setelah didapatkan analisa dari *Pareto Chart* terdapat nilai cacat terbesar yang diakibatkan oleh jenis cacat "ulir tutup rusak". Jenis cacat tersebut terjadi pada kemasan yang diakibatkan oleh beberapa faktor potensial yang dapat diidentifikasi menggunakan *Fishbone Diagram*.



Gambar 3. *Fishbone Diagram* pada cacat "ulir tutup rusak"

Menetapkan Rencana Tindakan (Action Plan) Perbaikan

Setelah sumber-sumber dan akar penyebab cacat dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan *(Action Plan)* untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pengembangan rencana tindakan perbaikan kualitas dengan menggunakan *Failure Mode and Effect*

Analysis. Dari hasil analisa FMEA tersebut dapat dibuat sebuah evaluasi dari penyebab dan rencana tindakan dari masing-masing mode kegagalan seperti terlihat pada tabel berikut ini. Dari rencana tindakan masing-masing tersebut juga dibuat suatu instruksi kerja agar pelaksanaan rencana tindakan dapat dikerjakan dengan baik.

Modus Kegagalan (*Failure Mode*)	**Efek Kegagalan Potensial (*Potential Effect of Failure*)**	***S***	**Penyebab Potensial (*Potential Cause*)**	***O***	**Tindakan yang direkomendasikan**	***D***	**RPN**
Ulir Tutup Rusak	*Cap* tidak dapat dipasang pada *barrel*	8	Susunan *part* kurang tepat	6	*Capping Machine* harus di-*setting* tepat dengan sudut 180^{o}antara pengait *cap* dan *barrel*	5	240
		6	Skill operator kurang	6	Sosialisasi penggunaan SOP secara tepat	5	180
	Mutu produk buruk (*reject*)	5	Kemasan tidak ideal	6	Inspeksi terhadap produk jadi	5	150

Tabel 2. RPN dan tindakan perbaikan

KESIMPULAN

Hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian tentang *Six Sigma* yang telah dilakukan di perusahaan dengan obyek penelitian adalah produk kemasan plastik adalah sebagai berikut :

1) Faktor-faktor penyebab terjadinya cacat produk kemasan plastik terjadi pada proses *assembling* yang telah dianalisa dengan *tools* dalam pendekatan *Six Sigma* menemukan bahwa jenis cacat "ulir tutup rusak" sebagai faktor penyebab cacat terbesar, yaitu sebesar 26%. Dibandingkan jenis kecacatan lainnya, yang hanya 23,44%5 (retakan) ; 19,53% (ketebalan) ; 16,85% (terdapat noda) ; 14,18%.
2) Solusi yang dilakukan untuk dapat meminimalkan jumlah cacat dari faktor-faktor kecacatan tersebut adalah terhadap proses *assembling*. Dengan melakukan menginspeksi sudut ketepatan pada *capping machine*, apakah sudah tepat dengan sudut yang telah ditentukan pada SOP yaitu 180˚. Kemudian sebelum daripada itu, mensosialisasikan wacana SOP secara tepat agar menambah pemahaman operator dalam operasional kerja. Setelah itu, baru melakukan inspeksi terhadap produk jadi apakah sudah memenuhi standar yang sudah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

Ariani. 2003. *Statistik Six Sigma dengan Minitab : Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas 6σ*. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Carl Frederick Gauss. 1777-1885. *Management Information Systems*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.

Chandra. 2002. *What is Six Sigma Process Management*. McGraw-Hill, New York.

Feigenbaum. 1992. *Object Oriented Analysis & Design*. Marko Publishing ApS, Denmark.

Field and Swift. 1996. *Six Sigma for Everyone*. John Wiley & Sons, Canada.

Gasperz. 2003. *Introduction to Statistical Quality Control. 4th edition.* John Wiley & Sons, Canada.

Gordon. 2003. *The Six Sigma Handbook : A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Level*.. McGraw-Hill, New York.

Hidayat. 2007. *The Six Sigma Handbook*. Salemba Empat, Jakarta.

http://thesis.binus.ac.id/doc/Bab3/2007-3-00489-TISI%20Bab%203.pdf>. Diakses tanggal 10 Februari 2014 pukul 04.10 WIB.

Pande; Neuman; Cavanagh. 2002. *The Six Sigma Way : Bagaimana GE, Motorola dan Perusahaan Terkenal lainnya Mengasah Kinerja Mereka. Edisi ke-2.* Penerbit Andi, Yogyakarta.

Restiningsih, Anita. 2009. Tugas Akhir : Penerapan Metode *Six Sigma* Dengan Konsep DMAIC Untuk Menekan Jumlah Cacat pada Produk Genteng. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

Snee. 1999. *The Six Sigma Project Planner.* McGraw-Hill, New York.

Suardi. 2003. *What is Six Sigma?* Penerbit Andi, Yogyakarta

ANALISIS INDEKS PERSAINGAN USAHA BIRO PERJALANAN DI SURAKARTA

Arinda Soraya Putri[1], Rina Wiji Astuti[2], Murman Budijanto[3]dan Wahyudi Sutopo[4]
[1, 2]Asisten Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[3]Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[4]Grup Riset Rekayasa Industri dan Tekno Ekonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami 36A Kentingan Surakarta 57126
Telp. 0271-632110
Email: arindasoraya@gmail.com, rinawijia@yahoo.com, murman.budijanto@gmail.com, wahyudisutopo@gmail.com

ABSTRAKS
Iklim persaingan usaha di bidang penerbangan di Indonesia semakin terasa dan terus berkembang pada dekade ini. Pada awal pengesahan undang-undang mengenai penerbangan, jumlah jasa penerbangan mengalami peningkatan yang tajam. Banyaknya pemain dalam industri penerbangan karena industri tersebut memberikan kemungkinan keuntungan yang cukup tinggi mengingat adanya penetapan harga tiket minimal oleh pemerintah. Namun beberapa tahun terakhir jumlah jasa penerbangan hampir tidak mengalami perubahan. Survei dilakukan dengan cara menyebar kuesioner kepada 20 biro perjalanan di daerah Solo dan sekitarnya. Teknik analisis data dilakukan dengan metode deskriptif, yaitu analisis data dilakukan dengan cara mengubah data mentah menjadi bentuk yang lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan. Berdasarkan hasil studi ini diketahui bahwa perusahaan baru yang masuk ke pasar cenderung mengalami kesulitan dalam memperoleh segmen pasar. Meskipun pelaku usaha biro penerbangan memiliki persepsi bahwa perusahaan penerbangan yang merupakan market leader tidak menghalangi akses perusahaan baru masuk dalam industri penerbangan dan perusahaan penerbangan tidak pernah mengalami hambatan dari perusahaan-perusahaan pesaingnya dalam hal penjualan tiket, namun nyatanya terdapat beberapa perusahaan besar yang menguasai pasar. Untuk mengatasi hal tersebut, dapat dilakukan kajian mengenai faktor-faktor yang menyebabkan adanya beberapa maskapai penerbangan yang sampai sekarang tidak dapat masuk ke pasar.

***Kata kunci**: Biro Perjalanan, Maskapai Penerbangan, Market Leader, Persaingan Usaha.*

PENDAHULUAN

Persaingan usaha yang sehat menciptakan lingkungan yang kondusif bagi kemajuan industri suatu negara (Tambunan dan Martadisastra, 2009). Kemajuan industri merupakan kunci utama bagi kemajuan perekonomian suatu negara (Utama, 2003). Dalam upaya menilai persaingan usaha pada sektor jasa penerbangan, dibutuhkan indikator yang tepat. Bostrom (1989) menunjukkan perubahan teknologi informasi yang sangat cepat dan oleh karena itu jasa penerbangan maupun agen perjalanan menggunakan informasi sebagai Lay yang memberikan keunggulan daya saing. Perusahaan penerbangan mempekerjakan aliansi strategis untuk meningkatkan daya saing mereka melalui kualitas layanan (Suzuki dkk, 2001), inovasi dan biaya (Francis dkk, 2004) berdasarkan perubahan lingkungan bisnis akibat meningkatnya persaingan di pasar penerbangan (Evans, 2001), aliansi strategis antar jasa penerbangan (Morrish, 2002), perhatian perusahaan tentang biaya perjalanan bisnis (Alamdari, 2002) dan pengembangan pemesanan online (Taman dkk, 2001). Undang-undang No. 15 Tahun 1992 tentang penerbangan merupakan salah satu tonggak deregulasi bisnis penerbangan di Indonesia. Dengan adanya undang-undang ini, maka jumlah perusahaan jasa penerbangan meningkat tajam. Hendriana (2006) mengatakan bahwa sebelum adanya undang-undang ini, perusahaan jasa penerbangan di Indonesia hanya beberapa perusahaan, khususnya yang tergabung dalam *International Air Transport Association* (IATA).

Banyaknya pemain dalam industri jasa penerbangan ini antara lain karena industri penerbangan memberikan kemungkinan memperoleh keuntungan yang cukup tinggi (Kuntjoroadi dan Safitri, 2009). Hal serupa juga dikemukakan Nugroho dan Hidayati (2011), bahwa bertambahnya pemain dalam industri penerbangan disebabkan keuntungan yang cukup tinggi akan diperoleh oleh mereka. Bisnis penerbangan adalah jasa angkutan udara yang berbiaya mahal, baik dalam investasi maupun dalam perawatan, akan tetapi keberadaannya mempunyai posisi yang strategis, bahkan bagi kebanyakan negara dipandang sebagai *national flight carrier*, sehingga ia sangat dipengaruhi cuaca politik, ekonomi, sosial dan yang tak kalah pentingnya peraturan pemerintah (Bakti dan Harun, 2011). Sebagaimana diketahui dalam jangka pendek, meskipun pada kondisi merugi, keuntungan dari penjualan tiket pesawat masih mampu untuk

membayar *variable cost* (Purwantini dan Rusdiansyah, 2010). Apalagi dalam kondisi perusahaan memperoleh untung, kondisi harga tiket masih lebih tinggi dari *average cost*, keuntungan yang diperoleh perusahaan jasa penerbangan akan berada di atas keuntungan normal. Dalam aktivitas manajemen hubungan pelanggan, perusahaan berorientasi pelanggan akan mengintegrasikan proses layanan mereka untuk membuat target dan pasar strategi mereka (Skaates & Seppeanen, 2005). Pelanggan juga semakin menjadi pengguna aplikasi teknologi informasi yang mutakhir dengan munculnya perdagangan elektronik (Davenport & De-panjang, 1998)

Kondisi ini merupakan daya tarik bagi investor atau pelaku usaha untuk masuk dalam bisnis jasa penerbangan. Dengan semakin banyaknya pemain dalam industri penerbangan ini, menyebabkan tingkat persaingan antar operator transportasi udara menjadi semakin tinggi. Sebagai akibatnya industri jasa penerbangan tersebut harus melakukan penyesuaian harga jual tiketnya. Hal ini memaksa perusahaan jasa penerbangan untuk melakukan efisiensi setinggi mungkin, agar perusahaan tersebut tidak mengalami kerugian terus menerus. Di samping itu memaksa maskapai penerbangan untuk melakukan strategi bisnis yang berani dalam menghadapi kompetisi tersebut. Dalam upaya menentukan indikator tersebut, peneliti bermaksud melaksanakan kajian indeks persaingan usaha yang diperoleh melalui nilai penjualan tiket maskapai penerbangan yang diperoleh dari pelaku usaha biro penerbangan dan persepsi konsumen pada sektor industri jasa penerbangan.

METODE PENELITIAN

Desain dan Ruang Lingkup Kajian

Kajian dilakukan untuk menganalisis mengenai persepsi pelaku usaha biro penerbangan dalam menjalankan usahanya berkaitan dengan persaingan usaha secara global dalam bidang industri. Data dalam kajian ini merupakan data primer yang didapatkan dengan kuesioner dan wawancara terbuka yang dilakukan oleh tim peneliti.

Sampel dan Pengumpulan Data

Kajian ini menggunakan sampel responden sebanyak 20 biro penerbangan. Studi ini menggunakan teknik pengambilan sampel *Cluster sampling*, yaitu pengambilan sampel random dibagi dalam subkelompok yang disebut klaster berdasarkan geografis

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam kajian ini adalah dengan menggunakan teknik analisis deskriptif, yaitu analisis data dengan cara mengubah data mentah menjadi bentuk yang lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan. Penyajian hasil-hasil analisis deskriptif dalam kajian ini berupa frekuensi dan persentase pada data yang bersifat kategorial, serta berupa statistik-statistik kelompok, *mean* pada data yang bukan kategorial. Pengolahan data pada analisis ini dibantu dengan menggunakan aplikasi SPSS 20 dan Microsoft Excel 2007 (Santosa, 2006).

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Kajian dilakukan dengan melakukan analisis deskriptif terlebih dahulu untuk menguraikan data yang diperoleh dari responden yang meliputi profil umum responden dan beberapa hal terkait dengan penggunaan maskapai jasa penerbangan tertentu

Profil Umum Responden

Tabel 1. Profil Umum Responden

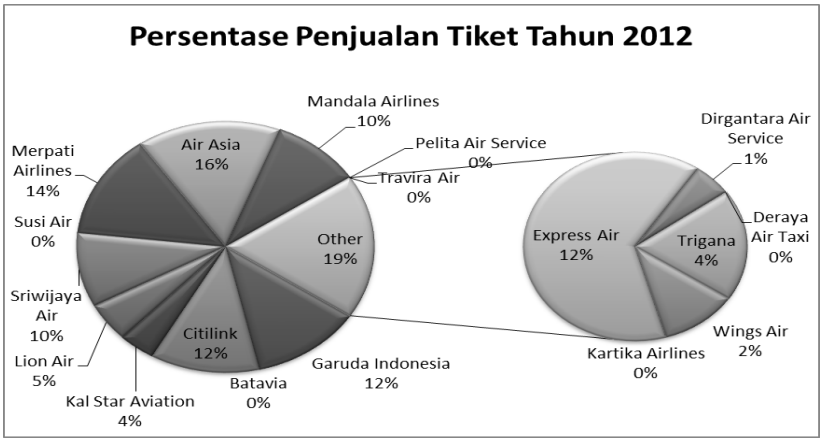
	Karakteristik	Frekuensi	Persentase
Jabatan Responden	Pimpinan	5	25%
	Supervisor Ticketing	14	70%
	Marketing	1	5%
Wilayah	Solo	10	50%
	Sukoharjo	5	25%
	Karanganyar	4	20%
	Boyolali	1	5%
Lama Berdirinya Biro	< 5 tahun	3	15%
	5 s.d 15 tahun	12	60%
	16 s.d 30 tahun	2	10%
	> 30 tahun	3	15%

Rata- Rata Omset dalam 1 tahun	< 100 juta	2	10%
	100 juta s.d 1 Milyar	11	55%
	> 1 Milyar	7	35%

Dari 20 jumlah total responden, pada tabel 1 terlihat bahwa mayoritas jabatan responden dalam kajian ini adalah sebagai *supervisor ticketing* yaitu sebesar 70%, kemudian pimpinan biro sebesar 25% dan *staff marketing* sebesar 5%. Biro perjalanan yang dijadikan sampel pada kajian ini yaitu mayoritas berada di wilayah Solo sebesar 50%, wilayah Sukoharjo sebesar 25%, wilayah Karanganyar sebesar 20% dan wilayah Boyolali sebesar 5% dari keseluruhan sampel. Mayoritas biro berdiri dalam rentang 5 tahun sampai dengan 15 tahun dan memiliki omzet rata-rata per tahun dalam rentang 100 juta sampai dengan 1 miliar sebanyak 55% responden.

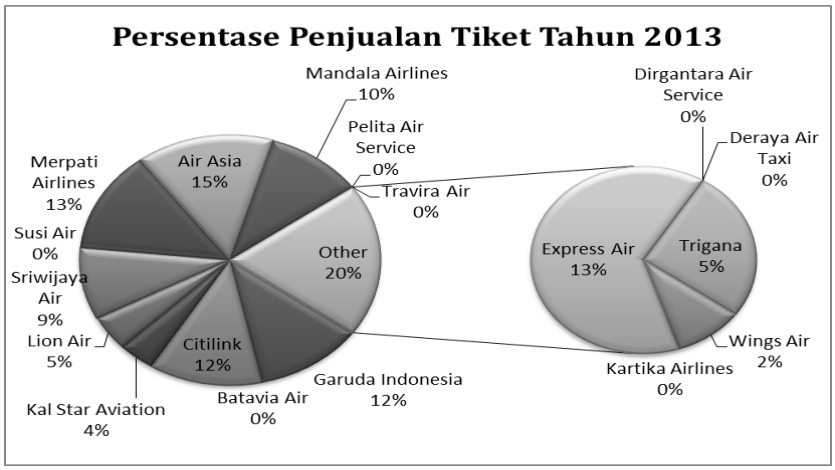
Analisis Frekuensi Penjualan Tiket Maskapai Penerbangan

Dalam pertanyaan mengenai peringkat penjualan tiket maskapai yang paling banyak terjual oleh biro perjalanan pada tahun 2012 dan 2013, responden diminta untuk mengisi peringkat dari peringkat pertama sampai terakhir. Peringkat pertama menyatakan frekuensi terbanyak dari tiket maskapai penerbangan yang dijual.



Gambar 2. Persentase Penjualan Tiket Tahun 2012

Dari hasil jawaban 20 responden, didapat nilai rata-rata frekuensi penjualan tiket tahun 2012 pada biro penerbangan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Penjualan tiket tertinggi dicapai oleh maskapai penerbangan Air Asia (16%), dan disusul dengan maskapai dengan maskapai penerbangan Merpati Airlines di urutan kedua dengan persentase 14% dan peringkat ketiga ditempati oleh maskapai penerbangan Garuda Indonesia dan Citilink yang memiliki persentase 12%. Mengenai nilai rata-rata frekuensi penjualan tiket tahun 2013 pada biro penerbangan yang dapat dilihat pada Gambar 2.

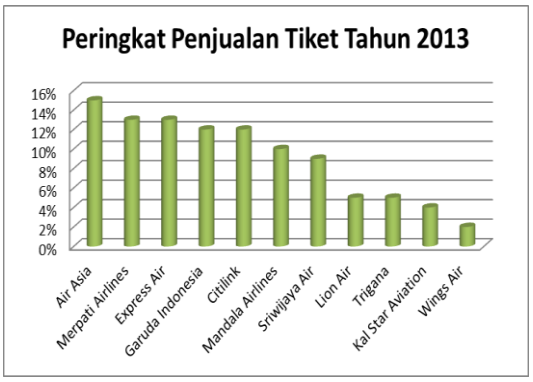


Gambar 3.Persentase Penjualan Tiket Tahun 2013

Penjualan tiket tertinggi dicapai oleh maskapai penerbangan Air Asia (15%), dan disusul dengan maskapai dengan maskapai penerbangan Merpati Airlines dan Express Air di urutan kedua dengan persentase 13% dan peringkat ketiga ditempati oleh maskapai penerbangan Garuda Indonesia dan Citilink yang memiliki persentase 12%.

Pada Gambar 4 dan Gambar 5 menjelaskan mengenai peringkat yang sudah diurutkan dari peringkat pertama sampai dengan terakhir dan sekaligus untuk mengetahui apakah ada perbedaan *trend* penjualan pada tahun 2012 dengan tahun 2013.

Gambar 4. Peringkat Penjualan Tiket Tahun 2012



Gambar 5. Peringkat Penjualan Tiket Tahun 2013

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dianalisis bahwa untuk maskapai penerbangan Air Asia tetap memimpin pasar disusul dengan Express Air yang semula di tahun 2012 berada pada peringkat 3, pada tahun 2013 meningkat menjadi peringkat kedua. Namun untuk maskapai penerbangan Mandala air yang semula pada tahun 2012 menduduki peringkat 3, kini di tahun 2013 bergeser menjadi peringkat 4. Untuk maskapai penerbangan lainnya memiliki posisi yang tetap. Dari analisis peringkat penjualan tiket tersebut terdapat beberapa maskapai penerbangan yang tidak bisa masuk ke dalam pasar sehingga pangsa pasar khususnya pada kajian di daerah Solo dan sekitarnya yaitu antara lain Batavia Air, Susi Air, Travia Air, Kartika Airlines dan Deraya Air Taxi.

Analisis Komposisi Pendapatan Biro Penerbangan Berdasarkan Nilai Penjualan

Pada bagian ini akan membahas analisis jawaban pertanyaan mengenai kontribusi pendapatan dari maskapai penerbangan yang dijual pada biro penerbangan. Pada Tabel 2 dijelaskan mengenai persentase kontribusi pendapatan yang diberikan oleh masing-masing maskapai penerbangan di tahun 2012 dan 2013. **Tabel 2. Kontribusi Pendapatan Maskapai Penerbangan**

Rangking	Maskapai Penerbangan	Kontribusi Pendapatan	
		2012	2013
1	Lion Air	45,59%	45,88%
2	Sriwijaya Air	19,12%	19,02%
3	Garuda Indonesia	16,53%	16,24%
4	Mandala Airlines	4,26%	4,85%
5	Merpati Airlines	3,97%	3,26%
6	Air Asia	3,82%	3,23%

7	Citilink	2,29%	2,23%
8	Express Air	1,52%	1,52%
9	Wings Air	1,20%	1,20%
10	Trigana	1,35%	1,00%
11	Pelita Air Service	0,29%	0,29%
12	Kal Star Aviation	0,06%	0,01%
13	Kartika Airlines	0%	1%
14	Susi Air	0%	0%
15	Travira Air	0%	0%
16	Batavia Air	0%	0%
17	Dirgantara Air Service	0%	0%
18	Deraya Air Taxi	0%	0%

Kontribusi pendapatan sangat berhubungan dengan peringkat penjualan tiket pada biro penerbangan tersebut, karena apabila tiket yang terjual pada biro tersebut tinggi maka maskapai tersebut memiliki kontribusi yang tinggi pula terhadap pendapatan biro penerbangan. Tetapi pada tabel 2 dinyatakan bahwa pada tahun 2012 maupun tahun 2013, maskapai yang memiliki kontribusi pendapat pendapatan tertinggi untuk biro yaitu Lion Air, dengan persentase kontribusi penjualan tahun 2012 sebesar 45,59% dan tahun 2013 sebesar 45,88%. Padahal di bagian peringkat penjualan Lion Air tidak menjadi pionir pasar. Hal tersebut dapat disebabkan oleh banyak hal, salah satunya marjin untuk menjual tiket Lion Air lebih tinggi dari marjin tiket maskapai lainnya.

Analisis Nilai Penjualan Tiket Maskapai Penerbangan

Pada bagian ini akan membahas mengenai nilai penjualan tiket dari penerbangan berikut ini pada Tahun 2013 dibandingkan dengan Tahun 2012 yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Penjualan Tiket

Rangking	Maskapai Penerbangan	Nilai Penjualan Tiket			
		Turun	Tetap	Naik	Tidak Menjual
1	Lion Air	5%	25%	70%	0%
2	Batavia Air	0%	10%	70%	20%
3	Garuda Indonesia	0%	35%	65%	0%
4	Express Air	0%	35%	60%	5%
5	Sriwijaya Air	5%	40%	55%	0%
6	Merpati Airlines	5%	25%	45%	25%
7	Air Asia	0%	35%	50%	15%
8	Citilink	15%	15%	40%	30%
9	Mandala Airlines	0%	15%	40%	45%
10	Wings Air	0%	0%	35%	65%
11	Kal Star Aviation	0%	0%	35%	65%
12	Dirgantara Air Service	0%	0%	20%	80%
13	Trigana	5%	10%	15%	70%
14	Pelita Air Service	0%	0%	10%	90%
15	Travira Air	0%	0%	10%	90%
16	Susi Air	0%	0%	0%	100%
17	Kartika Airlines	0%	0%	0%	100%
18	Deraya Air Taxi	0%	0%	0%	100%

Dari tabel 3 di atas dapat diketahui bahwa untuk maskapai penerbangan yang memiliki peningkatan nilai penjualan adalah maskapai Garuda Indonesia, Batavia Air, Citilink, Lion Air, Sriwijaya Air, Merpati Airlines, Air Asia dan Express Air.

Dari data frekuensi nilai penjualan tiket dalam dirinci mengenai hasil secara kuantitatif mengenai persentase kenaikan maupun penurunan nilai jual yang akan dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4. Daftar Perubahan Nilai Penjualan Tiket

Rangking	Maskapai Penerbangan	Nilai Penjualan Tiket	
		Kenaikan	Penurunan
1	Garuda Indonesia	45 %	0%
2	Citilink	40 %	0%
3	Lion Air	40 %	3 %
4	Wings Air	38 %	0%
5	Sriwijaya Air	36 %	0%
6	Trigana	34 %	0%
7	Mandala Airlines	33 %	0%
8	Merpati Airlines	31 %	0%
9	Air Asia	30 %	0%
10	Kal Star Aviation	13 %	5 %
11	Kartika Airlines	13 %	0%
12	Express Air	10 %	0%
13	Dirgantara Air Service	5 %	0%
14	Deraya Air Taxi	5 %	0%
15	Batavia Air	0%	5 %
16	Susi Air	0%	0 %
17	Pelita Air Service	0%	0%
18	Travira Air	0%	0%

Dari Tabel 4 dapat dijelaskan, mayoritas maskapai penerbangan mengalami kenaikan penjualan tiket tetapi hanya sangat kecil yaitu berkisar antar 5 % sampai dengan 45 % . Hal tersebut dikarenakan jumlah konsumen yang menggunakan jasa penerbangan semakin meningkat pula dari tahun 2012 ke tahun 2013 dan diperoleh informasi dari responden melalui wawancara terbuka bahwa harga tiket pesawat paling rendah hampir sama dengan tiket transportasi lainnya (contoh: kereta api) sehingga membuat konsumen lebih memilih transportasi udara dikarenakan efisiensi waktu perjalanan.

Analisis Persepsi Pelaku Usaha Biro Penerbangan

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa 40% responden menjawab setuju dalam hal jumlah perusahaan penerbangan yang bersaing satu sama lain dalam industri saat ini semakin banyak dibandingkan dengan tahun lalu dan penjualan tiket tahun ini lebih tinggi daripada penjualan tiket tahun lalu. 20% dari responden menjawab kurang setuju pada *item* pertanyaan pilihan berbagai kelas tarif yang disediakan oleh perusahaan penerbangan saat ini lebih banyak dibandingkan tahun lalu.

Tabel 5. Persepsi Pelaku Usaha Biro Penerbangan

No	Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7
1	Jumlah perusahaan penerbangan yang bersaing satu sama lain dalam industri saat ini semakin banyak dibandingkan dengan tahun lalu.	0%	15%	0%	10%	15%	40%	20%
2	Jumlah penjualan tiket lebih banyak saat ini dibandingkan tahun lalu.	10%	10%	5%	5%	15%	40%	15%
3	Pilihan berbagai kelas tarif yang disediakan oleh perusahaan penerbangan saat ini lebih banyak dibandingkan tahun lalu.	15%	20%	0%	5%	5%	5%	5%
4	Perusahaan penerbangan menawarkan promosi (dalam berbagai bentuk) lebih banyak pada tahun ini dibandingkan tahun lalu.	5%	10%	5%	10%	20%	45%	5%
5	Perusahaan penerbangan yang lebih kecil mampu mendapatkan pelanggan/penumpang lebih banyak dibandingkan tahun lalu meskipun bersaing dengan perusahaan penerbangan	10%	20%	10 %	15%	25%	20%	0%

	yang besar.							
6	Perusahaan penerbangan semakin lama semakin bersaing satu sama lain.	0%	0%	0%	0%	15%	65%	20%
7	Kerja sama dengan suatu perusahaan penerbangan tidak menghalangi biro perjalanan melakukan kerja sama dengan perusahaan penerbangan lainnya.	0%	0%	0%	0%	15%	75%	10%
8	Biro perjalanan tidak melakukan perlakuan khusus terhadap perusahaan penerbangan tertentu [sehingga dikeluhkan oleh perusahaan penerbangan lainnya].	0%	10%	0%	0%	15%	60%	15%
9	Perusahaan penerbangan tidak melakukan perlakuan khusus terhadap biro perjalanan tertentu. [sehingga dikeluhkan oleh biro perjalanan lainnya.]	5%	10%	10 %	0%	20%	45%	10%
10	Perusahaan penerbangan cenderung bersaing melalui strategi harga.	0%	0%	0%	10%	15%	60%	15%
11	Perusahaan penerbangan cenderung bersaing melalui strategi bukan harga.	5%	50%	10 %	15%	10%	5%	5%
12	Perusahaan penerbangan yang merupakan *market leader* dalam industri, tidak menghalangi akses perusahaan penerbangan baru ke biro perjalanan.	0%	5%	0%	15%	25%	45%	10%
13	Perusahaan penerbangan tidak pernah mengalami hambatan dari perusahaan-perusahaan pesaingnya dalam hal penjualan tiket.	5%	25%	0%	10%	20%	40%	0%

Keterangan: Angka 1 menunjukkan sangat tidak setuju dan angka 7 menunjukkan sangat setuju.

Mayoritas responden setuju terhadap perusahaan penerbangan menawarkan promosi (dalam berbagai bentuk) lebih banyak pada tahun ini dibandingkan tahun lalu (45%), perusahaan penerbangan yang lebih kecil mampu mendapatkan pelanggan/penumpang lebih banyak dibandingkan tahun lalu meskipun bersaing dengan perusahaan penerbangan yang besar (25%), perusahaan penerbangan semakin lama semakin bersaing satu sama lain (65%), kerja sama dengan suatu perusahaan penerbangan tidak menghalangi biro perjalanan melakukan kerja sama dengan perusahaan penerbangan lainnya (75%), biro perjalanan tidak melakukan perlakuan khusus terhadap perusahaan penerbangan tertentu [sehingga dikeluhkan oleh perusahaan penerbangan lainnya] (60%), perusahaan penerbangan cenderung bersaing melalui strategi harga (60%), perusahaan penerbangan yang merupakan *market leader* dalam industri tidak menghalangi akses perusahaan penerbangan baru ke biro perjalanan (45%), perusahaan penerbangan tidak pernah mengalami hambatan dari perusahaan-perusahaan pesaingnya dalam hal penjualan tiket (40%). Sedangkan mayoritas responden menjawab tidak setuju terhadap perusahaan penerbangan cenderung bersaing melalui strategi bukan harga (50%).

Persaingan perusahaan penerbangan melalui strategi harga dapat dilihat dari banyaknya produk yang ditawarkan oleh maskapai penerbangan dengan berbagai tarif sesuai dengan fasilitas yang diberikan. Dengan asumsi heterogenitas yang cukup ada di produk dan di antara konsumen dalam pasar, prinsip diferensiasi minimum menyatakan bahwa perusahaan akan meminimalkan diferensiasi produk untuk mendapatkan pangsa pasar, dan memaksimalkan diferensiasi untuk mengurangi persaingan pasar (De Palma dkk1985; Rhee dkk 1999). Program penerbangan biasa digunakan oleh maskapai penerbangan untuk menciptakan switching cost yang terlalu tinggi di kalangan konsumen (Suzuki dan Walter, 2001), serta hambatan masuk untuk mencegah pesaing, memiliki nilai lebih tinggi pada penerbangan dengan frekuensi yang lebih tinggi, seperti yang memungkinkan akumulasi kredit yang lebih cepat dan manfaat penebusan mudah oleh konsumen.

Implikasi Manajerial

Implikasi manajerial bagi biro perjalanan, yaitu berperan menjembatani pemberian jasa penerbangan oleh maskapai kepada konsumen penerbangan. Hasil analisis deskriptif menunjukkan menurut biro perjalanan, kerja sama dengan suatu perusahaan penerbangan tidak menghalangi biro perjalanan melakukan kerja sama dengan perusahaan penerbangan lainnya dan perusahaan penerbangan tidak melakukan perlakuan khusus terhadap biro perjalanan tertentu sehingga dikeluhkan oleh biro perjalanan lainnya. Namun diperoleh informasi dari responden melalui wawancara terbuka bahwa hadiah (*reward*) yang diberikan maskapai penerbangan apabila suatu biro dapat menjualkan sejumlah besar tiket dari maskapai itu menyebabkan biro perjalanan saling bersaing untuk memperoleh keuntungan yang lebih besar dengan hadiah yang diberikan.

Implikasi manajerial untuk regulator, dalam kasus ini adalah pemerintah. Persaingan usaha sektor penerbangan baik antar maskapai penerbangan dan biro perjalanan terus berkembang. Berdasarkan analisis yang dilakukan diketahui bahwa iklim persaingan semakin meningkat. Hal perlu dijadikan perhatian adalah masalah yang akan timbul dalam keberjalanan persaingan usaha tersebut. Pemerintah yang berperan sebagai regulator sebaiknya membuat suatu peraturan yang mampu menjadi pedoman dalam iklim persaingan usaha yang dijalani oleh maskapai penerbangan maupun biro perjalanan. Selain bertujuan sebagai pedoman, peraturan yang dibuat harus mampu menjaga iklim persaingan agar tetap sehat. Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa maskapai penerbangan yang memimpin pasar tidak menghalangi maupun memberikan hambatan kepada perusahaan penerbangan baru untuk masuk ke pasar, masalah ini perlu menjadi perhatian untuk menjanda iklim persaingan yang kondusif.

Implikasi manajerial bagi Komisi Pengawas Persaingan Usaha (KPPU) sebagai sebuah lembaga independen di Indonesia yang dibentuk untuk memenuhi amanat Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1999 tentang larangan praktik monopoli dan persaingan usaha tidak sehat, tentunya mengetahui dengan pasti kondisi persaingan usaha sektor penerbangan. KPPU sebaiknya lebih memperhatikan persaingan yang terjadi antar penyedia jasa penerbangan agar berada pada iklim persaingan yang sehat dan tidak terjadi monopoli oleh maskapai yang menjadi *market leader*. KPPU dapat melakukan studi pengembangan mengenai faktor yang menjadi penghambat perusahaan maskapai baru untuk masuk dan memperoleh segmen pasar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi mengenai analisis indeks persaingan usaha sektor penerbangan dari sudut pandang konsumen diperoleh kesimpulan bahwa terdapat beberapa maskapai penerbangan berada tetap pada posisi teratas sebagai memimpin pasar (*market leader*). Sedangkan maskapai penerbangan lainnya memiliki posisi yang tetap. Terdapat beberapa maskapai penerbangan yang tidak bisa masuk ke dalam pasar sehingga pangsa pasar khususnya pada kajian di daerah Solo dan sekitarnya. Maskapai penerbangan cenderung memiliki peningkatan nilai penjualan. Mayoritas pada semua maskapai penerbangan dalam kajian ini mengalami peningkatan nilai penjualan tiket. Persepsi pelaku usaha dalam usaha biro penerbangan ini adalah pelaku usaha merasa bahwa usahanya semakin tahun semakin berkembang dan hal tersebut membuat pelaku usaha merasa iklim persaingan semakin terasa. Hal ini menunjukkan tren persaingan usaha pada sektor penerbangan cenderung mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Pelaku usaha biro penerbangan memiliki persepsi bahwa perusahaan penerbangan yang merupakan *market leader* dalam industri, tidak menghalangi akses perusahaan penerbangan baru ke biro perjalanan dan perusahaan penerbangan tidak pernah mengalami hambatan dari perusahaan-perusahaan pesaingnya dalam hal penjualan tiket.

Rekomendasi yang dapat diberikan untuk kelanjutan penelitian mengenai hal ini adalah melakukan kajian mengenai faktor-faktor yang menyebabkan adanya beberapa maskapai penerbangan yang sampai sekarang tidak dapat masuk ke pasar.

DAFTAR PUSTAKA

Alamdari, F. 2002. "Regional Development in Airlines and Travel Agents Relationship".*Journal of Air Transport Management*. Vol. 8. No. 5. Pp 339–348.

Bakti, Sukma, dan Harun, Harniza. (2011). "Pengaruh Orientasi Pasar Dan Nilai Pelanggan Terhadap Kinerja Pemasaran Maskapai Penerbangan Lion Air". *Jurnal Manajemen Pemasaran Modern*. Vol. 3. No. 1. Pp 1-15.

Davenport, T.H., De Long, D.W., & Beers, M.C. (1998). "Successful Knowledge Management Projects". *Sloan Management Review*. Vol. 39. No. 2. Pp 43–57.

De Palma A, Ginsburgh V, Papageorgiou YY, Thisse J-F. (1985). "The Principle of Minimum Differentiation Holds Under Sufficient Heterogeneity". *Econometrica*. Vol. 53. No. 4. Pp 767–782.

Evans, N. (2001). "Collaborative Strategy: An Analysis of the Changing World of International Airlines Alliances".*Tourism Management*. Vol. 22. No. 3. Pp 229–243.

Francis, G., Humphreys, I., & Ison, S. (2004). *"Airports' perspectives on the growth of low-cost airlines and the remodeling of the airport-airline relationship"*. Tourism Management. Vol. 25. No. 4. Pp 507–514.

Hendriana, Evelyn. (2006). "Analisis Industri Penerbangan Domestik Berjadwal di Indonesia". *Derema Jurnal Manajemen*. Vol. 1. No. 2. Pp 170-187.

Kuntjoroadi, Wibowo, dan Safitri, Nurul. (2009). "Analisis Strategi Bersaing dalam Persaingan Usaha Penerbangan Komersial."*Bisnis & Birokrasi, Jurnal Ilmu Administrasi dan Organisasi*. Vol. 16. No. 1. Pp 45-52.

Morrish, S.C., & Hamilton, R.T. (2002). "Airline Alliances—Who Benefits?".*Journal of Air Transport Management*. Vol. 8. No. 6. Pp 401–407.

Nugroho, Reza Adhi, dan Hidayati, Retno. (2011). "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keunggulan Bersaing pada Maskapai Penerbangan (Studi pada Maskapai Penerbangan Lion Air di Kota Semarang)". *Jurnal Eprints Undip*.

Oum, T.H., Park, J.H., Kim, K., & Yu, C.Y. (2004). "The Effect of Horizontal Alliances on Firm Productivity and Profitability: Evidence from The Global Airline Industry"..*Journal of Business Research*. Vol. 57. No. 8. Pp 844–853.

Purwantini, Santi, dan Rusdiansyah, Ahmad. (2010). "Pengembangan Model Kompetisi Penetapan Harga secara Dinamis Berbasis Waktu dan Persediaan Kursi untuk Penerbangan Paralel pada Low Cost Carrier dengan Mempertimbangkan Harga Tiket Kompetitor". *Paper ITS*. 25525.

Republik Indonesia. (1992). Undang-Undang No. 15 Tahun 1992 Tentang Penerbangan. Lembaran Negara RI Tahun 1992, No. 53. Sekretariat Negara. Jakarta.

Rhee BD, De Palmer A, Fornell C, Thisse J-F. (1999). "Restoring the Principle of Minimum Differentiationin Product Positioning". *J Econ Manag Strat*. Vol. 1. No. 3. Pp475–505.

Santoso, Singgih. (2006). *Seri Solusi Bisnis Berbasis TI: Menggunakan SPSS untuk Statistik Multivariat*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

Skaates, M.A., & Seppeanen, V. (2005). "Market-oriented Resource Management in Customs Relationships".*Qualitative Market Research*. Vol. 8. No. 1. Pp 77–96.

Suzuki, Y., Tyworth, J.E., & Novack, R.A. (2001). "Airline Market Share and Customer Service Quality: A Reference-Dependent Model".*Transportation Research A*. Vol. 35. No. 9.Pp 773–778.

Tambunan, Tulus, dan Martadisastra, Dedie. 2009. "Apa Dampak Dari UU Persaingan Usaha No. 5, 1999 Terhadap Kemiskinan?". *Policy Discussion Paper SeriesTrisakti University*. No. 15. Pp 1-17.

Utama, Agung. (2003). "Upaya Meningkatkan Keunggulan Kompetitif Perusahaan Dalam Era Persaingan Global Melalui Aliansi Strategis". *Kajian Bisnis, UNY*. No 30. Pp 57-73.

PENGEMBANGAN MODEL KEBIJAKAN PROMOSI INVESTASI PADA KAWASAN TEKNOPOLITAN

Ayu Erliza[1], Wahyudi Sutopo[2], Anugerah Widiyanto[3]
[1]Asisten Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[2]Grup Riset Rekayasa Industri dan Tekno Ekonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Indonesia
Telp. 0271-6322110
[3]Pusat Pengkajian Kebijakan Difusi Teknologi, Deputi Pengkajian Kebijakan Teknologi, BPPT
Kawasan Pusat Penelitian Ilmu Pengetahun dan Teknologi (Puspiptek), Serpong
Email: [1]erlizaayu@yahoo.co.id, [2]wahyudisutopo@gmail.com, [3]anugerah_widiyanto@yahoo.com

ABSTRAKS
Penekanan kegiatan promosi investasi adalah menarik investor untuk berinvestasi. Namun, mempromosikan suatu kawasan tidaklah sama dengan mempromosikan produk menggunakan 4P (Product, Promotion, Price, dan Place).Permasalahan yang dihadapi dalam promosi investasi untuk pengembangan Kawasan Teknopolitan berbeda dengan kawasan lain di Indonesia,kawasan ini membutuhkan tidak hanya modal ekonomi, tetapi juga modal intelektual dan modal yang tidak menguntungkan secara ekonomi sehingga tanpa peranan dan dukungan pemerintah, pengembangan area tersebut dapat terhambat. Peranan pemerintah yang optimal dapat tercapai dengan adanya formulasi kebijakan promosi investasi yang sesuai dengan Kawasan berbasis Teknologi khususnya kawasan Teknopolitan. Studi kasus pada penelitian ini adalah Proyek Pengembangan Kawasan Teknopolitan Pelalawan. Artikel ini menganalisis bagaimana pemerintah harus menyusun kebijakan promosi investasi pada Kawasan Teknopolitan. Model dikembangkan menggunakan sequential common agency model antara pemerintah dan operator untuk memperoleh beberapa sifat dari kebijakan yang optimal. Penyelesaian model permasalahan kebijakan promosi investasi menggunakan game teori dengan extensive form.

***Kata kunci**: Extensive form, Kawasan Teknopolitan, Kebijakan Promosi Investasi, Sequential Common Agency Model*

PENDAHULUAN

Promosi investasi merupakan aktivitasyang menyebarkan informasi atau mencoba untuk membuat gambaran dari keberadaan investasi dan menyediakan layanan investasi untuk calon investor (Wells dan Alvin, 2000). East Africa Community (2006) menjelaskan bahwa promosi investasi merupakan tindakan pemasaran suatu negara atau wilayah dalam upaya untuk menarik dan mempertahankan investor, baik lokal maupun asing. Dengan demikian, penekanan kegiatan promosi investasi adalah menarik investor untuk berinvestasi.

Kegiatan promosi investasi dikategorikan menjadi empat yaitu membangun *national image*, meningkatkan investasi, pelayanan investor servis, dan kebijakan advokasi (Harding dan Javorcik, 2011) Di dalam buku *Handbook For Promoting Foreign Direct Investment In Medium-Size, Low-Budget Cities In Emerging Markets*(2009) dijelaskan bahwa kerangka kerja untuk mempromosikan investasi melalui beberapa kegiatan antara lain strategi, organisasi, pemasaran, penargetan investor, fasilitasi investasi, dan *aftercare* dan advokasi kebijakan. Promosi investasi juga memiliki beberapa model diantaranya pemberian insentif, kebijakan moneter dan fiskal, dan strategi *e-commerce* (Bartik (1991), Krugman (1994), Dreyhaupt (2006), Thomas (2007), dan Sambhanthan, *et al* (2013)).

Mempromosikan suatu kawasan tidaklah sama dengan mempromosikan produk menggunakan 4P (*Product*, *Promotion*, *Price*, dan *Place*) (McCarthy (1964) disaring dari Borden (1965)). Hal ini karena kawasan adalah produk tempat yang dapat dilihat dalam banyak aspek sebagai bisnis, dan pemasaran strategis dapat diterapkan pada kawasan tersebut (Bailey (1989), Berg, *et al* (1990), Ashworth dan Voogd (1994), Gold dan Ward (1994), Kotler, *et al* (1999), dan Hankinson (2001)). Jadi, promosi investasi untuk kawasan harus disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Sasaran keseluruhan dari promosi investasi dapat dicapai hanya ketika semua kebutuhan dapat dipenuhi.

Permasalahan promosi investasi yang dihadapi oleh pengembang Kawasan Teknopolitan adalah pengembangan Kawasan Teknopolitan berbeda dengan kawasan lain di Indonesia, seperti Kawasan Industri, Kawasan Berikat, dan lain-lain, yang hanya mengembangkan satu area yaitu area industri dan berfokus pada pemberian fasilitas kebijakan untuk menggerakan aktivitas ekonomi khususnya industri di

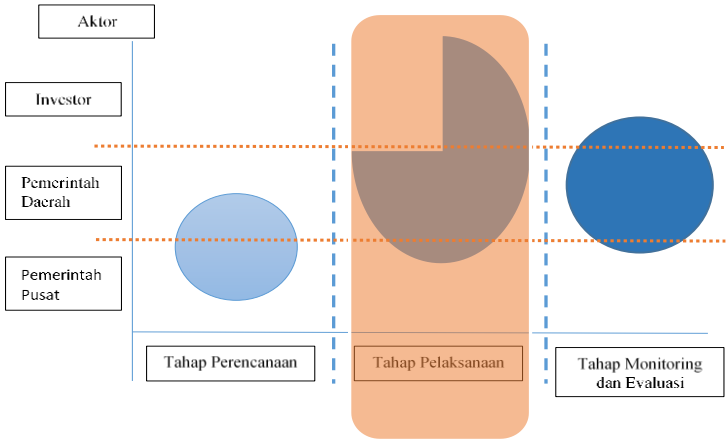
dalam kawasan. Kawasan Teknopolitan memiliki tiga area dimana pengembangan tiap-tiap area di kawasan Teknopolitan tidak dapat dipisahkan agar tujuan dan arah pengembangannya tercapai.

Keberadaan teknopolitan merupakan suatu komunitas terstruktur dan penyatuan, dalam lokasi yang sama, semua kegiatan teknologi tinggi, pusat penelitian, perusahaan, dan universitas, serta lembaga keuangan yang mempromosikan hubungan antara badan-badan tersebut yang ditujukan untuk pengembangan inovasi (BKPM (2011) dan Benko (2000)). Sementara itu, kawasan teknopolitan adalah kawasan yang terdiri atas satu atau lebih kegiatan iptek, kegiatan produktif dan gerakan masyarakat pada wilayah tertentu sebagai sistem pembangunan yang ditunjukkan oleh adanya keterkaitan fungsional dan hierarki keruangan sistem inovasi (BKPM, 2011).

Tujuan pengembangan Kawasan Teknopolitan ini lebih berfokus pada pembangunan jaringan inovasi dan alat pembelajaran dalam pengembangan inovasi sehingga kawasan ini membutuhkan tidak hanya modal ekonomi, tetapi juga modal intelektual dan modal sosial (BKPM, 2011). Adanya kebutuhan modal ekonomi menyebabkan keberadaan area industri dibutuhkan untuk menjamin keberlangsungan kegiatan ekonomi di dalam kawasan Teknopolitan. Sehingga pengembangan suatu kawasan/lokasi/daerah tidak terlepas dari peran investor yang berinvestasi di dalamnya (Wells dan Wint (2000) dan Rainisto (2003)). Namun, promosi suatu kawasan berbeda dengan konsep promosi bagi produk sehingga dibutukan model promosi investasi yang sesuai dan efektif (Borden (1965) menyaring dari McCharty (1964)). Ditambah lagi, adanya kebutuhan modal intelektual dan modal menyebabkan keberadaan area pendidikan, penelitian dan pengembangan (litbang), dan lembaga pengelola diperlukan di kawasan ini. Namun, keberadaan area tersebut tidak menguntungkan secara ekonomi sehingga tanpa peranan dan dukungan pemerintah, pengembangan area tersebut dapat terhambat (Kartasheva, 2011a).

Peranan pemerintah yang optimal dapat tercapai dengan adanya formulasi kebijakan promosi investasi yang sesuai dengan Kawasan berbasis Teknologi khususnya kawasan Teknopolitan Pelalawan.). Erliza *et al* (2014) menyatakan bahwa untuk mendukung strategi promosi investasi pada kawasan Teknopolitan, dibutuhkan suatu desain kebijakan promosi investasi. Kebijakan promosi investasi yang disusun terdiri dari desain aturan untuk proses seleksi proyek, pembuatan prosedur penerimaan proyek, penentuan fasilitas dukungan, dan regulasi (Sader, 1999)

Artikel ini mengambil studi kasus pada Proyek Pengembangan Kawasan Teknopolitan Pelalawan. Pada tahap 1 pengembangan kawasan Teknopolitan Pelalawan hingga tahun 2017 membutuhkan investasi sebesat 46,3 Triliun rupiah (Riaupos, 2013). Padahal PDRB yang dimiliki oleh Kabupaten Pelalawan pada tahun 2011 hanya sebesar 19,2 T atau hanya 41% dari kebutuhan investasi pengembangan kawasan teknopolitan tersebut (BPPD, 2012). Adanya keterbatasan kemampuan pemerintah daerah melalui APBD dalam hal pembiayan, pengembangan kawasan Teknopolitan memerlukan dukungan dari dunia usaha antara lain BUMN, BUMD, Swasta domestik, dan asing.



Gambar 1. Tahap Pengembangan Kawasan Teknopolitan dan Stakeholder yang berperan di dalamnya

Kartasheva (2011a) telah melakukan penelitian terkait optimalisasi desain kebijakan promosi investasi untuk proyek-proyek infrastruktur yang didanai melalui *public private partnership*. Sedangkan artikel ini meneliti optimalisasi desain kebijakan promosi investasi untuk proyek-proyek yang ada di dalam pengembangan kawasan Teknopolitan. Artikel ini menganalisis bagaimana pemerintah harus menyusun kebijakan promosi investasi pada Kawasan Teknopolitan. Model dikembangkan menggunakan *sequential common agency model*antara pemerintahdan operatoruntuk memperoleh beberapa sifat dari kebijakan yang optimal. Penyelesaian model permasalahan kebijakan promosi investasi menggunakan

game teori dengan *extensive form*. Kebijakan ini membuat investor tidak pasti tentang prioritas proyek, jenis proyek, dan menetapkan berbagai tingkat dukungan pemerintah, dalam bentuk pajak atau subsidi. Oleh karena itu, kebijakan yang optimal tergantung pada pendapatan yang diperoleh pemerintah dan profitabilitas proyek yang ada.

METODOLOGI

Penelitian ini diawali dengan mengembangkan *sequential common agency* model dalam *full information* untuk menyusun skema kebijakan promosi investasi. Model ini dipilih untuk menganalisis bagaimana aliran informasi yang dibangun dalam menyusun kebijakan promosi investasi (Baron (1985), Bergman dan Välimäki (1998) Martimort (1999), Prat dan Rustichini (1998), dan Kartasheva (2011b)).

Dilanjutkan dengan penyelesaian model permasalahan kebijakan promosi investasi menggunakan game teori dalam *extensive form*. Pemilihan *extensive form* karena adanya *multiagent decision tree* mengizinkan informasi dari pemain dan strategi yang mungkin dilakukan secara eksplisit diketahui dengan baik pada setiap game (Vega-Redondo, 2003). Penelitian ini melibatkan dua pemain yaitu operator proyek sebagai agen dan pemerintah sebagai pengambil keputusan. Agen akan merencanakan strategi ketikan pemerintah menawarkan proyek kepada mereka.

Notasi dan penjelasan untuk parameter dan variabel keputusan dijelaskan seperti di bawah ini

Parameter

H = Proyek dengan prioritas tinggi
L = Proyek dengan priotitas rendah
h = Proyek dengan tingkat pengembalian tinggi
l = Proyek dengan tingkat pengembalian rendah
pH = Probabilitas untuk proyek dengan priotitas tinggi
pL = Probabilitas untuk proyek dengan priotitas rendah
a = Probabilitas untuk proyek dengan prioritas tinggi dan tingkat pengembalian tinggi
b = Probabilitas untuk proyek dengan prioritas rendah tingkat pengembalian tinggi
q = Ukuran proyek/biaya variabel
F = Biaya investasi
δ = Lottery
π = Nilai tingkat pengembalian proyek
n = umur proyek
r = suku bunga yang digunakan
tp = Transfer positif
t_n = Transfer negatif

Variabel Keputusan

Π = Net present value dari proyek
W = Payoff yang diperoleh pemerintah
U = Net profit yang diperoleh operator

HASIL DAN DISKUSI

a) Skema Kebijakan Promosi Investasi

Mekanisme penyusunan kebijakan promosi investasi berada pada tahap promosi investasi. Pada tahap ini dilakukan penyaringan (*screening*) proyek yang potensial untuk dijalankan berdasarkan beberapa pertimbangan.

Tahapan awal skema kebijakan promosi investasi pada kawasan teknopolitan yaitu tersedianya dokumen proyek yang dapat dijalankan oleh operator proyek. Pemerintah memiliki *private information* mengenai prioritas proyek, dimana prioritas proyek dibagi menjadi proyek dengan prioritas tinggi dan proyek dengan prioritas rendah. Penentuan prioritas proyek didasarkan pada adanya keterbatasan anggaran belanja pemerintah, nilai sosial yang dihasilkan dari proyek, dan tujuan pembangunan kawasan.

Pada faktanya, tidak semua proyek memiliki nilai komersial untuk menghasilkan tingkat pengembalian tertentu. Ada proyek yang memiliki nilai komersial yang tinggi dengan kata lain proyek memiliki tingkat pengembalian tinggi. Ada pula, proyek dengan tingkat pengembalian rendah. Di sisi lain, operator memiliki pengetahuan yang banyak mengenai nilai komersial dari proyek. Keberadaan proyek dengan tingkat pengembalian rendah membutuhkan dukungan dari pemerintah agar investor tertarik untuk menjalankannya. Misalnya pemberian keringanan pajak, subsidi, dan sebagainya. Namun, adanya keterbatasan anggaran belanja menyebabkan pemerintah tidak dapat memberikan dukungan untuk semua proyek dengan tingkat pengembalian rendah. Oleh karena itu, pendapatan yang diperoleh dari

implementasi proyek dengan tingkat pengembalian tinggi (misalnya pajak, pemberian nilai kontrak konsesi, dan sbagainya) digunakan untuk mendanai proyek dengan tingkat pegembalian rendah.

Pemerintah memiliki dua instrumen kebijakan yaitu persetujuan proyek dan transfer. Dalam tahap ini, pemerintah memiliki kemungkinan untuk memberikan persetujuan proyek. Setelah proyek disetujui, pemerintah akan memperoleh transfer. Transfer merupakan pendapatan/pengeluaran pemerintah sebagai akibat dari disetujuinya proyek. Transfer bernilai positif ketika pemerintah memperoleh pendapatan dari disetujuinya suatu proyek. Contoh transfer pendapatan dari operator ke pemerintah adalah pemberian nilai kontrak konsesi, penyediaan lahan, dan sebagainya. Sedangkan transfer bernilai negatif ketika Contoh dari transfer pengeluaran dari pemerintah ke operator proyek adalah keringanan pajak dan subsidi.

Dari skema ini dapat diketahui bahwa anggaran pemerintah terbatas sehingga transfer yang diberikan operator juga digunakan untuk mendanai transfer yang diberikan pemerintah. Dapat disimpulkan bahwa nilai transfer yang diberikan operator sangat berpengaruh dalam penentuan kebijakan promosi investasi.

Gambar 2. Skema Kebijakan Promosi Investasi

b) Formulasi

Kebijakan promosi investasi merupakan mekanisme direct communication G antara pemerintah dan operator. Mekanisme ini terdiri dari message space M dan fungsi keputusan (P(m),δ(m)). Setiap operator mengirim pesan mϵM, maka kemungkinan pesan diterima sebesar P(m). Berdasarkan kondisi penerimaan, maka pemerintah menyetujui lottery δ(m) dengan menentukan nilai transfer, δϵΔR.

Pemerintah memiliki proyek iϵ{H,L}. Dimana probabilitas H lebih besar dibanding probabilitas L ($p_H > p_L$). Operator mengajukan proyek xϵ{h,l} ke pemerintah dengan ukuran proyek (q) tertentu. Dengan probabilitas h untuk H dan probabilitas h untuk L berbeda (a≠b). Untuk setiap proyek yang diajukan memiliki tingkat pengembalian $\pi_{i,x(q)}$ dimana $\pi_{i,h(q)} > \pi_{i,l(q)}$. Fungsi keuntungan $\pi_{i,x(q)}$ selalu meningkat, konkaf, dan berada pada kondisi inada. Dengan mengasumsikan bahwa peningkatan marginal profit $\pi'_{i,h(q)} > \pi'_{i,l(q)}$ dan penurunan marginal profit $\pi'_{i,l(q)} > \pi'_{i,h(q)}$. Maka, pemerintah akan membuat keputusan (P(i,x),δ(i,x)). Dimana,

$$P_{H,h} = pH \times a \quad (1)$$
$$P_{H,l} = (1-pH) \times (1-a) \quad (2)$$
$$P_{L,h} = pL \times b \quad (3)$$
$$P_{L,l} = pL \times (1-b) \quad (4)$$

Untuk menjalankan suatu proyek dengan ukuran q dibutuhkan biaya investasi F>0 dan biaya variabel q. Maka net present value (NPV) dari proyek adalah

$$\Pi_{i,x(q)} = \frac{\pi_{i,x(q)}}{(1+r)^n} - (F + q) \quad (5)$$

Asumsi yang digunakan yaitu:

1. NPV dari proyek dengan tingkat pengembalian tinggi ($\Pi_{H,h}$ dan $\Pi_{L,h}$) bernilai positif, dan
2. NPV dari proyek dengan tingkat pengembalian rendah ($\Pi_{H,l}$ dan $\Pi_{L,l}$) bernilai negatif.

Adanya asumsi ini menyebabkan pemerintah harus memberikan dukungan kepada operator untuk menjalankan proyek.

Lemma 1: Lottery ($\delta_{i,x}$) dapat dikarakteristikan menjadi dua transfer yaitu t_p dan t_n. Setiap kali pemerintah menawarkan i dan operator mengajukan x, maka lottery (δ) akan menentukan jumlah pemberian transfer $t_{i,x}$ dengan probabilitas $\sigma_{i,x}$ dan transfer $t_{i,y}$ dengan probabilitas 1- $\sigma_{i,x}$. Kemudian, pemberian transfer $t_{j,x}$ dengan probabilitas $\sigma_{j,x}$ dan transfer $t_{j,y}$ dengan probabilitas 1- $\sigma_{j,x}$ untuk i,jϵ{H,L} dan x,yϵ{h,l}.

Dengan mengasumsikan $t_p>0$ dan $t_n<0$, dengan $t_p = t_{p(H,h)}+t_{p(L,h)}$ maka dapat disusun **balance budgeting constraint** yaitu

$$\{(P_{H,h}\sigma_{H,h} + P_{H,l}\,(1-\sigma_{H,l})) + (P_{L,h}\sigma_{L,h} + P_{L,l}\,(1-\sigma_{L,l}))\}t_p + \{(P_{H,h}(1-\sigma_{H,h}) + P_{H,l}\,\sigma_{H,l}) + (P_{L,h}(1-\sigma_{L,h}) + P_{L,l}\,\sigma_{L,l})\}t_n \geq 0 \quad (6)$$

Selain NPV, pemerintah harus mempertimbangkan kemanfaatan (*social surplus*/ $S_{(q)}$) dari proyek yang dijalankan. Fungsi *social surplus* selalu meningkat, konvex, dan memenuhi kondisi inada.

Payoff yang didapatkan pemerintah dipengaruhi oleh probabilitas (P) untuk menyetujui proyek, social surplus, dan nilai transfer.

$$\max_{(p,t)} W = P_{H,h}\left[S_{H,h(q)} + \sigma_{H,h}t_p + (1-\sigma_{H,h})t_n\right] + P_{H,l}\left[S_{H,l(q)} + (1-\sigma_{H,l})\,t_p + \sigma_{H,l}t_n\right] + P_{L,h}\left[S_{L,h(q)} + \sigma_{L,h}t_p + (1-\sigma_{L,h})t_n\right] + P_{L,l}\left[S_{L,l(q)} + (1-\sigma_{L,l})\,t_p + \sigma_{L,l}t_n\right] \quad (7)$$

Untuk **net profit yang diperoleh operator** sebesar

$$U_{i,x} = \Pi_{i,x} - t_{i,x} \quad (8)$$

Jika proyek tidak disetujui, maka net profit operator = 0.

c) Contoh Numerik

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang digunakan sebagai input parameter perhitungan pada model yang telah dibangun. Contoh numerik ini menggunakan tingkat suku bunga (r) = 11,5% dan umur proyek (n) = 16 tahun.

Tabel 1. Input Parameter

Kode Proyek	Nama Proyek	Tipe Prioritas	F+q	Akumulasi Pendapatan Tahunan	*Social Surplus* (S)
P1	Pembangunan industri hilir kelapa sawit	H	Rp 2.500.000.000.000	Rp 14.726.881.158.215	Rp 15.402.000.000
P2	Lembaga Penelitian dan Pengembangan Teknologi	H	Rp 250.000.000.000	Rp 1.426.717.166.635	Rp 5.000.000.000
P3	Pengembangan *food estate*	h	Rp 100.000.000.000	Rp 1.395.662.465.732	Rp 2.500.000.000
P4	Kawasan RTH	h	Rp 100.000.000.000	Rp 65.000.000	Rp 500.000.000

Dalam contoh numerik ini, nilai transfer yang diberikan operator merupakan pembayaran pajak badan dan perizinan usaha. Sedangkan nilai transfer yang diberikan pemerintah merupakan subsidi. Penyelesaian model dilakukan dengan menggunakan tiga kondisi nilai transfer yang diberikan, yaitu

1. Kodisi 1: Nilai transfer yang diberikan operator (tp) lebih rendah dibanding nilai transfer yang diberikan pemerintah (tp<tn) dengan nilai sebesar t_p = Rp 100.000.000.000 dan t_n = Rp 200.000.000.000
2. Kodisi 2: Nilai transfer yang diberikan operator (tp) sama dengan nilai transfer yang diberikan pemerintah (tp=tn) dengan nilai sebesar t_p = Rp 200.000.000.000 dan t_n = Rp 200.000.000.000
3. Kodisi 3: Nilai transfer yang diberikan operator (tp) lebih tinggi dibanding nilai transfer yang diberikan pemerintah (tp>tn) dengan nilai sebesar t_p = Rp 400.000.000.000 dan t_n = Rp 200.000.000.000

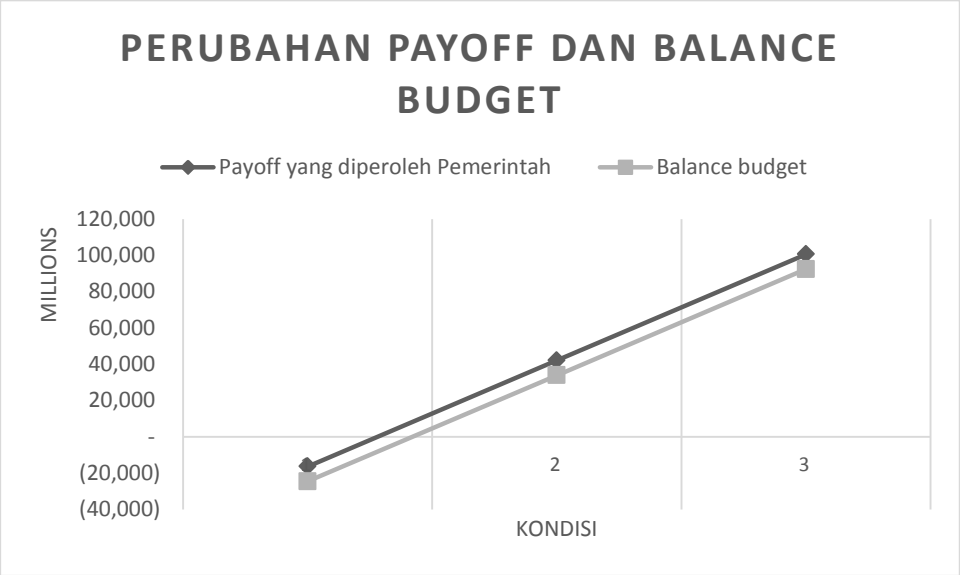
t_n diasumsikan bernilai tetap karena pemerintah sudah menetapkan subsidi yang diberikan di awal. Hasil dari teori game ini adalah probabilitas diterimanya proyek, perubahan net profit proyek yang diterima operator, perubahan payoff yang diperoleh pemerintah, dan *balance budget*.

Tabel 2. Probabilitas Penerimaan Proyek

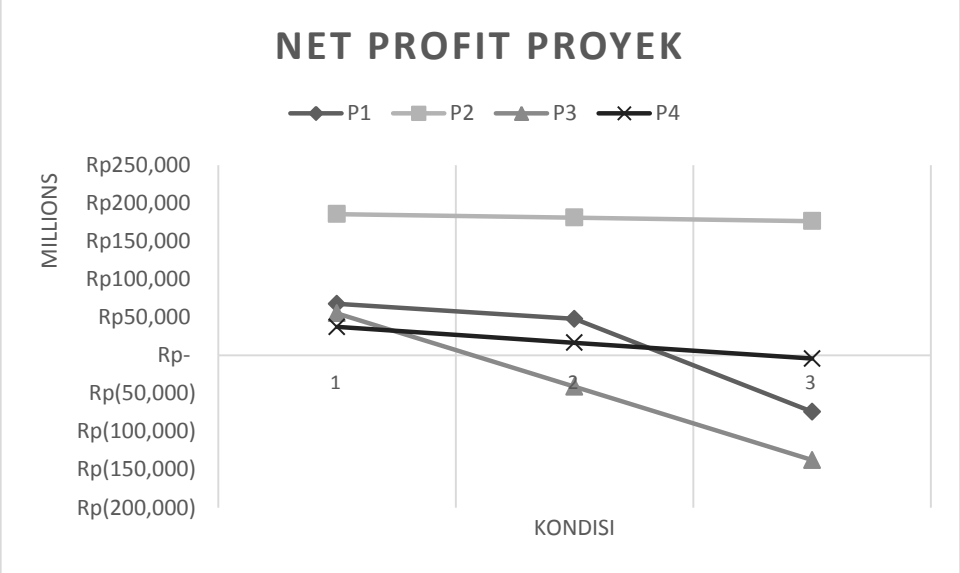
Kode Proyek	Pi,x
P1	0,39
P2	0,28
P3	0,30
P4	0,03

Tabel 3. NPV dan Net Profit Operator pada Kondisi 1

Kode Proyek	Jenis Keputusan	NPV (r=11,5%)	Net profit Operator
P1	$P_{H,h}$	Rp 80.553.718.462	Rp 67.853.825.275
P2	$P_{H,l}$	Rp -	Rp 185.839.547.678
P3	$P_{L,h}$	Rp 144.558.364.189	Rp 55.239.799.167
P4	$P_{L,l}$	Rp (99.988.610.216)	Rp 37.432.447.975



Gambar 3. Grafik Perubahan Payoff yang diterima Pemerintah dan Balance Budget



Gambar 4. Grafik Perubahan Net Profit operator dari Keempat Proyek

ANALISIS

Berdasarkan Tabel 2, dapat terlihat bahwa secara berurutan, pemerintah akan memilih proyek dengan tipe prioritas tinggi dengan tingkat pengembalian tinggi, proyek dengan tipe prioritas rendah dengan tingkat pengembalian tinggi, proyek dengan tipe prioritas tinggi dengan tingkat pengembalian rendah. Yang terakhir adalah proyek dengan tipe prioritas rendah dengan tingkat pengembalian rendah.

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa adanya transfer yang diberikan pemerintah membuat proyek dengan tingkat pengembalian rendah mampu menguntungkan operator. Di sisi lain, transfer yang diberikan operator dapat menurunkan net profit yang diterimanya.

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4, semakin banyak operator memberikan informasi transfernya, maka *payoff* yang diterima pemerintah semakin besar. Namun, kondisi ini mengurangi *net profit* yang diterima oleh operator. Kondisi ini mendukung pernyataan pada Tabel 3. Selain itu, proyek yang memiliki peluang yang besar untuk memperoleh transfer dari pemerintah memiliki tingkat penurunan profit lebih rendah dibanding dengan proyek dengan peluang lebih rendah.

Berdasarkan model ini pemerintah memperoleh manfaat dimana dalam menyusun kebijakan promosi investasi untuk menentukan besaran nilai transfer optimal yang diberikan oleh pemerintah harus mempertimbangkan net profit dari operator.

SIMPULAN

Artikel ini telah mampu mengembangkan model kebijakan promosi invetasi pada Kawasan Teknopolitan dengan *full information*. Penelitian ini melibatkan dua pemain yaitu operator proyek sebagai agen dan pemerintah sebagai pengambil keputusan. Agen akan merencanakan strategi ketikan pemerintah menawarkan proyek kepada mereka. Kebijakan yang optimal tergantung pada pendapatan yang diperoleh pemerintah dan profitabilitas proyek yang ada. Namun, dengan adanya *full information* ini menyebabkan *dominant strategy* dilaksanakan oleh pemerintah.

Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk penyelesaian strategi pemilihan proyek yang akan didanai melalui *asymetric information* karena adanya *dominant strategy* dalam pengambilan keputusan jika *full information* diketahui. Selain itu, strategi pemberian transfer perlu dianalisis lebih mendalam sehingga dapat diketahui besarnya nilai transfer optimal yang dapat diberikan oleh pemerintah maupun operator proyek, baik dalam bentuk pajak, subsidi, dan bentuk lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Ashworth, G.J., dan Voogd, H. (1994) Marketing and Place Promotion, in Gold, J.R. & Ward,S.W, Eds. Place Promotion, the Use of Publicity and Marketing to Sell Towns and Regions. Chichester: John Wiley&Sons

Bailey, J.T. (1989). Marketing Cities in the 1980s and Beyond. Chicago: American Economic Development Council

Baron, D. (1985). Noncooperative regulation of a nonlocalized externality. RAND Journal of Economics Vol. 16.No. 4. Pp. 533-568

Bartik, T. J. (1991) Who Benefits from State and Local Economic Development Policies? Kalamazoo, Michigan: W.E. Upjohn Institute for Employment Research

Benko, Georges. (2001). Technopoles, high-tech industries and regional development: A critical review. GeoJournal. Vol. 51. Pp. 157–167

Berg, L. van den, Klaasen, L., dan Meer, J. (1990). Marketing Metropolitan Regions, Rotterdam: Erasmus University, EURICUR

Bergemann, D., J. Välimäki. (2003). Dynamic common agency. Journal of Economic Theory. Vol. 111. No. 1.Pp. 23-48

BKPM.(2011). Identifikasi Pengembangan Kawasan Berbasis Teknologi, Jakarta: BKPM

Borden, N. H. (1965). The concept of the marketing mix. In Schwartz, G. (Ed), Science in marketing, New York: John

BPPD. (2012). Produk Dometik Regional Bruto Kabupaten Pelalawan 2012. Pelalawan: BPS

Dreyhaupt, S. J. (2006). Locational Tournaments in the Context of the EU Competitive Environment, Wiesbaden: German University Verlag

East Africa Community. (2006). Draft Roadmap towards Effective Promotion of Investment in EAC. Available: http://www.eac.int/trade/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=9&Itemid=124

Erliza, A., Sutopo, W., Widiyanto, A., Supriyanto, E. (2014). Formulation Strategy for Promoting Investment Of Technopolis: A Case Study. Proceeding of IMECS 2014. Vol. II.Pp. 1013-1018

Gold dan Ward. (1994). Place Promotion, the use of publicity and marketing to sell towns and regions (eds). Chichester: Wiley & Sons Ltd

Hankinson, G. (2001). Location Branding – A Study of the branding practices of 12 English Cities. Journal Brand Management. Vol. 9. No. 2. Pp. 127-142

Harding, T., & Javorcik, B. S. (2011). Roll out the red carpet and they will come: Investment promotion, information asymmetries and FDI inflows. Economic Journal. Vol. 121. No. 557. Pp. 1445-1476

Kartasheva. (2011a). Design of investment promotion policies. International Journal of Industrial Organization. Vol. 30. No. 2. Pp. 127-136

_____.(2011b). Transparency of information exchange in sequential common agency, mimeo.

Kotler, P., Asplund, C., Rein, I., dan Haider, D. (1999). Marketing Places Europe. London: Pearson Education Ltd

Krugman, P. (1994). Complex Landscapes in Economic Geography. American Economic Review. Vol. 84. No. 2. Pp. 412-16

Martimort, D. (1999). Renegotiation design with multiple regulators. Journal of Economic Theory. Vol. 88. Pp. 261-293

McCarthy, E. J. (1964). Basic Marketing, IL: Richard D. Irwin

Prat, A. and A. Rustichini.(1998). Sequential Common Agency, Tilburg CentER for Economic Research discussion paper.Pp. 98-95.

Rainisto, Seppo K. (2003). Doctoral Dissertations: Success Factors of Place Marketing: A Study of Place Marketing Practices in Northern Europe and The United States. Helsinki University of Technology, Institute of Strategy and International Business

Riaupos. (2013). Kawasan Teknopolitan Perlu Rp46,3 T. 12 paragraf. Tersedia di: http://riaupos.co/4080-daerah-kawasan-teknopolitan-perlu-rp46,3-t.html#.U1_Qhqh_t_4

Sader, F. (1999). Attracting Foreign Direct Investment into Infrastructure: Why Is It So Difficult? Washington DC: World Bank Publications

Sambhanthan, Arunasalam and Good Alice. (2013). Strategic Advantage in Web Tourism Promotion: An e-Commerce Strategy for Developing Countries. Available: http://eprints.port.ac.uk/cgi/oai2

Thomas, P. K. (2007). Investment incentives: Growing use, uncertain benefits, uneven controls. Geneva: Global Subsidies Initiative. Available: http://www.iisd.org/gsi/sites/default/filesgsi_investment_incentives.pdf

Vale Columbia Center. (2009). Handbook For Promoting Foreign Direct Investment In Medium-Size, Low-Budget Cities in Emerging Markets. New York: Columbia University. Pp. 24

Vega-Redondo. (2003). Economics and The Theory of Games. USA: Cambridge

Wells, Louis T. dan Alvin G. Wint. (2000). Marketing a Country: Foreign Investment Advisory Service. Occasional Paper. Vol. 13

EVALUASI PENERIMAAN INSENTIF PEMBEBASAN PAJAK PENGHASILAN DENGAN INDIKATOR NILAI WACC: STUDI KASUS

Nur Atikah[1], Wahyudi Sutopo[2]
[1]Asisten Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[2]Grup Riset Rekayasa Industri dan Tekno Ekonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: [1]nur.atikah34@gmail.com, [2]wahyudisutopo@gmail.com,

ABSTRAKS
Dalam menyukseskan program hilirisasi industri, pemerintah dalam hal ini Kementerian keuangan RI memfasilitasi penanam modal dengan berbagai insentif investasi, salah satunya adalah tax holiday. Dalam menyeleksi proposal yang ada, nilai weighted average cost of capital (WACC) dapat digunakan sebagai salah satu indikator. Dengan menggunakan nilai WACC dari tiga perusahaan pengolahan CPO kedalam suatu sekenario investasi sesuai syarat permohonan tax holiday, didapat nilai equity of cash flows selama waktu horizon tertentu.Dari nilai equity of cash flow tersebut, analsis kelayakan investasi diterapkan dengan menghitung nilai Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) dan Payback Periods (PP). Berdasarkan sekenario yang ada, nilai WACC hanya berpengaruh terhadap nilai NPV secara signifikan dan dari hasil perhitungan indeks kelayakan investasi dapat disimpulkan bahwa perusahaan dengan nilai minimum WACC yang lebih kecil atau dengan tingkat resiko yang lebih besar akan lebih menguntungkan.

Kata kunci: *Analisis kelayakan investasi, crude palm oil, tax holiday, WACC*

PENDAHULUAN

Sejalan dengan visi negara Republik Indonesia dalam pembangunan nasional pada tahun 2025, Pemerintah mempunyai tekad untuk mempercepat transformasi ekonomi yang tertuang pada Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). Selaras dengan tekad tersebut, Kementerian Perindustrian mempunyai program hilirisasi industri, yang merupakan upaya mempercepat pembangunan industri nasional. Program ini diprioritaskan pada hilirisasi industri berbasis sumber daya alam (SDA) meliputi industri agro, industri migas, dan industri bahan tambang mineral (Achirulloh, 2013). Dalam meningkatkan pembangunan industri nasional yang terealisasi dengan meningkatnya kapasitas dan kemampuan teknologi nasional, sesuai dengan Rahmany (2012) besarnya penanaman modal menjadi peranan penting yang menjadi fokus kebijakan. Sejalan dengan itupun, dalam rumusan rapat kerja Kementerian perindustrian dengan Pemda (Achirulloh, 2013), salah satu sasaran utama hilirisasi industri adalah adanya pemasukan penanaman modal asing (PMA) sebesar US$ 12 miliar dan penanaman modal dalam negeri (PMDN) sebesar Rp 42 Triliun. Dalam meningkatkan besarnya nilai investasi yang masuk ke Indonesia dan meningkatkan daya saing industri nasional, Pemerintah dalam hal ini Kementerian keuangan RI, memfasilitasi penanam modal dengan berbagai insentif investasi, salah satunya adalah insentif pembebasan pajak badan (tax holiday) (MP3EI, 2011).

Sesuai Peraturan Menteri Keuangan (PMK) No. 130/PMK.011/2011, Tax holiday merupakan fasilitas insentif fiskal yang dibuat untuk mendorong investasi masuk ke Indonesia. Fasilitas pembebasan pajak selama 5 sampai 10 tahun ini diberikan kepada perusahaan wajib pajak yang merupakan industri pionir yang berinvestasi baru minimal 1 triliyun dengan ketentuan telah berdiri paling lama 12 bulan sebelum 15 Agustus 2011. Industri yang termasuk industri pionir, antara lain industri logam dasar, pengilangan minyak bumi dan/atau kimia dasar organik yang bersumber dari minyak bumi dan gas alam, permesinan, sumberdaya terbarukan, dan/atau peralatan komunikasi (Direktorat Jenderal Pajak, 2012). Industri kimia berbasis komoditas hilir kelapa sawit yang termasuk industri pionir adalah perusahaan yang dapat menghasilkan sumberdaya terbarukan (produk hilir kelapa sawit yang belum diproduksi di Indonesia) sesuai pohon industri kelapa sawit.Sesuai PMK No. 93 Tahun 2011, tingkat kepioniran suatu investasi juga dipengaruhi oleh adanya penggunaan teknologi terbarukan, besarnya pangsa pasar, dan lain-lain.

Mohnen (2009) dalam penelitian sebelumnya mengemukakan bahwa tax incentive telah digunakan dan dievaluasi dalam penerapannya dalam mengembangkan sektor R&D di Québec.Didalam studi tersebut ditemukan bahwa tax insentif lebih efektif jika diterapkan pada perusahaan dengan skala yang besar.Sejalan dengan penelitian tersebut, nilai dari besarnya suatu perusahaan, yang mengajukan proposal tax holiday, perlu diketahui sebagai salah satu pertimbangan. Hal tersebut menyebabkan pentingnya Kementerian Keuangan untuk memastikan bahwa perusahaan yang akan diberikan insentitif fiskal tersebut, akan dapat meningkatkan daya saing industri nasional.

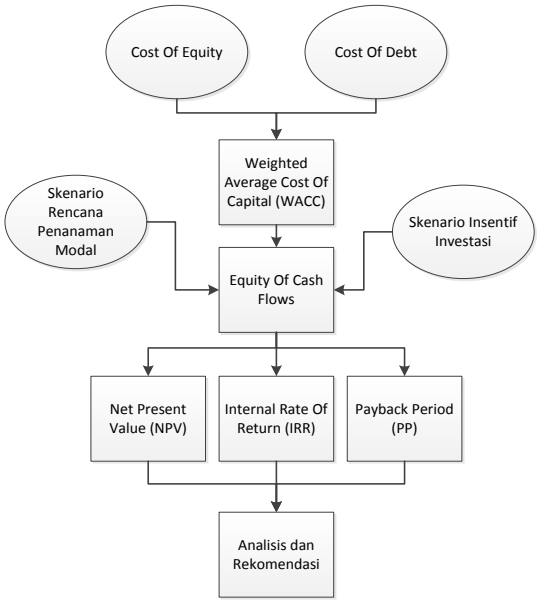
Mengacu pada penelitian Atikah, dkk., metodologi dalam mengevaluasi besarnya nilai strategis dari investasi dalam mengevaluasi penerapan pembebasan pajak telah dilakukan (2014). Dengan terlebih dahulu mengidentifikasi karakteristik investasti, lamanya tahap EPC, elemen penyusun arus kas, penentuan panjangnya waktu pemberian fasilitas pembebasan penghasilan pajak, rekomendasi atas panjangnya lama pemberian fasilitas telah dilakukan. Dalam upaya menambahkan parameter analisis dalam pembuatan keputusan permohonan penerimaan fasilitas, penelitian ini berupaya menambahkan parameter weighted average cost of capital (WACC), agar proses penerimaan fasilitas ini dapat lebih selektif dan efektif.

Pendekatan WACC dapat digunakan sebagai salah indikator keputusan dalam mengukur nilai minimum skala perusahaan yang dapat mendapatkan fasilitas pembebasan pajak.Sesuai penelitian Pierru, dkk. (2001) nilai WACC dapat mengevaluasi besarnya nilai suatu perusahaan. Pada penelitian Awerbuch, dkk. (2006) disebutkan pula dengan melihat nilai WACC, cash flow atas suatu projek investasi dapat dievaluasi. Selain itu dengan mengevaluasi sekenario dengan memperhatikan nilai risiko yang melekat, dapat dihitung dengan menerapkan nilai WACC dalam sekenario yang diterapkan (Cigola, dkk., 2003). Penggunaan WACC sebagai indikator dalam menentukan kelayakan suatu investasi telah diterapkan pada beberapa penelitian terdahulu.Sutopo, dkk. (2013) menggunakan nilai WACC untuk menentukan alternatif sekenario terbaik yang dapat digunakan dalam rencana investasi pada proyek mini fabrikasi baterai mobil listrik. Selain itu Nasution (2012) menggunakan nilai WACC untuk memproyeksikan cashflow atas suatu sekenario investasi pabrik pengolah panas bumi di Indonesia.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan pendekatan sesuai gambar 1. Pada tahap awal penelitian, diawali dengan menghitung besarnya nilai WACC pada perusahaan-perusahaan berbasis pengolahan Crude Palm Oil (CPO) dengan menghitung besaran nilai cost of equity dan cost of debt. Perusahaan-perusahaan terpilih sebagai studi kasus ialah perusahaan tiga terbesar perusahaan pengolah CPO yaitu PT. SMART, Tbk., PT. Astra Agro Lestari, Tbk. dan PT. SIMP,Tbk.

Dari penyusunan sekenario atas rencana penanaman modal dan dengan menggunakan nilai WACC, proyeksi atas equity of cash flows (ECF) dapat dibuat untuk masing-masing perusahaan dengan nilai WACC yang berbeda.Analisis kelayakan investasi dengan menggunakan nilai NPV, IRR dan PP kemudian dilakukan untuk masing-masing proyeksi ECF.Dari hasil tersebut dapat diperoleh simpulan nilai WACC minimum yang dapat membuat investasi lebih menarik dengan menerapkan sekenario penerapan insentif pajak tax holiday selama 7 tahun berdasarkan hasil penelitian Atikah, dkk. (2014). Analisis sensitifitas dilakukan juga untuk melihat adanya perbedaan pergeseran dari sekenario rencana penanaman modal yang telah dilakukan sebelumnya.Dari hasil analisis senstivitas tersebut, rekomendasi nilai minimum WACC dalam upaya untuk melihat besarnya nilai perusahaan sebagai salah satu faktor pertimbangan dapat diusulkan.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian ini terdiri dari sekenario rencana penanaman modal, perhitungan nilai WACC untuk seluruh sekenario dan analisis kelayakan investasi.

a) Sekenario Rencana Penanaman Modal

Sekenario rencana penanaman modal yang akan digunakan, merupakan sekenario rencana penanaman modal yang telah digunakan berdasarkan penelitian Atikah, dkk. yang terinci dalam tabel 1 (2014). Sekenario tersebut merupakan sekenario dasar yang akan digunakan pada 3 perusahaan pengolah CPO sebagai studi kasus.

Tabel 1. Sekenario rencana penanaman modal

Parameter	Value	Source
Rencana Penanaman Modal		
kapasitas terpasang	138.000 MT	Hipotetik data
Horizon Perencanaan	15 tahun	Hipotetik data
Panjangnya waktu EPC	2 tahun	Hipotetik data
Rasio hutang : modal	30% : 70%	Hipotetik data
Rancana penanaman modal (Deposto)		
Nominal deposito	USD 42,900,000	Hipotetik data
Waktu realisasi	Dua tahun pertama	Hipotetik data
Suku bunga deposito	7%	Hipotetik data
Rencana Produksi		
Bahan Baku		
RBDPS	62%	Hipotetik data
CPKO	38%	Hipotetik data
Finnished goods		
Fatty acid & turunannya	84%	Hipotetik data
Glycerol	10%	Hipotetik data
Produk sampingan	6%	Hipotetik data

Biaya Modal		
Machinery & equipments	USD 32,000,000	Kalkulasi
Support equipment & utilities	USD 38,000,000	Kalkulasi
Fixed assets	USD 30,000,000	Kalkulasi
Working Capital	USD 43,000,000	Kalkulasi
Biaya Operasional	70% penjualan	Asumsi
Metode Depresiasi (Garis Lurus)		
Bangunan	5% /thuntuk 20 th masa ekonomis	UU No. 10 Tahun 1994
Mesin & peralatan	6.25% /th untuk16 tahun ekonomis	PMK No. 96 Tahun 2009
Aspek Mikro & Makro Ekonomi		
Utilitas Penjualan	90%	Asumsi
Persentase Inflasi	6%	(BPPT, 2012)
Persentase PPH	25%	PMK No.124 Tahun 2013
Harga		
Raw Material		
RBDPS	USD 674/MT	(ICIS, 2012)
CPKO	USD 750/Ton	(ICIS, 2012)
Finnished goods		
Fatty acid & turunannya	USD 1361/Ton	Hipotetik data
Glycerol	USD 625/Ton	Hipotetik data
Produk sampingan	USD 197/Ton	Hipotetik data

b) Perhitungan *Weighted Average Cost of Capital* (WACC)

Dalam penerapan parameter WACC untuk mengevaluasi penerapan pembebasan pajak, terdapat beberapa parameter yang harus didefinisikan terlebih dahulu antara lain besarnya proporsi pendanaan antara modal sendiri dengan pendanaan dari hutang, besarnya market risk premium (MRP), besarnya beban tax, besarnya bunga pinjaman dan lain-lain. Setelah seluruh parameter diketahui, dilakukan perhitungan dengan menggunakan formula (1) – (3).

$$WACC = C_d \; x \; \left(\frac{D}{D+E}\right) + C_e x \; \left(\frac{E}{D+E}\right) \quad (1)$$

$$C_d = i \; x \; (1 - t) \quad (2)$$

$$C_e = R_f + (\; \beta \; x \; (R_m - R_f) \quad (3)$$

Keterangan:

Cd : Cost of debt (%)
Ce : Cost of equity (%)
D : Besaran Hutang (%)
E : Besaran Modal (%)
i : Persentasi suku bunga pinjaman (%)
MRP : Market risk premium
WACC : Weighted average cost of capital (%)
t : Persentase besaran PPH (%)
β : Systematic risk (%)
R_f : Risk free rate (%)

Berikut parameter perhitungan WACC pada 3 perusahaan yang menjadi studi kasus pada tabel 2. Dengan menghitung besarnya WACC pada perusahaan-perusahaan tersebut, perhitungan penerapan nilai WACC untuk mengevaluasi penerapan pembebasan pajak dapat dilakukan.Dari hasil simulasi didapatkan nilai NPV, IRR dan PP yang terinci pada tabel 3.Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa dengan besarnya

NPV lebih besar dengan nilai WACC yang lebih kecil dalam mengevaluasi penerimaan fasilitas pembebasan pajak.Hal tersebut dapat diindikasikan karena besarnya nilai WACC yang kecil dihasilkan karena adanya tingkat risiko yang lebih kecil yang tedefinisi dalam perhitungan WACC.

Tabel 2. Parameter perhitungan WACC

Parameter	Parameter					
	PT. SMART, Tbk.		PT. AAL, Tbk.		PT. SIMP	
	Nilai	Sumber	Nilai	Sumber	Nilai	Sumber
Rm	8,50%	*)	8,50%	*)	8,50%	*)
R_f	10,50%	Data hipotetik	10,50%	Data hipotetik	10,50%	Data hipotetik
β	3,20%	Kalkulasi	2,00%	Kalkulasi	2,80%	Kalkulasi
t	25%	PMK No.124 Tahun 2013	25%	PMK No.124 Tahun 2013	25%	PMK No.124 Tahun 2013
i	12,20%	(BPS, 2013)	12,20%	(BPS, 2013)	12,20%	(BPS, 2013)
D	30%	(Atikah, dkk., 2014)	30%	(Atikah, dkk., 2014)	30%	(Atikah, dkk., 2014)
E	70%		70%		70%	
Cd	9%	Kalkulasi	9%	Kalkulasi	9%	Kalkulasi
Ce	10,44%	Kalkulasi	10,46%	Kalkulasi	10,44%	Kalkulasi
WACC	10,05%	Kalkulasi	10,07%	Kalkulasi	10,06%	Kalkulasi

*) Berdasarkan kalkulasi dari data Bursa Efek Indonesia 2012-2013

KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengembangkan analisis kelayakan investasi dalam mengevaluasipenerapan pembebasan pajak dengan memperhatikan aspek risiko dari pasar dengan menggunakan indikator WACC.Dari hasil simulasi diketahui bahwa dalam upaya mengukur nilai strategis dari suatu investasi, perlu diperhitungkan nilai WACC yang lebih kecil.Dengan menkonsider nilai WACC yang kecil memperlihatkan bahwa adanya kemampuan perusahaan mengendalikan risiko ketidakpastian dalam menjalankan usahanya.Dari hasil penelitian ini adapun saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu penelitian dapat dilanjutkan dengan menambahkan parameter dalam mengukur kelayakaan investasi.Selain itu penelitian selanjutnya dapat meneliti analisis kelayakan investasi atas penerapan kebijakan pengurangan pajak penghasilan badan (*tax allowance*).

DAFTAR PUSTAKA

Achirulloh, R. " Rumusan Rapat Kerja Kemenperin Dengan Pemda Tahun 2013", Dapat diakses : http://rocana.kemenperin.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=160&Itemid=268, 2013

Atikah, N., Hisjam, M., Sutopo, W., Bakhtiar, L. H. "A Methodology to Evaluate Fiscal Incentives for Promoting Investment of Pioneer Industries: A Case Study. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, vol.I, pp. 957- 962, 2014.

Awerbuch, S. dan Deehan, W. "Do consumer discount the future correctly?",*Journal of energy policy*, vol. 23, pp. 57-69, 1995.

CIgola, M., dan Peccati, l. " On the comparison between the APV and the NPV computed via the WACC", *European Journal Of Operational research,* vol. 161, pp. 377-385, 2003

Nasution, F. A. " Geothermal Power Plant Investment Evaluation Study Case: Indonesia", EJGE , vol. 17, 2012

Kementerian Koordinator Bidang Ekonomi, "Masterplan Percepatan Dan perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025". Kementerian Koodinator Bidang Perekonomian, Jakarta, 2011.

Rahmany, A. F., "Fasilitas dan Insentif Pajak Penghasilan Indonesia", Kementerian Keuangan Republik Indonesias, Direktorat Jenderal Pajak, Edisi 1, 2012.

Pierru, A dan Babusiaux, D. "Capital Budgeting, Investment project valuation and financing mix: methodological proposals", *European Journal Of Operational research*, vol. 135, pp. 326-337, 2001

Sutopo, W., Atikah, N., Purwanto, A. dan Nizam, M. "The Battery 10 kWh: A Financial Analysis of Mini Manufacturing Plant", Joint International Conference on Rural Information &Communication Technology and Electric-Vehicle Technology, 2013

Badan Pusat Penelitian dan Teknologi. 2012. "Draft Laporan Akhir Masterplan Kawasan Teknopolitan Kabupaten Pelalawan", Jakarta : Badan Pusat Penelitian dan Teknologi

HAZARD DAN PENILAIAN RISIKO PADA INDUSTRI PENGECORAN LOGAM SISTEM TUNGKU INDUKSI (STUDI KASUS DI PT X CEPER, KLATEN)

Wahyu Susihono
Program Pascasarjana Program Studi Ilmu Kedokteran Universitas Udayana Denpasar
Email: pmy_wahyu@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Pemilihan investasi dari berbagai model tungku berpengaruh terhadap tingkat potensi bahaya (hazard) yang terjadi di suatu perusahaan pengecoran logam. Tungku peleburan baja induksi lebih efisien dalam penggunaan bahan bakar bila dibanding dengan tungku kupola atau semi kupola. Debu partikel dari dapur induksi yang merupakan efek samping dari proses peleburan baja juga lebih minimal dibanding model dua dapur lainnya. Biaya tidak lansung dipengaruhi oleh tingkat risiko tiap stasiun kerja. Penilaian risiko memberikan informasi terhadap penanggulangan kecelakaan kerja, penyediaan biaya tidak langsung dan biaya services produk yang harus disiapkan oleh perusahaan.
Identifikasi Hazard dan penilaian risiko pada industri pengecoran logam di PT X Ceper, klaten menggunakan pendekatan metode JSEA (Job Safety Environment Analysis) dan HIRA (Hazard identification Risk Assessment). Hasil penelitian menunjukan bahwa dari 76 hazard yang teridentifikasi berada pada level Extreme Risk (ER) 9,33%, High Risk (HR) 50,67%, Moderate Risk (MR) 32% dan Low Risk (LR) 8%. Kontribusi hazard paling dominan berada pada stasiun pencetakan. Aktivitas Penuangan baja cair kedalam ladle, paparan panas, tumpahan baja cair, penuangan baja cair kedalam cetakan, kaki menginjak cetakan masuk pada kategori (ER). Aktivitas angkat-angkut baja cair berada di level (HR), sedangkan proses preparasi bahan cetakan, pembuatan cetakan, proses pengangkatan dan penataan cetakan berada pada level (MR) dan (HR). Mekanisme kerja terutama pada stasiun pencetakan dan kondisi lingkungan kerja perlu segera diperbaiki mengingat risiko terhadap kondisi hazard yang relatif tinggi.

***Kata kunci**: Hazard, Penilaian Risiko, Tungku Induksi.*

PENDAHULUAN

Latar belakang

Biaya tidak lansung yang ada pada suatu perusahaan, sangat dipengaruhi oleh tingkat risiko kerja yang teridentifikasi pada tiap stasiun kerja. Semakin besar resiko suatu pekerjaan, maka perusahaan harus menyiapkan biaya tidak langsung atau biaya atas kemungkinan kejadian yang ditimbulkan pada periode mendatang. Biaya tidak langsung lebih sulit ditentukan bila dibanding dengan biaya langsung. Proses pengecoran logam dengan menggunakan sistim tungku induksi, merupakan model pengecoran yang lebih efisien bahan bakar dan lebih baik bila dilihat dari besarnya debu sebagai efek samping hasil pembakaran, dibandingkan dengan pengecoran logam sistem dapur kupola maupun semi kupola serta dapur tungkit skala tradisional atau kerakyatan.

Pada setiap aktifitas kerja, diharapkan perusahaan maupun pekerja memperhatikan kesehatan kerja dengan seperti yang tertuang pada UU No. 36 tahun 2009 tentang kesehatan, dimana pada pasal 1 ayat 1 disebutkan bahwa definisi dari kesehatan adalah keadaan sehat, baik secara fisik, mental, spiritual maupun sosial yang memungkinkan setiap orang untuk hidup produktif secara sosial dan ekonomis. Pada undang-undang Nomor 1 tahun 1970 pasal 3 syarat keselamatan kerja antara lain adalah mememberikan alat pelindung diri (APD) kepada para pekerja, mencegah dan mengendalikan timbulnya atau menyebar luasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan gelora serta menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup. Pada industri pengecoran logam sistem dapur induksi PT X di Klaten Ceper sudah melangsungkan usahanya dalam waktu yang cukup lama diatas 10 tahun, namun sampai dengan saat ini faktor budaya sangat erat hubungannya dengan aktifitas kerja di dalam industri. Pekerja dalam menyelesaikan pekerjaanya berupa pengecoran logam, tidak menggunakan APD dengan lengkap, beberapa stasiun kerja yang dapat ditemukan kondisi pekerja tanpa adanya APD adalah pada stasiun peleburan baja, stasiun pencetakan, stasiun finishing dan aktivitas angkat-angkut. Kondisi ini tentunya memberikan dampak pada keselamatan dan kesehatan kerja yang berpotensi penurunan kualitas hidup pekerja. Kondisi limbah debu partikulat baja sebagai efek samping dari proses peleburan logam besi menjadi baja cair menimbulkan gangguan pernafasan. Selain debu yang berasal dari partikulat baja cair, debu yang bersaal dari pasir cetak mempunyai dampak yang lebih besar

terhadap kondisi paru-paru pekerja bila dibandingkan dengan partikulat baja, karena pada saat proses pembongkaran, pekerja dengan menggunakan tenaga tangan manusia melakukan aktifitas mendongkrak baja hasil cetakan dengan jarak yang relatif dekat (sesuai jangkauan tangan pekerja), sehingga debu pasir cetak langsung terhirup oleh pekerja. Pasir cetak semen memiliki limbah debu lebih besar bila dibandingkan dengan pasir cetak hitam, namun keduanya sangat berbahaya untuk dihirup karena mengandung unsur bahan kimia yang berbahaya seperti Si, C, Bentoit, Air Kaca, Pasir silika, resin.

Potensi Bahaya (*Hazard*) adalah suatu kondisi atau keadaan pada suatu proses, alat, mesin, bahan atau cara kerja yang secara intrisik atau alamiah dapat menjadikan luka, cidera bahkan kematian pada manusia serta menimbulkan kerusakan pada alat dan lingkungan, sedangkan bahaya (*danger*) adalah suatu kondisi *hazard* yang terekspos atau terpapar pada lingkungan sekitar dan terdapat peluang besar terjadinya kecelakan (*insident*). Penilaian risiko memberikan informasi terhadap penanggulangan kecelakaan kerja, penyediaan biaya tidak langsung dan biaya *services* produk yang harus disiapkan oleh perusahaan. Identifikasi *Hazard* dan penilaian risiko pada industri pengecoran logam di PT X Ceper, klaten menggunakan pendekatan metode JSEA (*Job Safety Environment Analysis*) dan HIRA (*Hazard identification Risk Assessment*).

Potensi bahaya berupa cidera tubuh saat melakukan aktifitas kerja, karena gerakan kerja yang tidak ergonomis atau tidak alamiah turut memberikan kontribusi terhadap biaya tidak langsung. Pekerja semakin sering sakit atau cidera bagian tubuh tertentu, selain mengurangi produktivitas, juga biaya atas kurang sehat yang dialami oleh pekerja harus ditanggung oleh perusahaan sebagai biaya langsung.

Menurut *Safety Enginer Career Workshop*, *Phytagoras Global Development* teknik identifikasi bahaya adalah alat untuk mengidentifikasi berbagai kelemahan potensi resiko yang terdapat dalam proses desain atau operasi suatu sistem atau unit *plan* yang dapat menimbulkan berbagai konsekuensi yang tidak diinginkan terjadi dan menentukan rekomendasi atau tindakan yang dapat dilakukan untuk eliminasi berbagai resiko atau permasalahan yang mengganggu jalannya proses atau mengurangi konsekuensi yang dapat ditimbulkan secara sistematis, terstruktur dan baku (susihono, 2013)

Rumusan Masalah

1. Bagamana identifikasi *hazard* yang terjadi pada industri pengecoran logam PT X Ceper, Klaten?
2. Stasiun kerja manakah yang mempunyai *hazard* paling tinggi atau dominan di industri pengecoran logam PT X Ceper, Klaten ?
3. Bagaimana klasifikasi *hazard* pada aktifitas kerja dibagian stasiun kerja pencetakan ?
4. Apa saja tindakan pengendalian yang sebaiknya dilakukan berdasarkan hasil identifikasi *hazard* di stasiun kerja pencetakan ?
5. Bagaimana usulan perbaikan yang dapat diberikan sebagai upaya penurunan level *hazard* yang teridentifikasi pada pengecoran logam PT X Ceper, Klaten ?

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui identifikasi *hazard* yang terjadi pada industri pengecoran logam PT X Ceper, Klaten.
2. Untuk mengetahui stasiun kerja yang mempunyai hazard paling tinggi atau dominan di industri pengecoran logam PT X Ceper, Klaten.
3. Untuk mengetahui klasifikasi *hazard* pada aktifitas kerja dibagian stasiun kerja pencetakan.
4. Untuk mengetahui tindakan pengendalian yang sebaiknya dilakukan berdasarkan hasil identifikasi *hazard* di stasiun kerja pencetakan.
5. Untuk mengetahui usulan perbaikan yang dapat di berikan sebagai upaya penurunan level *hazard* yang teridentifikasi pada pengecoran logam PT X Ceper, Klaten.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan observasional dan analisis deskriptif. Identifikasi Hazard dan penilaian risiko pada industri pengecoran logam di PT X Ceper, Klaten menggunakan pendekatan metode JSEA (*Job Safety Environment Analysis*) dan HIRA (*Hazard identification Risk Assessment*). Data diambil di industri pengecoran logam di PT X Ceper, Klaten pada bulan Februari – Maret 2014, pada saat target produksi normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permenaker No. 5/Men/1996 berupa Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) adalah sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, prosedur, proses dan sumber daya yang dibutuhkan bagi pengembangan, penerapan, pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian resiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif (Ramli, 2010). Suatu usaha untuk mengetahui dan memahami aturan-aturan dan bahaya-bahaya yang ada di lingkungan kerja dengan tujuan agar mampu mengendalikan dan menghindari bahaya-bahaya yang mungkin terjadi baik bahaya kecil maupun bahaya yang cukup besar. Penerapan SMK3 dilakukan selain memenuhi undan-undang yang berlaku di Indonesia, juga sebagai upaya bentuk nyata perlindungan terhadap tenaga kerja.

Identifikasi Bahaya menggunakan teknik yang sudah dibakukan, misalnya seperti *Check List, JSA, JSO,What If, Hazops*, dan sebagainya. Semua hasil identifikasi bahaya harus didokumentasikan dengan baik dan dijadikan sebagai pedoman dalam melakukan setiap kegiatan (Susihono, 2013)

HIRA (*Hazzard Identification and Risk Assesment*)

HIRA (*Hazzard Identification and Risk Assesment*) adalah suatu metode atau teknik yang digunakan untuk melakukan identifikasi potensi bahaya kerja dengan cara mengevaluasi resiko yang terjadi melalui pendekatan suatu penilaian resiko berupa matriks penilaian resiko. Bobot konsekuensi keparahan (*severity*) adalah suatu akibat dari kejadian yang diekspresikan sebagai kerugian dari suatu kejadian atau suatu resiko. *Severity* dibagi kedalam 5 kategori. Tahap *severity* meningkat berdasarkan kesehatan individu, alam sekitar, dan harta benda.

Tabel 1. Tingkat Faktor Keparahan (Severity)

Severity (S)	Deskripsi	Rating
Catastrophic	Menyebabkan kematian, kerugian sangat besar	5
Major	Cidera mengakibatkan cacat atau hilang fungsi tubuh secara total, kerugin material sangat besar	4
Moderate	Hilang hari kerja, memerlukan perawatan medis, kerugian materi cukup besar	3
Minor	Cidera ringan, memerlukan perawatan P3K, langsung dapat ditangani dilokasi kejadian, kerugian materi sedang	2
Insignificant	Tidak ada cidera, kerugian materi sangat kecil	1

Bobot kemungkinan terjadinya bahaya *likelihood* dalam suatu periode waktu dari suatu resiko tersebut akan muncul. *Likelihood* ditaksir berdasarkan pengalaman kerja, analisis atau pengukuran.

Tabel 2. Rating Kemungkinan Terjadinya Bahaya (Likelihood)

Likelihood (L)	Deskripsi	Rating
Almost Certain	Terjadi hampir pada semua keadaan	A
Likely	Sangat mungkin terjadi pada semua keadaan	B
Moderate	Dapat terjadi sewaktu-waktu	C
Unlikely	Mungkin terjadi sewaktu-waktu	D
Rare	Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu	E

Penilaian resiko adalah cara yang digunakan oleh perusahaan untuk dapat mengelola dan memastikan pekerja aman dan nyaman saat bekerja. Sasaran penilaian resiko adalah mengidentifikasi bahaya sehingga tindakan dapat diambil untuk menghilangkan, mengurangi, atau mengendalikan sebelum terjadi kecelakaan yang dapat menyebabkan cidera atau kerusakan yang lebih parah. Penilaian resiko merupakan perkalian dari nilai bobot konsekuensi dan bobot kemungkinan sehingga didapatkan nilai resiko yang dapat dilihat pada tabel matriks resiko untuk selanjutnya digunakan untuk mengetahui kategori resiko.

$$Resiko\ Relatif = L \times S \quad (1)$$

Dimana :

L = *Likelihood* (Kemungkinan)

S = *Severity*

Tabel 3. Kategori Penilaian Resiko dan Tindakan Pengendalian

Risk	Description	Action
E	*Extreme Risk*	Memerlukan penanggulangan segera atau penghentian kegiatan atau keterlibatan manajemen puncak. Perbaikan sesegera mungkin
H	*High Risk*	Memerlukan pihak pelatihan oleh manajemen penjadwalan tindakan perbaikan secepatnya
M	*Moderate*	Penanganan oleh manajemen terkait
L	*Low*	Kendalikan dengan prosedur rutin

HIRA di Industri pengecoran logam sistem tungku induksi di PT. X

1. Stasiun Kerja peleburan baja

a) Pemasukan besi kedalam dapur

Hasil identifikasi *hazard* paparan panas *(ER)* sebesar 11,11 % ; terpeleset *(LR)* 11,11% sedangkan *hazard* menghirup bau korosi besi, gerakan kerja tidak alamiah, tangan tersayat oleh sudut besi runcing *(MR)* 33,33% dan terkena senyawa korosi besi, tangan atau kaki terjepit atau tertimbun, mengangkat beban berlebih *(HR)* 44,4 %.

b) Proses peleburan di dapur Induksi dan Inspeksi mutu baja cair

Hazard pada paparan panas yang dapat berpotensi menyebabkan dehidrasi, adanya beban kerja tambahan, peningkatan suhu tubuh masuk pada ketegori *(ER)* 9,09%, sedangkan percikan api, paparan panas, Tumpahan baja cair masuk pada *(HR)* sebesar 45,45%, sedangkan lainnya masuk pada *(MR)* 45,45% seperti penurunan ketajaman mata masuk, panas radiasi dinding, Menghirup debu partikulat baja cair, ceceran baja cair.

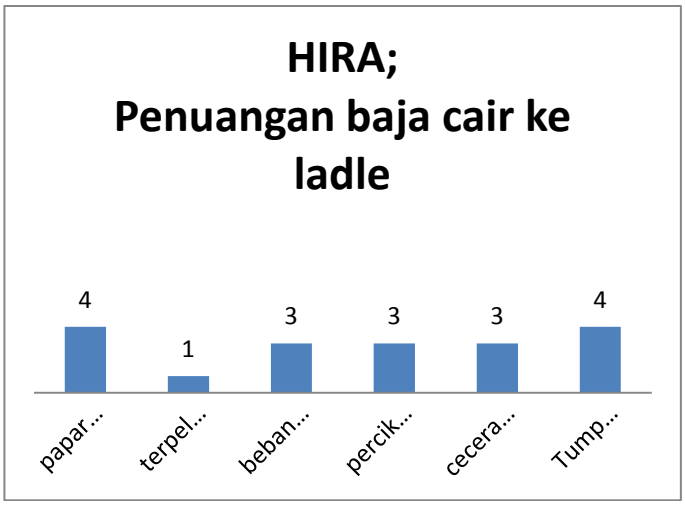
c) Proses penuangan baja cair dalam ladle besar dan pengangkutan pada ladle besar mendekati proses penuangan (*buffer*)

Hazard pada tumpahan baja cair, Menghirup Bahan Kimia yang dapat menyebabkan Penyakit *pneumonic*, gejala iritatif (batuk, rinitis, dispena), iritasi mukosa, Tumpahan baja cair yang dapat menyebabkan cidera permanen *(HR*) sebesar 27,27 %, dan radiasi ladle besar *(LR)* 9,09 % ; sedangkan lainnya *(MR*) 63,64% pada percikan dan paparan panas baja cair, menghirup debu partikulat baja cair, terbentur *ladle* dan beban kerja berlebih.

2. Stasiun Kerja Pencetakan

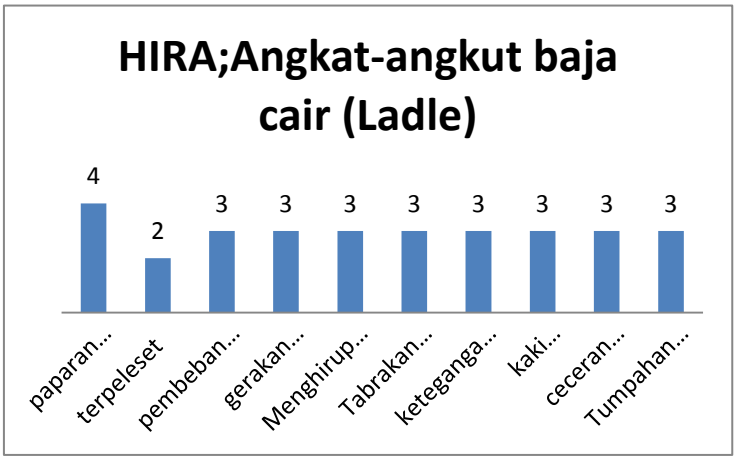
a) Penuangan baja cair kedalam ladle dan angkat-angkut baja cair menggunakan *ladle*

Hazard yang teridentifikasi berupa *(ER)* 18,75% berupa paparan panas baja cair yang langsung terken pada pekerja pada saat penuangan dan transportasi menggunakan ladle, tumpahan baja cair dengan suhu diatas 1200^0C ; *(MR)* pada terpeleset saat pross transportasi baja cair dan *(LR)* terpeleset penuangan baja cair dalam ladle sebesar 6,25% , sedangkan potensi lainnya *(HR)* 68,75 % diantaranya tabrakan antar pekerja, ketegangan tangan berlebih, kaki terpelosok pada cetakan, ceceran dan tumpahan baja cair.



Gambar 1. HIRA baja Cair

 ISBN: 978-602-70259-2-9

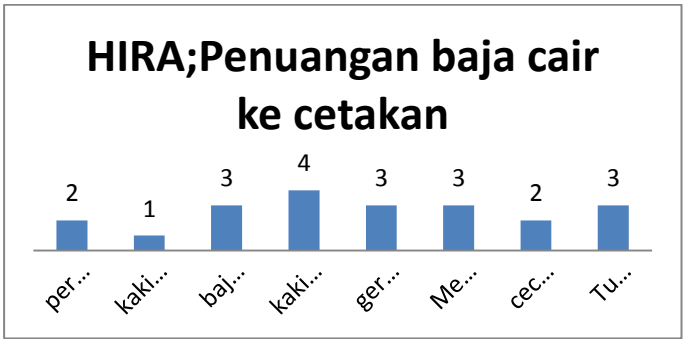


Gambar 2. HIRA Angkat Angkut Baja Cair

Pada gambar 1 terlihat bahwa paparan panas baja dan tumpahan baja cair menunjukkan nilai HIRA yang paling tinggi, karena kondisi ini dapat menyebabkan pekerja mengalami gangguan kesehatan, bila potensi ini terjadi maka akan menyebabkan kerugian material dan finansial yang tinggi disamping adanya cidera permanen maupun penurunan fungsi fisiologis tubuh. Paparan baja cair akan memberikan tambahan beban kerja sedangkan tumpahan baja cair dapat menyebabkan cidera permanen pada pekerja. Sedangkan, pada gambar 2, paparan baja cair mempunyai nilai tertinggi. Kondisi gambar 1 berupa proses penuangan baja cair kedalam *hand ladle* dari *ladle* besar, sedangkan pada gambar 2 adalah proses angkat-angkut baja cair menuju cetakan.

b) Penuangan baja cair kedalam cetakan dan preparasi bahan cetakan

Hazard teridentifikasi *(ER)* 9,09% pada kaki menginjak cetakan, *(LR)* 9,09% pada terpeleset saat penuangan baja cair, *(MR)* 27,27% pada cidera pada tubuh, luka bakar yang disebabkan karena percikan baja cair ke kaki, luka bakar atau cidera tubuh yang yang disebabkan karena ceceran baja cair, memar dan luka ringan yang disebabkan karena kaki terkena benda tumpul, sedangkan pada *(HR)* 54,55% pada aktivitas lain.



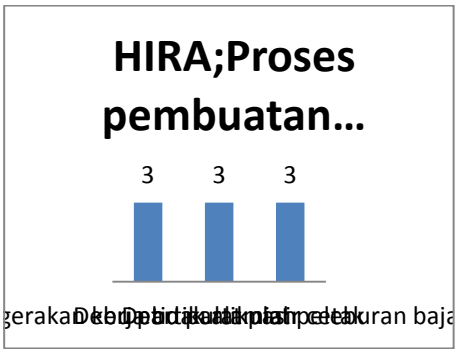
Gambar 3. HIRA penuangan baja Cair

Gambar 4. HIRA Preparasi Cetakan

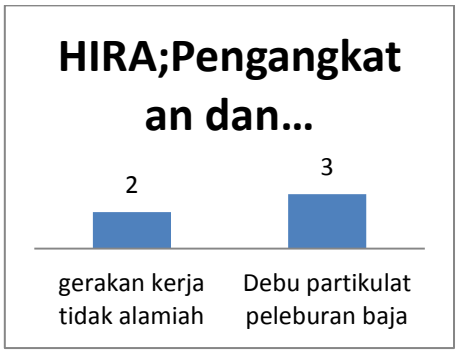
Gambar 3, menunjukkan bahwa kaki menginjak cetakan merupakan potensi yang paling besar diantara yang lainnya. pada lantai produksi atau dibagian stasiun pencetakan, pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri, sehingga kondisi ini yang memberikan kontribusi adanya nilai *hazard* yang tinggi. Pihak manajemen telah memberikan pengertian dan pemahaman terkait tidak menggunakan APD, namun pekerja lebih nyaman menggunakan sandal biasa dibanding harus menggunakan *safety shoes* yang telah ditentukan oleh perusahaan. Sanksi atau teguran atas kondisi ini tidak diberlakukan oleh manajemen perusahaan.

c) Pembuatan cetakan dan pengangkatan - penataan cetakan

Hazard yang teridentifikasi *(MR)* pada gerakan kerja tidak alamiah yang dapat menyebabkan keluhan muskuloskeletal sebesar 20%, sedangkan lainnya *(HR)* sebesar 80%.



Gambar 5. HIRA Pemb. Cetakan

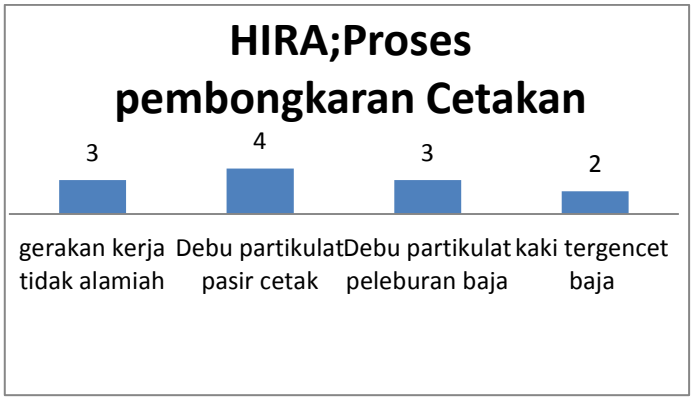


Gambar 6. HIRA Angakat-penataan Cetakan

Pada proses pembuatan cetakan berupa pasir hitam maupun pasir semen, serta pengangkatan cetakan (khusus pada proses pembuatan cetakan dengan pasir semen) ditemukan kondisi potensi bahaya berada pada level (*MR*), kondisi ini dipengaruhi oleh faktor adanya *lay-out* proses pencetakan yang berdekatan dengan tungku peleburan baja, sehingga beberapa debu partikulat yang keluar dari tungku induksi keluar ke udara bebas *indoor* perusahaan. Semua stasiun kerja termasuk stasiun pencetakan yang jaraknya paling dekat terkena dampak dari adanya partikel yang berterbangan secara bebas. Sampai dengan saat ini belum ada upaya untuk pengolahan debu partikulat logam hasil samping proses peleburan baja. Perlu dilakukan pengujian partikel debu tersuspensi (TSP/Debu) untuk melihat kondisi ambang batas berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

d) Proses pembongkaran cetakan

Hazard(ER) sebesar 25% pada debu partikulat pasir cetak yang berdampak pada gangguan pernafasan serta menyebabkan iritasi kulit tangan, *(MR)* sebesar 25% pada kaki tergencet baja berdampak pada cidera tubuh, sedangkan yang lainnya masuk pada *(HR)* sebesar 50%.



Gambar 6. HIRA Pembongkaran Cetakan

Pada gambar 6, dapat dlihat bahwa debu yang dihasilkan dari partikulat pasir cetak (bahan baku pasir hitam maupun pasir semen), mempunyai level HIRA yang cukup tinggi, kondisi ini cukup beralasan karena pekerja melakukan pembongkaran hasil cetakan atau padatan baja dengan menggunakan alat bantu manual berupa "*linggis*" khususnya pada cetakan pasir hitam. Kondisi ini menyebabkan debu pasir cetak kering berterbangan secara bebas, sehingga karena jarak yang sangat dekat dengan pekerja, maka debu langsung dihirup oleh pekerja. Perlu dilakukan pengujian debu yang terpapar langsung oleh pekerja dengan menggunakan alat *Personal Dust Sampler* (PDS) untuk membuktikan pengaruh debu terhadap pernafasan pekerja, atau besar debu yang dihirup oleh pekerja.

Secara umum nilai ambang batas debu di suatu perusahaan dibaca dari nilai debu *indoor* yang terukur, tidak mengukur nilai debu yang terpapar pada pekerja, sehingga kondisi ini yang sampai dengan saat ini masih perlu dibuktikan kebenarannya, dimungkinkan debu yang terpapar kepada pekerja lebih tinggi bila dibandingkan dengan debu *indoor* perusahaan, sehingga kondisi ini yang memberikan alasan nilai *level hazard* berada pada kategori *ekstrim*.

3. Stasiun Kerja Finishing dan *Storage*

a) Finishing ; bentuk, ukuran, pengecatan

Hazard yang teridentifikasi (ER) sebesar 14,29% pada menghirup resin bahan cat berdampak pada gangguan pernafasan, (MR) 14,29 pada tingkat kebisingan melebihi ambang batas yang bersumber dari operasi mesin Gerinda berdampak pada penurunan fungsi pendengaran. Sedangkan yang lainnya (LR) 28,57% pada Kaki atau tangan Terkilir, mata kemasukan gram yag bersumber dari operasi pada mesin bubut. Kategori (HR) sebesar 42,86% pada gerakan kerja tidak alamiah, tertimpa material baja.

b) Angkat-angkut (*Transportation*)

Proses pengangkatan material yang memiliki diameter kecil, biasanya menggunakan manual tangan pekerja, sehingga teridentifikasi beberapa gerakan kerja yang tidka alamiah masuk pada kategori (MR) dan potensi tertimpa material baja yang berdampak pada cidera permanen masuk pada golongan (HR).

Secara keseluruhan dari 76 *hazard* yang teridentifikasi berada pada *level Extreme Risk (ER)* 9,33%, *High Risk (HR)* 50,67%, *Moderate Risk (MR)* 32% dan *Low Risk (LR) 8%*. Kontribusi *hazard* paling dominan pada stasiun pencetakan. Kondisi ini beralasan karena paparan debu yag disebabkan oleh pasir cetak dan debu partikel kotoran baja yang menempel efek dari proses perubahan sifat cair menjadi padatan baja, serta adanya paparan panas pada pekerja akibat proses penuangan baja cair dalam ladle maupun kedalam cetakan. Tindakan pengendalian stasiun kerja pencetakan yang masuk pada kondisi *(ER)* adanya penanggulangan dalam waktu secepatnya berupa substitusi atau perbaikan metode kerja, dan menjadi prioritas atas semua perubahan kerja, pada kategori *(HR)* dilakukan pendekatan perbaikan yang melibatkan manajemen berupa evaluasi dan pengendalian teknis, sedangkan pada kategori *(MR)*Penanganan oleh manajemen terkait atau diperlukan evaluasi kerja dari kepala bagian pencetakan.

Resiko kerja terhadap beban biaya tidak langsung perusahaan.

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang tidak dapat diidefinikasikan secara langsung pada suatu proses tertentu atau output tertentu didasarkan pada konversi nilai *hazard* dan karakteristik resiko kerja (Nasution, 2005). Biaya tidak langsung mencakup biaya penurunan proses produksi, biaya kehilangan upah, biaya untuk melakukan training, biaya perbaikan kerusakan material dan peralatan.

Penilaian resiko dapat melalui identifikasi sumber bahaya, estimasi resiko yang mungkin terjadi, batasan-batasan stasiun kerja termasuk mesin dan disfungsi mesin (Tarwaka, 2010). Potensi bahaya (*Hazard*) adalah suatu kondisi atau keadaan pada suatu proses, alat, mesin, bahan atau cara kerja yang secara intrisik atau alamiah dapat menjadikan luka, cidera bahkan kematian pada manusia serta menimbulkan kerusakan pada alat dan lingkungan, sedangkan bahaya (*danger*) adalah suatu kondisi *hazard* yang terekspos atau terpapar pada lingkungan sekitar dan terdapat peluang besar terjadinya kecelakan atau *insident* (Vincoli, 2006) dengan metode teknik analisis yang bervariasi, *System hazard analysis* (SHA), *Fault Tree Analysis* (FTA), *Software hazard analysis* (SWHA), *Event Tree Analysis* (ETA).

Resiko kerja terhadap beban biaya services perusahaan

Biaya *services* adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan sebagai bentuk pelayanan prima kepada customer terkait produk yang dijual. Biaya services meliputi : biaya *scraping produk,* biaya pekerjaan ulang, ongkos-ongkos, biaya kegagalan (*failure costs*) (Nasution, 2005).

Perbaikan berdasarkan Jenis Pekerjaan (*Task*), Organisasi kerja dan lingkungan kerja

Menurut (Manuaba, 1992a,b) menyatakan bahwa delapan unsur dalam penyelesiaan masalah ergonomi, meliputi : energi atau status nutrisi (*nutrion*), pemanfaatan tenaga otot (*musculoskeletal*), Sikap kerja (*posture*), Kondisi Waktu (*time*), Kondisi Sosial (*social*), Kondisi Lingkungan (*environmental*), kondisi informasi (*information*), interaksi manusia dan mesin (*man-machine Interface*)

Perbaikan pada mekanisme kerja di stasiun pencetakan dapat berupa pengaturan ulang beban tugas tiap pekerja penggunaan alat bantu yang lebih ergonomis, seperti penggunaan *Ladle.* Ladle dibuat berdasarkan antropometri pekerja. Ladle dengan pengoperasian satu orang maupun dua orang dirancang selain menggunakan bahan yang kuat atau tahan terhadap panas baja cair, juga *handle* sebaiknya dirancang dengan memperhatikan beban minimal yang dialami oleh pekerja dengan mengatur pajang maksimal pegangan tangan dan tetap memperhatikan radiasi panas yang dipancarkan oleh baja cair yang ada dalam wadah ladle (susihono, 2014a). *Re-desain ladle* yang ergonomis merupakan tuntutan dalam evaluasi beban kerja khususnya pada industri pengecoran logam sistem dapur induksi di perusahaan X yang ada di Ceper-Klaten ini. Debu partikulat hasil samping peleburan baja cair berdampak pada kondisi kesehatan pekerja terutama pengaruh kapasitas vital paru, dengan nilai resiko (ER) sebaiknya pekerja perlu dilakukan uji kapasitas vital paru untuk mendeteksi kondisi ksehatan paru-paru pekerja agar tetap dalam kondisi yang sehat. Pekerja merupakan asset perusahaan "*human capital*" (Susihono, 2014a)

Perbaikan pada aspek fisiologis

Hasil penelitian terdahulu (susihono, 2004b) bahwa pada industri yang sama diperoleh rerata tingkat kelelahan kerja 76,43 ± 9,92, dengan pernyataan paling tinggi adalah merasa mengantuk, perasaan ingin berbaring, merasakan ada beban pada mata ; rerata tingkat kebosanan kerja 50,50 ± 5,29 dengan pernyataan paling tinggi sering berselisih dengan rekan sekerja mengenai masalah pekerjaan, yang dihadapi setiap hari ditempat kerja hanya *material sheet* sehingga terasa bosan, bila diminta bekerja lembur sering keberatan ; rerata tingkat kepuasan kerja 42,50 ± 5,93 dengan pernyataan paling tinggi berupa gaji yang di terima dibandingkan dengan beban kerja yang dikerjakan, kondisi kerja ditempat kerja, berkesempatan untuk melakukan pekerjaan yang berbeda-beda dari waktu ke waktu serta berkesempatan untuk mencoba metode kerja baru dalam melakukan pekerjaan, sehingga rekomendasi perbaikan berupa redesain fasilitas kerja, adopsi teknologi berupa re-desain *Ladle* yang ergonomis mempertimbangkan TTG, *lay out* kerja yang mempertimbangkan kemudahan dan efisiensi kerja, pengaturan waktu istirahat aktif. Kondisi ini sangat relefan dengan hasil yang tercantum pada penelitian ini dimana terdapat *level Extreme Risk (ER) 9,33%, High Risk (HR) 50,67%, Moderate Risk (MR) 32%.*

Perbaikan yang dilakukan dengan pendekatan ergonomi dilakukan secara bersamaan, sehingga dapat menghasilkan kondisi yang lebih baik seperti yang diharapkan. Permasalahan diidentifikasi secara bersama-sama sehingga keberhasilan maupun kegagalan yang dialami dapat dirasakan secara bersama-sama juga (Manuaba, 2004).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil identifikasi hazard yang terjadi pada industri pengecoran logam PT X Ceper, Klaten menunjukkan bahwa *dari 75 hazard yang teridentifikasi berada pada level Extreme Risk (ER) 9,33%, High Risk (HR) 50,67%, Moderate Risk (MR) 32% dan Low Risk (LR) 8%*.
2. Pada stasiun kerja Pencetakan mempunyai *hazard* paling tinggi atau dominan di industri pengecoran logam PT X Ceper, Klaten selain stasiun peleburan baja, karena paparan debu yag disebabkan oleh pasir cetak dan debu partikel kotoran baja yang menempel efek dari proses perubahan sifat cair menjadi padatan baja, serta adanya paparan panas pada pekerja akibat proses penuangan baja cair dalam ladle maupun kedalam cetakan.
3. Klasifikasi *hazard* pada aktifitas kerja dibagian pencetakan adalah proses penuangan baja cair kedalam ladle, paparan panas, tumpahan baja cair, penuangan baja cair kedalam cetakan, kaki menginjak cetakan, debu partikel saat pembongkaran cetakan masuk pada kategori *(ER).* Aktivitas angkat-angkut baja cair berada di level (*HR*), sedangkan proses preparasi bahan cetakan, pembuatan cetakan, proses pengangkatan dan penataan cetakan berada pada level (*MR*) dan *(HR).*
4. Tindakan pengendalian yang sebaiknya dilakukan berdasarkan hasil identifikasi *hazard* di stasiun kerja pencetakan pada (*ER*) harus dilakukan penanggulangan dalam waktu secepatnya berupa substitusi atau perbaikan metode kerja, dan menjadi prioritas atas semua perubahan kerja, pada (*HR*) dibutuhkan pendekatan dari manajemen berupa evaluasi dan pengendalian teknis berupa pelatihan maupun pengarahan kerja untuk memperoleh mekanisme kerja yang lebih baik, pada (*MR*) diperlukan evaluasi kerja dari kepala bagian terkait.
5. Usulan perbaikan sebagai upaya penurunan level hazard yang teridentifikasi pada pengecoran logam PT X Ceper, Klaten berupa perbaikan mekanisme atau metode kerja terutama pada stasiun pencetakan dengan memperhatikan aspek jenis pekerjaan (*task*), organisasi dan lingkungan sekitar, serta perbaikan kondisi lingkungan kerja dengan modifikasi alat penghisap debu yang *portable*, sedangkan panas yang diakibatkan dari efek radiasi panas pada pekerja saat membawa baja cair adalah dengan melakukan modifikasi *tools* yang ergonomis dan nyaman.

Saran

1. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan, sehingga beberapa usulan perlu untuk diwujudkan dalam kontribusi nyata di perusahaan, mengingat kondisi lingkungan berupa debu sangat menganggu pekerja.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menguatkan identifikasi pada level *(ER)* seperti pada kondisi debu *indoor* sehingga secara obyekif data pendukung dapat diperoleh sebagai penguat atas hasil identifikasi *hazard* di awal penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Grandjean. E. (2000). *Fitting The Tasks to The Man*. A Textbook Of Occupational Ergonomics. London: Taylor and Francis.

Kroemer. K.H.E, dan Grandjen. E. (2000). *Fitting The Tasks To The Human: A Textbook Of Occupational Ergonomics*. 5th edition. U.K:Taylor and Francis

Kroemer. K.H.E. (2009). *Workload and Stress. In Fitting the Human, Introduction to ergonomics*. USA: Taylor and Francis. P235-245

Manuaba, A. (2004). *Pendekatan Ergonomi Holistik Satu Keharusan Dalam Otomasi Untuk Mencapai Proses Kerja Dan Produk Yang Manusiawi, Kompetitif Dan Lestari*. Makalah. Dipresentasikan pada Seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi Ergonomi dalam Industri, Forum Komunikasi Teknik Industri Yogyakarta dan Perhimpunan Ergonomi Indonesia. Yogyakarta.

Manuaba, A. (1992). "Penerapan ergonomi untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan produktivitas; Materi Seminar K3 dengan Tema Melalui pembudayaan K3 kita tingkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia". *Bunga rampai Ergonomi*. Vol 1. Denpasar. Program Studi Ergonomi Fisiologi kerja. Universitas Udayana

Manuaba, A. (1992). "Upaya pembudayaan ergonomi di PTP XXI-XXXII; Materi seminar Membudayakan Ergonomi di Pabrik Gula PTP XXI-XXII Surabaya". *Bunga rampai Ergonomi*. Vol 1. Denpasar. Program Studi Ergonomi Fisiologi kerja. Universitas Udayana

Nasution, A.H. (2005). *Manajemen Industri. CV Andi Offset*. Yogyakarta. Hal 32-334

Pulat. B.M. (1992). *Fundamentals of industrial ergonomics*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersy

Ramli, Soehatman. (2010). *Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta: Dian Rakyat.

Susihono, Wahyu. (2013). "Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan Identifikasi Potensi Bahaya Kerja: Studi Kasus Di PT Ltx Kota Cilegon- Banten". *Jurnal Spektrum Industri*. Vol. 11-No. 2. Hal ; 117 – 242. ISSN : 1963-6590

Susihono, Wahyu. (2014). "Evaluasi Beban Kerja dan Keluhan Muskuloskeletal Pekerja di Perusahaan Pengecoran Logam X Sistem Dapur Induksi". *Proceeding Industrial Engineering National Conference*. Program Studi Teknik Industri-FT Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hal; 91-98. ISSN 2337-4349.

Susihono, Wahyu. (2014). "Analisis Kelelahan Kerja, Kebosanan Kerja, Kepuasan Kerja Sebagai Dasar Rekomendasi Perbaikan Fisiologis Pekerja". *Proceeding Industrial Engineering National Conference*. Program Studi Teknik Industri-FT Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hal; 99-105. ISSN 2337-4349.

Tarwaka. (2010). *Ergonomi Industri; Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi Di Tempat Kerja*. Ed[1] Cet 1. Harapan Press Solo. ISBN 9789791814416.

Vincoli. J.W. 2006. *Basic Guide to System Safety2nd ed*. New Jersy.Canada: Wiley Interscience.

ERGONOMICS APPROACH ANALYSIS SEBAGAI DASAR IDENTIFIKASI DAN PERBAIKAN KONDISI KERJA PADA INDUSTRI PENGECORAN LOGAM SISTEM DAPUR INDUKSI (STUDI KASUS DI PT. X CEPER, KLATEN)

Wahyu Susihono
Program Pascasarjana Program Studi Ilmu Kedokteran Universitas Udayana Denpasar
Email: pmy_wahyu@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Permasalahan yang timbul pada suatu aktivitas proses produksi mulai dari persiapan bahan baku sampai dengan finishing produk, terutama pada industri yang bergerak pada pengecoran logam skala menengah kebawah, membutuhkan evaluasi yang tepat dalam mengidentifikasi berbagai permasalahan ergonomi yang ada di lantai produksi. Permasalahan ergonomi diidentifikasi berdasarkan dari suara pekerja. Perbaikan kondisi kerja berbasis suara pekerja (bottom up) memberikan dampak kesuksesan yang lebih tinggi dibanding proses top down. Setiap aktivitas suatu industri mempunyai permasalahan yang berbeda-beda, sehingga perlu pendekatan analisis ergonomi yang komprehensif.Penelitian ini merupakan kajian pendahuluan yang mengeksplorasi permasalahan pada industri pengecoran logam di PT. X Ceper, Klaten model dapur Induksi dengan menggunakan pendekatan 8 aspek kajian ergonomi yang meliputi Energy atau nutrion, Use of Muscle, Body Posture, Work Environment, Time Condition, Socio-Cultural, Information, Human-Machine Interface. Penyataan negatif dari subjek (-) dirubah menjadi pernyataan positif (+) untuk memperoleh alternatif solusi terhadap permasalahan ergonomi yang ada di lantai produksi.Hasil menunjukkan bahwa beberapa dari pernyataan positif (+) atas permasalahan yang menjadi prioritas adalah perlu adanya perancangan ulang ladle yang ergonomis; Use of muscle and Human-machine interface, Penambahan alat penangkap debu atau partikel; Work environment, pemasangan fan untuk menurunkan suhu ruangan dan melancarkan sirkulasi udara di ruang lantai produksi khususnya di stasiun pencetaan; Work environment, Penyediaan display atau papan informasi untuk mengetahui target tiap periode kerja; Information. Jika permasalahan yang sudah diungkap kemudian diselesaikan sebagai upaya perbaikan kondisi kerja, maka akan berdampak pada perbaikan aspek fisiologis pekerja, kualitas lingkungan, kualitas hidup pekerja.

***Kata kunci**: Ergonomics, Kondisi Kerja, Dapur Induksi*

PENDAHULUAN

Permasalahan yang muncul pada suatu aktifitas di lantai produksi khususnya pada industri kelas menengah kebawah sangat komplek, mulai dari pengelolaan manajemen yang masih tradisional sampai dengan adopsi teknologi yang masih minim. Kebutuhan terhadap penerapan kondisi ideal sebuah perusahaan yang sehat masih perlu didukung oleh berbagai pemangku kebijakan. Pada umumnya orientasi perusahaan baru sebatas penenuhan keuntungan, belum sampai kepada penerapan "*services product*". Perhatian terhadap keselamatan dan kesehatan kerja karyawan masih jauh dari kondisi ideal. Seperti halnya pada aktifitas pengecoran logam di perusahaan X yang beroperasi menggunakan dapur Induksi sampai dengan saat ini masih membutuhkan evaluasi pada aktivitas pekerja mulai dari penerapan SOP sampai dengan perbaikan metode kerja dan penggunaan *tools* kerja. Kondisi lain yang juga menjadi perhatian adalah adanya lingkungan kerja yang masih terdapat adanya limbah pasir hitam dan pasir putih berupa *partikulat* atau debu halus pada aktivitas pembongkaran hasil cetakan, serta kondisi paparan panas pada pekerja yang ditimbulkan dari proses pengecoran logam menggunakan dapur induksi (Susihono, 2014a,b).

Ergonomi menawarkan pendekatan secara Sistemik, Holistik dan lintas disiplin ilmu (*interdisipliner*) serta pendekatan partisipatori yang dikenal dengan kajian SHIP yang pada akhirnya keinginan dan kebutuhan dapat dicari prioritas solusinya (Sutjana, 1996; Adiputra 1997). Ergonomi erat hubungannya dengan biaya kecelakaan dan cidera akibat kerja (Manuaba, 1992b). Terdapat delapan unsur dalam penyelesiaan masalah ergonomi, meliputi : energi atau status nutrisi (*nutrion*), pemanfaatan tenaga otot (*musculoskeletal*), Sikap kerja (*posture*), Kondisi Waktu (*time*), Kondisi Sosial (*social*), Kondisi Lingkungan (*environmental*), kondisi informasi (*information*), interaksi manusia dan mesin (*man-machine Interface*) (Manuaba, 1992a,b). Permasalahan diidentifikasi secara bersama-sama untuk memperoleh keberhasilan yang dapat dirasakan secara bersama-sama (Manuaba, 2004; Sutjana, 2005). Sedangkan pada aspek perancangan desain harus mempertimbangkan Teknologi Tepat Guna, menurut

(Manuaba, 2004) harus masuk pada kriteria: a) secara teknis, b)ekonomis, c)ergonomis, d)Sosio-Kultural, e)hemat energi, f)ramah Lingkungan, g)Trendi.

Perbaikan kondisi kerja sebaiknya mengarah kepada perbaikan kualitas hidup kerja. Pekerja tidak dipandang sebagai suatu komponen yang parsial dalam manajemen perusahaan. Pekerja adalah "*human capital*", yang merupakan *asset* yang bernilai tinggi di perusahaan, perbaikan yang berbasis pada aspek fisiologis pekerja menjadi faktor utama atau dominan. Berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kualitas kesehatan pekerja harus di identifikasi secara lengkap untuk memperoleh gambaran hubungan antara kondisi kesehatan pekerja dengan faktor lingkungan sekitar.

Permasalahan pada industri pengecoran logam di PT X Ceper-Klaten perlu dilakukan diidentifikasi dengan menggunakan pendekatan 8 Aspek ergonomi (Manuaba, 2004; Sutjana 2005), sehingga dapat diketahui permasalahan yang dominan untuk dicarikan alternatif penyelesaian sebagai upaya perbaikan kondisi kerja yang ada di lantai produksi. Penelitian ini merupakan penelitian awal yang rekomendasi akhirnya akan memfokuskan pada perbaikan aspek fisiologis pekerja, kualitas lingkungan kerja serta kualitas hidup pekerja.

TUJUAN PENELITIAN

6. Untuk mengetahui faktor yang menjadi penyebab terjadinya permasalahan yang ada pada industri pengecoran logam di PT X Ceper-Klaten sistem tungku induksi.
7. Untuk mengetahui stasiun kerja yang paling dominan dan urgen atau menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan kerja berdasarkan hasil kajian delapan aspek ergonomi.
8. Dari stasiun kerja yang paling dominan (point b), prioritas tindakan yang sebaiknya dilakukan guna menyelesaikan permasalahan yang ada.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan *observasional* dan analisis *deskriptif*. Permasalahan yang ada pada industri pengecoran logam di PT. X Ceper, Klaten model dapur Induksi diidentifikasi secara bersama-sama melibatkan karyawan dan pihak manajemen perusahaan dengan menggunakan pendekatan 8 aspek kajian ergonomi yang meliputi *Energy, Use of Muscle, Body Posture, Work Environment, Time Condition, Socio-Cultural, Information, Human-Machine Interface.* Penyataan negatif dari subjek (-) yang merupakan pernyataan permasalaan dirubah menjadi pernyataan positif (+) untuk memperoleh alternatif solusi atau tindakan terhadap permasalahan ergonomi yang ada di lantai produksi.

Waktu dan Tempat penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada bulan Februari s/d Maret tahun 2014 di industri pengecoran logam PT X di Ceper-Klaten sistem dapur induksi. Perusahaan ini dipilih dengan alasan peruahaan ini merupakan perusahaan pengecoran logam yang tergolong tua, berdiri sejak tahun 1968, produk yang dihasilkan sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) sehingga menjadi rujukan oleh industri lainnya yang sejenis. Merupakan industri kecil nasional terbaik yang telah meraih penghargaan berupa prestasi KENCANA dan penghargaan UPAKARTI dari presiden Republik Indonesia sebagai pengembang jasa *prototype* pada skala kecil dan industri kerajinan. Sebagai perusahaan yang memiliki komitmen untuk tetap melanggengkan atau keberlanjutan usaha pengecoran logam

Observasi Awal dan Observasi kedua

Observasi dilakukan untuk memperoleh gambaran terkait dengan manajemen perusahaan yang dilakukan berupa waktu kerja, waktu istirahat, pengupahan, *safety*, penggunaan tungku produksi, pengolahan limbah sisa buangan proses produksi, tahapan proses penyelesaian produk, keterkaitan antara stasiun kerja satu dengan stasiun kerja yang lainnya. Observasi Awal dilakukan oleh Peneliti didampingi dengan pihak Manajemen Perusahaan yang bertujuan untuk mengetahui dan menginventarisir beberapa informasi dan permasalahan yang muncul secara umum, sedangkan Observasi kedua dilakukan oleh pekerja yang telah ditunjuk oleh Pihak Manajemen sebanyak 19 orang, untuk melakukan inventarisasi berbagai persoalan yang dihadapi secara langsung oleh pekerja pada tiap harinya.

Tahapan Pengumpulan Data ; Pendekatan Ergonomi (*Ergonomics Approach Analysis)*

Tahapan pengumpulan data untuk memperoleh gambaran permasalahan yang ada di lantai produksi industri Pengecoran logam PT X Ceper Klaten dengan 4 langkah pelaksanaan, meliputi penjelasan dan diskusi awal, *Focus Group Discussion* (FGD), *Role Play*, Observasi Lapangan.

Penjelasan dan Diskusi Awal

Penjelasan awal dilakukan oleh manajemen perusahaan dan peneliti untuk memberikan pemahaman secara bersama-sama terkait maksud dan tujuan diadakan kegiatan penelitian ini, sehingga keterlibatan semua pihak dapat optimal. Diskusi awal diisi dengan *ice breaking* dan pemberian gambaran mekanisme aktifitas yang akan dijalankan serta data yang harus di kolektif.

1. Focus Group Discussion (FGD)

FGD difokuskan pada eksplorasi permasalahan yang dihadapi oleh pekerja pada tiap harinya. Peserta dibagi menjadi 4 kelompok, dan tiap peserta dalam kelompok menyampaikan pendapatnya. Pernyatan kemudian diinventarisir dan dilakukan *NGT* guna memperoleh rangking permasalahan yang ada.

2. Role Play

Setiap peserta diwajibkan memberikan sumbang saran, berupa penyampaian permasalahan sesuai dengan persepsi individu dan lingkungan sekitarnya, permasalahan berupa pernyatan negatif (-), kemudian pada kahir proses, pernyataan (-) dirubah menjadi pernyataan positif (+) untuk memperoleh gambaran alternatif solusi atau tindakan yang sebaiknya dilakukan.

Untuk memudahkan dalam melihat permasalahan, serta menentukan faktor-faktor yang berpengaruh pada karakteristik tiap permasalahan, setiap kelompok membuat diagram tulang ikan (*fish bone diagram*) yang dikenalkan oleh Kaoru Ishikawa (1943) dengan pedoman 4M+E (*Material, Machine, Man, Method, Environmental)*.

Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan oleh semua peserta dalam waktu yang bersamaan, peserta diharapkan dapat langsung mengidentifikasi permasalahan yang ada di lantai produksi dan melengkapi permasalahan yang belum tercatat. Observasi lapangan ini menjadi sangat penting karena selain dapat melengkapi masalah yang belum terungkap, juga dapat berinteraksi dengan pekerja lainnya yang berada di lapangan, sehingga kontribusi antara pekerja yang tidak terlibat dalam kelompok FGD dapat lebih komunikatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Energi atau Status Nutrisi (Energy/Nutrion)

Sebagai sumber energi berupa makanan atau nutrisi dari seseorang yang bekerja untuk menyelesaikan pekerjaan. Pekerjaan pada industri pengecoran logam masuk pada kategori sedang sampai dengan berat, sehingga jumlah energi yang dikeluarkan harus seimbang terhadap asupan makanan atau minuman yang diberikan kedalam tubuh guna pemulihan tenaga yang hilang saat bekerja, dan pekerja tetap dalam kondisi sehat dan aman. Perusahaan sudah menyediakan minuman berupa air mineral.

Pernyataan (-) ; dibutuhkan air tambahan selain air minereal yang mengandung kalori lebih, dibutuhkan makanan yang seimbang terhadap besar kalori yang hilang dalam tubuh. Pernyataan (+); Pemberian asupan gizi atau nutrisi berupa air teh manis dengan takaran tertentu, sebagai alternatif juga dapat diberikan air minum seperti kelapa muda atau air yang mengandung isotonik (Atmaja, 2009), Pemenuhan kebutuhan kalori dengan memilih menu makanan yang seimbang, dapat disediakan langsung pada kantin perusahaan sehingga kecukupan kalori dapat dikontrol. Dampak perbaikan; Beban Kerja menurun, Kesehatan pekerja meningkat

Tenaga otot (Use of Muscle)

Sebagai usaha untuk menekan stres pekerjaan, diupayakan gerakan yang alamiah. Penggunaan tenaga otot antara lain pada aktifitas; a)memasukkan bahan tambahan kedalam tungku atau dapur induksi, b)inspeksi mutu baja cair, c)distribusi baja cair kedalam cetakan menggunakan ladle, d)penuangan baja cair kedalam cetakan, e)proses preparasi cetakan, f)proses pembuatan cetakan, g)proses pengangkatan dan penataan cetakan, h)proses pembongkaran cetakan, i)proses finishing.

Pernyataan (-); Terjadi ketegangan otot tangan dan punggung pada saat pengangkatan baja cair, panjang *handle* pada *ladle* bervariatif, terjadi paparan panas pada tubuh pada saat distribusi baja cair menggunakan *ladle*. Pernyataan (+); Perancangan *ladle* yang ergonomis, perancangan panjang *handle* yang antropometris. Dampak perbaikan ; Menurunnya beban Kerja, keluhan muskuloskeletal, Kelelahan kerja.

Sikap Tubuh (Body Posture)

Sikap tubuh berhubungan dengan aspek pembebanan dan kesehatan kerja, sikap tubuh yang terjadi berupa jongkok, membungkuk dengan posisi kaki menekuk dengan waktu yang relatif lama ditemukan pada pekerja di stasiun pencetakan, terjadi potensi rasa sakit berupa nyeri pinggang, punggung dan anggota tubuh lainnya.

Pernyataan (-) ; terjadi kelelahan kerja, ditemukan gerakan yang belum alamiah, adanya gerakan kerja yang tidak efektif (*in-efektif*) pada saat proses pencetakan. Pernyataan (+); Perlu pengaturan mekanisme kerja baru. Dampak perbaikan ; menurunnya keluhan muskuloskeletal dan kelelahan kerja, adanya SOP kerja baru yang mempertimbangkan sikap tubuh yang lebih ENASE

Lingkungan Kerja (Work Environment)

Pekerja menghirup partikel debu yang berasal dari efek hasil samping proses pembongkaran hasil cetakan dan peleburan baja. Paparan panas yang berasal dari radiasi baja cair, pengaruh panas yang merambat di dinding atau tembok. Kondisi lingkungan berupa panas radiasi dan debu menyebabkan adanya beban tambahan secara fisik dan mental kepada pekerja.

Pernyataan (-); Dibutuhkan alat yang dapat menangkap debu atau partikel. Pernyataan (+); Penambahan alat penangkap debu atau partikel gas berupa ; a)*Dust Collector* untuk tungku jenis induksi, b)Penangkap debu jenis silikon, c)Penangkap debu dengan penukar panas dan kantong saringan. Dampak perbaikan; Menurunkan beban kerja dan limbah debu *indoor*, menaikkan kapasitas vital paru pekerja

Kondisi Waktu (Time Condition)

Pengaturan pola kerja, waktu kerja, waktu istirahat, waktu libur. Melakukan aktifitas kerja selama 6 hari kerja efektif, bekerja mulai pukul 08.00 sd 16.00 dengan waktu istirahat 1 jam pada siang hari. Istirahat aktif akan berdampak pada pemulihan energi dan pengurangan beban kerja. Belum ada pengaturan istirahat aktif, sering terjadi istirahat curian. Pada aktivitas pengankutan baja cair untuk dituang pada cetakan, ditemukan kondisi pengorganisasian penuangan yang belum standar sehingga waktu proses penyelesaian aktivitas sangat bervariasi.

Pernyataan (-) ; Belum ada waktu istirahat aktif, istirahat siang jam 12.00 – 13.00 tidak sesuai dengan waktu ibadah. Pernyataan (+); Pengaturan waktu istirahat aktif, Pengaturan ulang jam istirahat siang menjadi 11.30 s/d 12.30. Dampak perbaikan ; Kepuasan kerja karyawan meningkat, penurunan beban kerja dan Kelelahan kerja karyawan.

Kondisi Sosial (Socio-Cultural)

Budaya kerja, interaksi antar pekerja, interaksi dengan masyarakat di lingkungan tempat tinggal, interaksi dengan keluarga, interaksi antar perusahaan berupa asosiasi pekerja. Belum adanya pemberian penghargaan (*reward*) dari perusahaan terhadap pekerja yang berprestasi. Merupakan suatu wilayah industri pengecoran logam yang keberadaanya telah cukup lama atau turun temurun. Industri pengecoran logam yang ada di Ceper klaten rata-rata merupakan perusahaan keluarga, mulai dari direksi sampai dengan top manajemen masih mempunyai jalinan persaudaraan. Budaya penggunaan APD pada saat dilingkungan perusahaan maupun pada saat bekerja masih minim bahkan diabaikan, kondisi ini juga terjadi pada industri sejenis lainnya.

Pernyataan (-) ; tidak ada sanksi atau teguran bila tidak menggunakan APD saat melakukan aktivitas kerja, APD yang ada dianggap sebagai perangkat tambahan dan tidak nyaman bila dipakai. Pernyataan (+); Penggunaan APD dengan desain yang memperhatikan nilai (*value*) budaya yang ada di masyarakat. Dampak perbaikan ; keselamatan kerja lebih terjamin, biaya tidak langsung (*indirect cost*) yang diebabkan karena kecelakaan atau hazard menurun.

Kondisi Informasi (Information)

Komunikasi pekerja dengan pimpinan. ketertiban organisasi kerja. Kondisi informasi yang berkaitan dengan jadwal dan target harian belum dilakukan secara baik, Belum ada *display* yang dapat membantu dalam penyampaian informasi aktivitas pekerjaan dan target kerja tiap periode dengan memperhatikan ukuran *display* yang mudah dibaca pada jarak tertentu oleh pekerja.

Pernyataan (-) ; Belum ada suatu aktivitas atau kegiatan yang dapat meningkatkan motivasi dan komunikasi antar pekerja dengan atasan, sehingga informasi yang diperoleh tiap pekerja terbatas. Belum ada seminar atau penyuluhan yang berkaitan dengan konsep ergonomi. Belum ada informasi target pekerjaan tiap periodenya yang terpasang secara terbuka. Pernyataan (+); Perlu penyuluhan kerja tentang

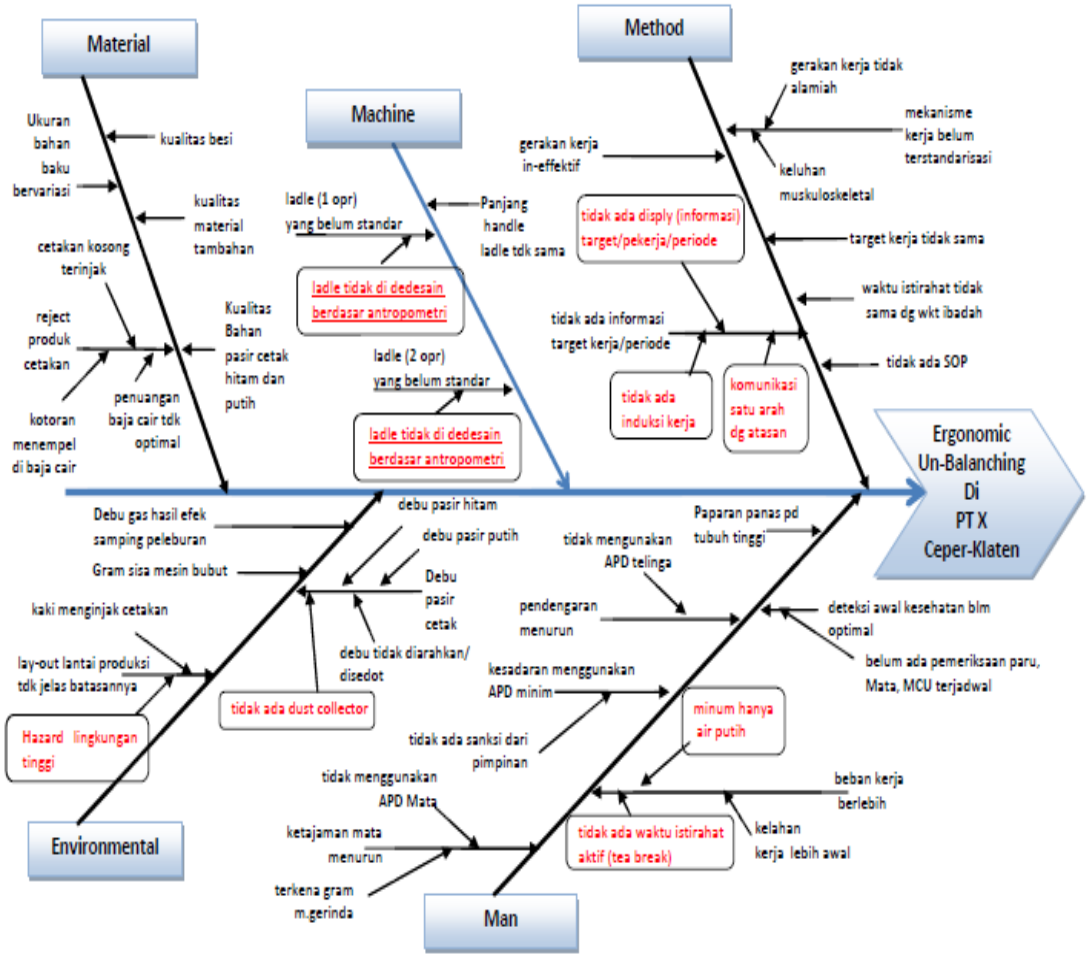
ergonomis, penyediaan papan informasi untuk mengetahui target periode kerja. Dampak perbaikan:peningkatan kepuasan kerja, kemudahan penyampaian informasi dan motivasi kerja, perubahan sikap dan kesadaran kerja menuju persepsi kerja yang lebih ergonomis dan sehat, kebosanan kerja menurun.

Interaksi Manusia-Mesin (Human-Machine Interface)

Berbagai jenis pekerjaan (*task*) yang ada di lantai produksi PT X berupa : pekerja dengan tungku induksi, pekerja dengan *tools* pembuat cetakan, pekerja dengan *ladle*. Pekerja dengan mesin finishing.

Pernyataan (-) ; Beberapa *tools* kerja membutuhkan perancangan yang lebih nyaman dan aman untuk digunakan. Perlu evaluasi prosedur kerja pada aktivitas penggunaan *tools* kerja terutama pada stasiun pencetakan. Pernyataan (+); Peninjauan ulang utilitas mesin atau alat dan pengantian mesin dengan tingkat efektifitas penggunaan yang rendah. Desain alat kerja terutama *ladle*, dirancang memenuh kaidah kenyamanan kerja. Adanya prosedur kerja yang terstandarisasi. Dampak perbaikan ; Desain *tools* kerja yang lebih ergonomis, Pengurangan keluhan muskuloskeletal, kelelahan kerja dan paparan panas pada pekerja.

Diagram Ishikawa



Gambar 1. Diagram Ishikawa Industri Pengecoran logam sistem tungku induksi di PT X

Kondisi yang mempengaruhi adanya ketidak seimbangan (*ergonomic un-balanching*) di Industri Pengecoran logam di PT X Ceper-Klaten antara lain adalah adanya faktor :

1. Mesin (Machine)

Ladle atau alat pengangkut baja cair tidak didesain berdasarkan kaidah antropometri, sehingga beban yang dialami oleh pekerja satu dengan yang lainnya berbeda yang ditentukan oleh panjang pegangan ladle, ukuran diameter *handle* serta mekanisme atau cara pengoperasian *ladle* dari tiap pekerja.

2. Metode Kerja (Method)

Tidak adanya *display* atau papan informasi yang berkaitan dengan target dan tugas pada tiap periodenya akan mengakibatkan proses penyelesaian pekerjaan yang berbeda-beda dari tiap pekerja, tidak adanya induksi kerja pada tiap pagi akan berdampak pada tidak adanya interaksi antara atasan maupun sesama pekerja, sehingga metode kerja yang benar hanya diketahui oleh beberapa pekerja, sedangkan metode kerja yang salah atau tidak alamiah akan berjalan secara terus-menerus. Kondisi ini tentunya merugikan pekerja dan perusahaan. Interaksi atau komunikasi satu arah dengan atasan berdampak pada penangguhan masukan perbaikan, bekerja berbasis *corrective* bukan *preventive*.

3. Manusia (Man)

Tidak adanya waktu istirahat aktif atau istirahat di sela-sela melaksanakan aktifitas pekerjaan berdampak pada adanya beban kerja berlebih, minuman yang dikonsumsi oleh pekerja berupa air putih perl ditingkatkan dengan minuman yang mengandung kalori yang lebih tinggi seperti minuman isotonik, teh manis dengan penambahan gula tertentu, air kelapa muda dengan volume tertentu.

4. Lingkungan (Environmental)

Kondisi *layout* pada lantai produksi yang tidak terlihat jelas batasan antara stasiun satu dengan yang lainnya serta tidak adanya tanda jalan boleh dan tidaknya untuk dilewati dan keberadaan tiap stasiun kerja yang berdekatan seperti stasiun penempatan bahan baku, stasiun peleburan dan stasiun pencetkan ; memberikan pengaruh kepada pekerja baru maupun pengunjung tidak berjalan pada area aman yang berdampak pada *hazard* lingkungan menjadi tinggi. Adanya debu hasil samping pembongkaran cetakan hitam dan cetakan putih serta beberapa partikulat debu baja yang berterbangan di lingkungan *indoor* perusahaan berdampak pada kondisi kesehatan pekerja menurun.

KESIMPULAN

6. Faktor yang menjadi penyebab terjadinya permasalahan yang ada pada industri pengecoran logam di PT X Ceper-Klaten sistem tungku induksi yang di identifikasi dengan menggunakan diagram ishikawa adalah berupa a)*Machine*; *Tools* belum dirancang berdasarkan kaidah antropometri, b)*Method*; belum ada SOP sehingga proses penyelesaian pekerjaan yang variatif, belum ada motifasi kerja secara terjadwal, interaksi antar pekerja belum maksimal, c)*Man*; belum ada pengaturan waktu istirahat aktif dan pemberian minum yang lebih cepat memulihkan tenaga. d)*Environmental*; debu hasil samping pembongkaran cetakan hitam dan cetakan putih terbang bebas di udara *indoor* perusahaan.
7. Stasiun kerja yang paling dominan dan *urgent* menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan kerja berdasarkan hasil kajian delapan aspek ergonomi adalah pada stasiun Kerja Pencetakan, karena aktivitas pekerjaan yang teridentifikasi berupa: a)*Human-Machine Interface* and b)*Use of Muscle*; membutuhan *re-design ladle* untuk membawa baja cair, c)*Gizi*; memerlukan evaluasi terhadap kebutuhan kalori berupa pemberian minum untuk memulihkan stamina, d)*Body Posture*; terdapat gerakan *in-effektif* dan tidak alamiah, e)*Time Condition*; belum ada pengaturan waktu istirahat aktif, f)*Information condition*; terjadi komunikasi satu arah.
8. Prioritas tindakan yang sebaiknya dilakukan guna menyelesaikan permasalahan pada stasiun pencetakan adalah perlu adanya perancangan ulang ladle yang ergonomis, perbaikan lingkungan kerja terutama upaya pengurangan kondisi debu sebagai efek proses pembongkaran cetakan pasair hitam dan pasir putih, perlu adanya papan informasi target tiap periode kerja sebagai kemudahan dan kelancaran dalam penyampaian informasi kepada pekerja.

PUSTAKA

Adiputra, I.N. (1992). *Beban kerja tari Bali baris modern dan pengaruhnya terhadap parameter fisiologis tubuh. Disertasi*. Universitas Airlangga. Surabaya.

Adiputra, I.N.1998. *Metodologi ErgonomicMonograf*. Program Pascasarjana Univeritas Udayana. Denpasar,Bali.

Atmaja,I.M. (2009). *Pemberian Minuman Air Kelapa Muda Lebih Cepat Memulihkan Denyut Nadi daripada Pemberian Minuman Isotonic dan Teh Manis pada Pesilat Siswa SSMP Dwijendra Denpasar*. Thesis-Program Magister Prodi Fisiologi Olahraga Program Pascasarjana UNUD. Bali.

Grandjean. E. (2000). *Fitting The Tasks to The Man*. *A Textbook of Occupational ergonomics*. London: Taylor and Francis.

Kroemer. K.H.E, dan Grandjen. E.2000. *Fitting The Tasks to The Human: A Textbook of Occupational ergonomics*. 5th edition. U.K:Taylor and Francis.

Kroemer. K.H.E.2009. *Workload and Stress. In Fitting the Human, Introduction to ergonomics*. USA: Taylor and Francis. P235-245.

Manuaba, A. (2004). Pendekatan Ergonomi Holistik Satu Keharusan Dalam Otomasi Untuk Mencapai Proses Kerja Dan Produk Yang Manusiawi, Kompetitif Dan Lestari. *Makalah*. Dipresentasikan pada Seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi Ergonomi dalam Industri, Forum Komunikasi Teknik Industri Yogyakarta dan Perhimpunan Ergonomi Indonesia. Yogyakarta.

Manuaba. A. (1992). "Upaya pembudayaan ergonomi di PTP XXI-XXXII; Materi seminar Membudayakan Ergonomi di Pabrik Gula PTP XXI-XXII Surabaya".*Bunga rampai Ergonomi*. Vol 1. Denpasar. Program Studi Ergonomi Fisiologi kerja. Universitas Udayana

Manuaba. A. (1998). *Bunga rampai Ergonomi*. Vol II. Denpasar. Program Studi Ergonomi Fisiologi kerja. Universitas Udayana

Manuaba, A. (1992). "Penerapan Ergonomi untuk Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia dan Produktivitas; Materi Seminar K3 dengan Tema Melalui Pembudayaan K3 Kita Tingkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia". *Bunga Rampai Ergonomi*. Vol 1. Denpasar. Program Studi Ergonomi Fisiologi kerja. Universitas Udayana.

Susihono, Wahyu. (2014). "Evaluasi Beban Kerja dan Keluhan Muskuloskeletal Pekerja di Perusahaan Pengecoran Logam X Sistem Dapur Induksi". *Proceeding Industrial Engineering National Conference*. Program Studi Teknik Industri-FT Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hal; 91-98. ISSN 2337-4349.

Susihono, Wahyu. (2014). "Analisis Kelelahan Kerja, Kebosanan Kerja, Kepuasan Kerja Sebagai Dasar Rekomendasi Perbaikan Fisiologis Pekerja". *Proceeding Industrial Engineering National Conference*. Program Studi Teknik Industri-FT Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hal; 99-105. ISSN 2337-4349.

KERANGKA PENGUKURAN KESIAPAN PENDIRIAN UNIVERSITY SPIN-OFFS: STUDI KASUS

Rina Wiji Astuti[1], Yuniaristanto[2] , Wahyudi Sutopo[3]
[1]Asisten Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[2]Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[3]Grup Riset Rekasaya Industri dan Tekno Ekonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia
Email: [1]rinwijia@gmail.com, [2]yuniaristanto@gmail.com, [3]wahyudisutopo@gmail.com

ABSTRAKS
University spin-offs merupakan bentuk yang paling efisien untuk mewujudkan peran universitas mendorong tumbuhnya ekonomi berbasis inovasi karena dapat menghasilkan pengusaha baru berbasis teknologi dan bisnis berbasis inovasi. Permasalan dari pendirian university spin-offs adalah diperlukan kesiapan bukan saja inventor yang mengembangkan teknologi inovatif tetapi juga unit pendukung dibawah universitas dan kebijakan dari universitas. Tahapan utama pada pendirian university spin-offs adalah pengumpulan hasil riset inovatif berbasis teknologi dari para inventor, inkubasi teknologi untuk mengembangkan dan menguji prototipe, dan inkubasi bisnis untuk menyiapkan pelaku bisnis melalui proses pendirian perusahaan spin-offs. Artikel ini menjawab permasalahan pendirian university spin offs dengan mengembangkan alat ukur untuk menilai kesiapan suatu universitas dalam mendirikan spin-offs. Metode kuantitatif dengan kuesioner telah dikembangkan dan diuji untuk mengukur dan menganalisis persepsi para inventor universitas terkait faktor-faktor yang terlibat pada pendirian spin-offs. Luaran dari riset ini adalah diperoleh keadaan aktual universitas terkait faktor pendirian spin-offs dan dianalisis perbandingan antara kondisi aktual dengan kondisi ideal berdirinya spin offs sehingga dapat disusun program rencana aksi pendirian spin offs. Alat ukur ini telah diuji coba untuk menilai kesiapan Universitas Sebelas Maret dalam mendirikan spin-offs.

***Kata kunci**: alat ukur, komersialisasi teknologi, teknoprener, university spin-offs*

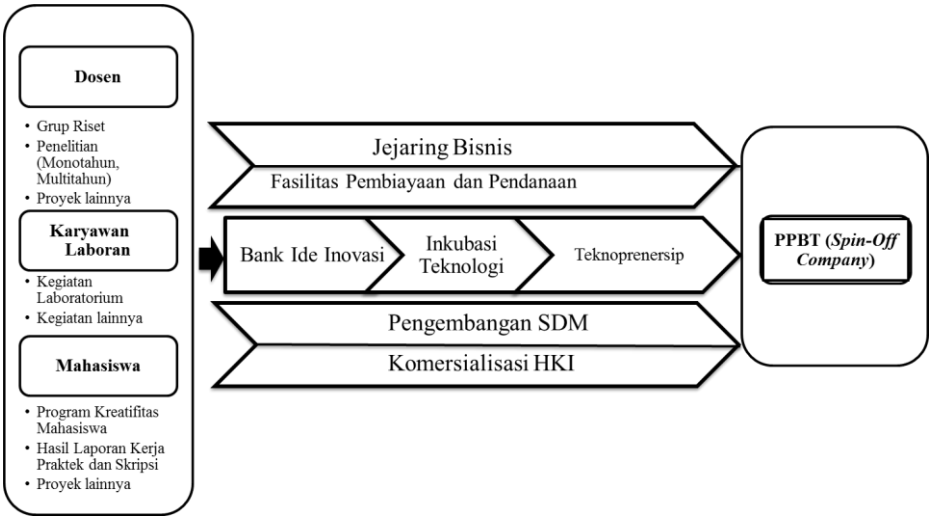
PENDAHULUAN

Peran perguruan tinggi telah berubah di seluruh dunia selama dua dekade terakhir (Bramweel dan Wolfe, 2005). Keberadaan universitas sebagai pusat riset daerah tampaknya mendukung kemajuan perekonomian berbasis teknologi (Clayman dan Holbrook, 2007). Universitas semakin dilihat sebagai pendorong utama pertumbuhan ekonomi (Wright, 2007). Secara khusus, universitas kini memiliki kewajiban untuk mempromosikan transfer teknologi demi meningkatkan pembangunan ekonomi suatu daerah (Leung dan Mathews, 2006). Universitas memiliki kontribusi pendorong ekonomi lokal dengan cara yang berbeda, seperti membuat sistem pembelajaran regional (Heirman dan Clarysse, 2004), menghasilkan perusahaan spin-offs berbasis teknologi (Grimaldi dan Sobrebo, 2005), berkolaborasi dengan R&D sebuah perusahaan, dan pelatihan ilmuwan, insinyur, peneliti serta lulusan lainnya (Steffensen, 1999; O'Shea, 2005).

Universitas Sebelas Maret (UNS) sebagai salah satu perguruan tinggi berada di kota Surakata yang memiliki visi menjadi pusat pengembangan ilmu, teknologi, dan seni yang unggul di tingkat internasional dengan berlandaskan pada nilai-nilai luhur budaya nasional dan memiliki budaya kerja yang ACTIVE (*Achievement Orientation, Customer Satisfaction, Teamwork, Integrity, Visionary, Entrepreneurship*). *Entrepreneurship* didefinisikan bahwa UNS dapat mengolah sumberdaya agar memiliki nilai tambah dan keunggulan dari peluang yang ada. Salah satu sumberdaya yang dimaksud diperoleh dari capaian hasil penelitian-penelitian di UNS yang seharusnya dapat dikomersialisasikan ke dunia industri, tetapi sampai sekarang fasilitas untuk komersialisasi hasil penelitian tersebut belum tersedia. Pemilihan model komersialisasi yang tepat sangat mempengaruhi keberhasilan produk yang dipasarkan (Sutopo dkk, 2013). Proses spin- off dapat dianggap sebagai bentuk transfer teknologi yang dapat diakui sebagai mekanisme yang paling efisien dalam proses transfer teknologi antara lembaga-lembaga akademik dan industri (Lowe, 2002).

Peran penting *university spin-offs* dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan teknologi telah diakui secara luas (Birley, 2002). *University spin-offs* (Smilor 1990) atau akademik spin-offs (Nlemvo Ndonzuau dkk, 2002) adalah suatu perusahaan, dimana produk dan jasa yang dihasilkan didasarkan pada pengetahuan ilmiah/teknis dibawah pengaturan suatu universitas (Samson dan Gurdon, 1993) dengan

anggota pendiri yang mungkin (atau tidak mungkin) termasuk penemu bidang keahlian dari barang dan jasa tersebut (inventor). Gibson dan Dietrich (1990) mendefinisikan sebuah *university spin-off* dalam dua cara: (1) pendiri adalah seorang staf pengajar, staf, atau mahasiswa yang meninggalkan universitas untuk memulai sebuah perusahaan atau yang memulai perusahaan sementara masih berafiliasi dengan universitas, dan / atau (2) teknologi atau ide berbasis teknologi dikembangkan dalam universitas yang digunakan untuk memulai perusahaan. *University spin-offs* memberikan kontribusi penting untuk transfer pengetahuan dan teknologi antara akademisi dan industri serta memberikan nilai tambah dari hasil penelitian yang dihasilkan akademisi tersebut.



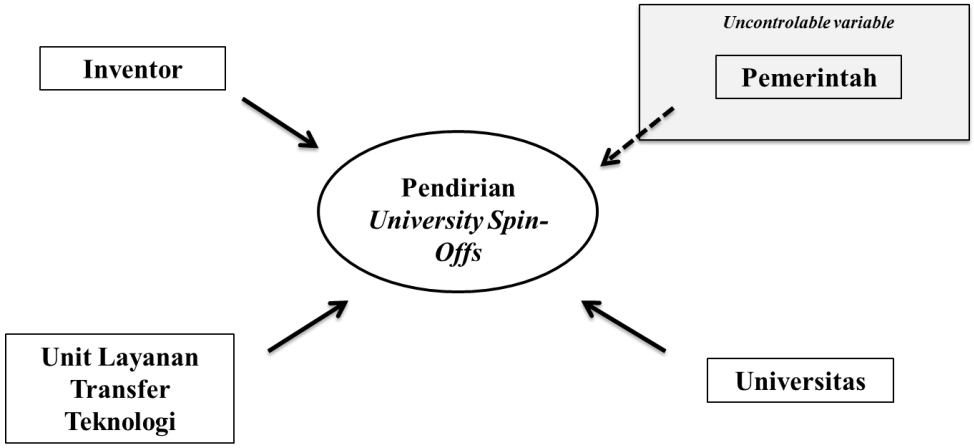
Gambar 1. Spin-offs company dalam komersialisasi riset berbasis teknologi
Sumber: inovasi.uns.ac.id

Beberapa studi telah membahas faktor-faktor yang dapat mendukung pengembangan *university spin-offs* dengan memperhatikan aspek lingkungan (seperti struktur pasar dan pengelompokan teknologi), dan karakteristik universitas seperti insentif yang dibuat oleh universitas, dukungan organisasi,kantor transfer teknologi (*technology transfer offices*), dan lain-lain.

Penelitian mengenai pengembangan *university spin-offs* ini telah dilakukan oleh Nosella dan Grimaldi (2014) mengenai mekanisme suatu universitas dalam membentuk perusahaan spin-offs di Italia. Huyghe dkk (2013) melakukan penelitian mengenai proses pra spin-offs dengan pembentukan kantor transfer teknologi. Penelitian yang dilakukan oleh Hayter (2013) mengenai faktor-faktor kunci kesuksesan *university spin-offs* di Universitas Harnessing. Penelitian pengembangan perusahaan spin-offs bidang bioteknologi di salah satu universitas di Hongkong oleh Uctu dan Jafta (2014). Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tersebut memang sudah banyak yang membahas mengenai *university spin-offs*, tetapi setiap negara memiliki kebudayaan (*culture*) yang berbeda begitu juga dengan perbedaan sistem pendidikan di setiap perguruan tinggi. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya. Penelitian ini dilakukan berdasarkan studi kasus pada Universitas Sebelas Maret (UNS) yang bertujuan untuk terciptanya suatu alat ukur yang digunakan sebagai indikator penilaian *university spin-offs* dan Terciptanya alat ukur yang berfungsi untuk mengukur kesiapan *university spin-offs* serta untuk mengetahui dan menganalisis kondisi aktual dan kondisi yang diharapkan setelah terbentuknya *university spin-offs* di Universitas Sebelas Maret.Hasil dari penelitian ini diperoleh analisis keadaan aktual dan ekspektasi dalam rangka pengembangan *university spin-offs*, model prediksi pengembangan *university spin-offs* dan kebijakan yang dapat dilakukan dengan adanya *university spin-offs* di Universitas Sebelas Maret (UNS).

METODE PENELITIAN

Inventor merupakan salah satu faktor terpentingpendirian *university spin-offs* karena inventor merupakan penemu inovasi teknologi yang akan dibisniskan oleh perusahaan *spin-offs*. Untuk itu pada survei ini, fokus pada pengukuran persepsi para inventor terhadap faktor yang mempengaruhi pendirian *university spin-offs*. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam pendirian *university spin-offs*diantaranya adalah peran inventor, peran universitas, dan peran lembaga dibawah universitas yang menangani komersialisasi teknologi (Unit Layanan Transfer Teknologi) dan dukungan pemerintah yang dapat digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Faktor yang mempengaruhi pendirian university spin-offs

Pada penelitian ini akan disusun suatu alat ukur untuk mengukur kesiapan *university spin-offs* di suatu universitas. Dimulai dengan melakukan studi literature dan studi lapangan, kemudian melakukan karakterisasi faktor pendirian *university spin-offs*, dilanjutkan dengan melakukan desain kuesioner dengan menganalisis dimensi yang dipakai dilanjutkan dengan penentuan atribut setiap dimensinya. Kemuadian dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan metode sampling *purposive sampling*. *Purposive sampling* juga disebut *judgmental sampling***.** *Purposive Sampling* digunakan dalam situasi dimana seorang ahli menggunakan penilaiannya dalam memilih responden dengan tujuan tertentu di dalam benaknya (Subong dkk, 2006). Populasi penelitian ini adalah inventor di Universitas Sebelas Maret (UNS) yang telah memiliki Hak Kekayaan Intelektual dan didukung dengan pencarian persepsi di tingkat inventor yang belum memiliki Hak Kekayaan Intelektual serta dari mahasiswa agar semua civitas akademika diwakili dalam pengambilan sampel tersebut.

Sebelum dilakukan pengolahan data maka perlu dilakukan pengujian data terhadap variabel tersebut. Uji validitas menunjukkan sejauh mana suatu alat ukur itu dapat mengukur variabel yang akan diukur. Untuk mengukur validitas dan realibilitas menggunakan koefisien cronbach alpha untuk mengestimesi realibilitas dan validitas setiap skala (indikator observarian). Pengujian validitas menggunakan teknik *corrected item-total correlation*, yaitu dengan cara mengkorelasi skor tiap item dengan skor totalnya. Kriteria valid atau tidak valid adalah bila korelasi r kurang dari nilai r tabel dengan tingkat signifikansi sebesar 5%, berarti butir pertanyaan tidak valid (Santoso, 2002). Setelah itu dilakukan uji reliabilitas. Reliabilitas adalah ukuran mengenai konsistensi internal dari indikator – indikator sebuah konstruk yang menunjukkan derajat sampai dimana masing-masing indikator itu mengindikasikan sebuah konstruk/faktor laten yang umum. Dengan kata lain bagaimana hal-hal yang spesifik saling membantu dalam menjelaskan sebuah fenomena yang umum (Kountur, 2007). Setelah itu dilakukan analisis data secara deskriptif dan dilakukan analisis gap untuk diperoleh suatu kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memberikan luaran berupa alat ukur kesiapan pendirian *university spin-offs* yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya dan pengambilan data di lakukan di Universitas Sebelas Maret dan juga dilakukan analisis secara deskriptif serta analisis gap dari hasil analisis deskriptif tersebut.

a) Desain Kuesioner

Faktor-faktor tersebut kemudian dilakukan identifikasi indikator. Indikator-indikator ini dikumpulkan mengacu berdasarkan studi literatur dan studi lapangan yang telah dilakukan (Tabel 1). beberapa faktor yang mempengaruhi dalam pendirian *university spin-offs* diantaranya adalah peran inventor, peran universitas, dan peran lembaga dibawah universitas yang menangani komersialisasi teknologi (Unit Layanan Transfer Teknologi)

Tabel 1. Desain Kuesioner

Dimensi	Item Pertanyaan	Kode
Inventor	Tim penelitian	A1
	Penghargaan penelitian	A2
	Kandungan teknologi penelitian	A3
	Kepemilikan Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	A4
	Teknologi siap diimplementasikan kepada pengguna	A5
	Pencarian dana yang berkelanjutan	A6
	Permintaan pasar mengenai hasil penelitian	A7
	Kepemilikan jejaring bisnis	A8
	Riset potensi permintaan pasar	A9
	Pengukuran pasar	A10
Unit Layanan Inovasi dan Komersialisasi (Kantor Transfer Teknologi)	Inkubator teknologi	B1
	Inkubasi hasil penelitian	B2
	Manajemen HKI	B3
	Pengurusan HKI	B4
	Penyusunan *business plan*	B5
	Business Plan Competition	B6
	Inkubasi bisnis	B7
	Jejaring bisnis	B8
	Akses komersialisasi teknologi	B9
	Fasilitas pembiayaan pengembangan penelitian	B10
	Fasilitas pembiayaan komersialisasi teknologi	B11
Universitas	Fasilitas infrastruktur penelitian	C1
	Unit layanan transfer teknologi	C2
	Insentif pendanaan pengembangan penelitian	C3
	Insentif pendanaan komersialisasi teknologi	C4
	Insentif *non financial*	C5
	Kebijakan inkubasi teknologi	C6
	Kebijakan inkubasi bisnis	C7
	Kebijakan komersialisasi HKI	C8
	Kebijakan hak dan kewajiban inventor	C9
	Kebijakan pendirian *university spin-offs*	C10
	Kebijakan pelepasan *university spin-offs*	C11

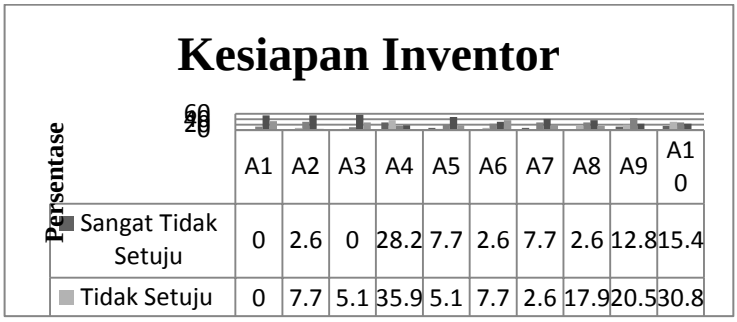
b) Penilaian Kuesioner

Tahap pertama dari tahap penilaian alat ukur ini adalah tahap uji validitas dan reliabilitas kuesioner. Apakah kuesioner sudah dapat diandalkan untuk penelitian ini, atau masih belum bisa diandalkan. Untuk mengukur uji validitas dan reliabilitas digunakan aplikasi bantuan yaitu aplikasi statistika SPSS. Uji validitas adalah uji statistik yang digunakan guna menentukan seberapa valid suatu item pertanyaan untuk mengukur variabel yang diteliti. Uji validitas ini menggunakan software SPSS. Uji validitas didalam penelitian ini memiliki nilai korelasi 0,3. jadi seluruh item pertanyaan dikatakan valid jika $\geq 0,3$ dan dikatakan tidak valid jika $< 0,3$. Dari hasil pengujian diketahui bahwa semua item pertanyaan dari alat ukur yang disusun adalah valid. Langkah selanjutnya dilakukan uji reliabilitas yang digunakan untuk

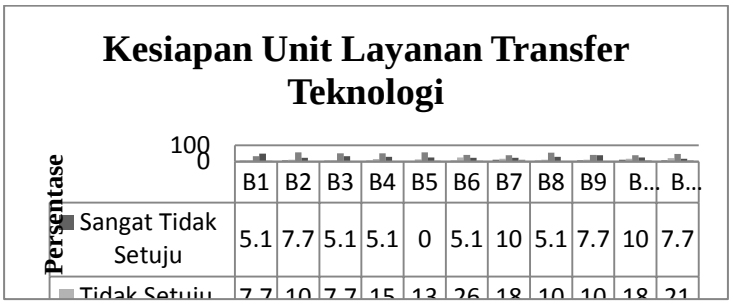
mengetahui adanya konsistensi alat ukur dalam penggunaannya, atau dengan kata lain alat ukur tersebut mempunyai hasil yang konsisten apabila digunakan berkali-kali pada waktu yang berbeda. Uji reliabilitas ini juga menggunakan software SPSS seperti pada uji validitas. Nilai reliabilitas pada penelitian ini adalah 0,6 sehingga seluruh item pertanyaan dikatakan reliabel jika ≥ 0,6 dan dikatakan tidak reliabel jika < 0,6. Diperoleh hasil variable inventor, unit layanan transfer teknologi dan universitas memiliki nilai hasil uji 0,84; 0,93; 0,89 sehingga alat ukur yang disusun dalam penelitian ini dikatakan baik atau reliable.

c) Analisis Deskriptif

Analisis Deskriptif dilakukan dengan tujuan menggambarkan karakteristik atau perilaku suatu populasi dengan cara yang sistematis dan akurat (Scott dkk, 2009). Kesiapan inventor dalam pendirian *university spin-offs* secara ideal dapat didefinisikan sebagai orang yang secara sendiri atau beberapa orang yang secara bersama-sama mencipta atau merancang suatu alat yang sebelumnya tidak ada yang memiliki tim yang solid dan efisien, pencapaian penilitian yang baik, melakukan upaya pencarian dana penelitian yang berkelanjutan, memiliki produk yang siap dikomersialisasikan, memiliki kandungan teknologi produk yang terdepan, melakukan riset pasar dan tentunya memiliki Hak Kekayaan Intelektual (O'Shea, 2005; Shane, 2004). Dari hasil pengolahan data yang ditunjukkan pada Gambar 3 dapat dianalisis bahwa persepsi kesiapan inventor terhadap pendirian *university spin-offs* apabila ditinjau dari penelitian mereka adalah cukup siap dari sisi tim penelitian, kandungan teknologi, kemampuan memperoleh dana dan jejaring bisnis untuk proses komersialisasi tetapi inventor belum siap mengenai perlindungan kekayaan intelektual yang wajib dimiliki sebelum mereka melakukan komersialisasi hasil riset.

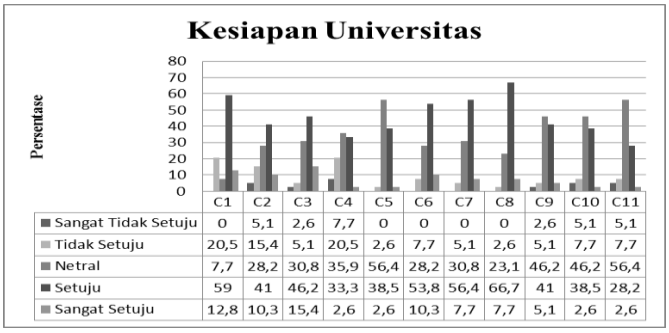


Gambar 3. Kesiapan inventor dalam pendirian university spin-offs



Gambar 4. Kesiapan unit layanan transfer teknologi dalam pendirian university spin-offs

Unit layanan transfer teknologi merupakan suatu unit atau beberapa unit di bawah universitas yang berfungsi untuk melayani manajemen HKI, mengadakan *business plan competition,* memiliki inkubator teknologi dan inkubator bisnis, memberikan dukungan pendanaan dalam peningkatan kesiapan produk dan pendanaan untuk komersialisasi teknologi serta membentuk jejaring industri (Feldman, 2003; Grandi, 2005). Dari Gambar 4 dapat dianalisis bahwa kesiapan unit layanan transfer teknologi di Universitas Sebelas Maret (UNS) dalam pendirian *university spin-offs* adalah mereka mayoritas menjawab netral dalam menjawab item pernyataan. Setelah dilakukan *in deep interview* terhadap responden diketahui bahwa responden sudah paham bahwa di UNS memiliki bebrapa unit seperti Unit Pengembangan Usaha (UPU), Unit Layanan HKI, dan Pusat Inovasi Teknologi tetapi responden belom merasakan manfaat secara riil dari keberadaan unit tersebut dan dimungkinkan program kerja dari unit layanan tersebut nilainya belom tersampaikan kepada responden yang dalam hal ini inventor di Universitas Sebelas Maret.



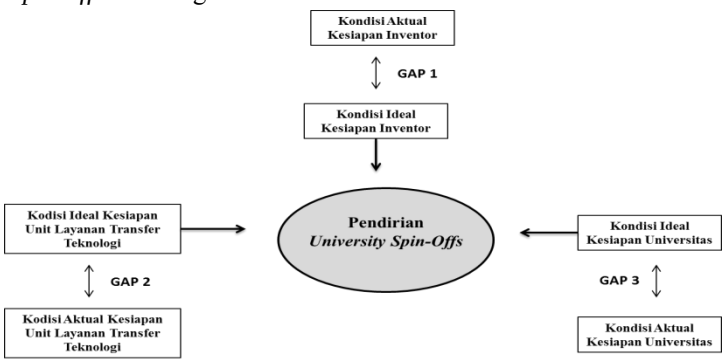
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
Sangat Tidak Setuju	0	5,1	2,6	7,7	0	0	0	0	2,6	5,1	5,1
Tidak Setuju	20,5	15,4	5,1	20,5	2,6	7,7	5,1	2,6	5,1	7,7	7,7
Netral	7,7	28,2	30,8	35,9	56,4	28,2	30,8	23,1	46,2	46,2	56,4
Setuju	59	41	46,2	33,3	38,5	53,8	56,4	66,7	41	38,5	28,2
Sangat Setuju	12,8	10,3	15,4	2,6	2,6	10,3	7,7	7,7	5,1	2,6	2,6

Gambar 5. Kesiapan universitas dalam pendirian university spin-offs

Universitas merupakan perguruan tinggi yang terdiri atas sejumlah fakultas yang menyelenggarakan pendidikan ilmiah dan atau profesional dari sejumlah disiplin ilmu yang memiliki tugas mengkomersialisasikan hasil penelitian civitas akademika dengan memberikan insentif pendanaan maupun non-pendanaan,. penyediaan fasilitas penelitian, menyusun kebijakan mengenai inkubasi teknologi, inkubasi bisnis, komersialisasi HKI, hak dan kewajiban inventor dalam komersialisasi teknologi, kebijakan pendirian dan pelepasan *university spin-offs* (Friedman dan Siberman, 2003). Dari Gambar 5 dapat dianalisis kesiapan universitas dalam *pendirian university spin-offs* bahwa universitas sudah dalam kategori siap pada pemberian fasilitas penelitian, insentif pendanaan untuk proses penelitian berlangsung, kebijakan mengenai inkubasi teknologi tetapi untuk insentif pendanaan dan non-pendanaan dalam rangka komersialisasi hasil riset dirasa masih kurang dan belum adanya kebijakan mengenai kebijakan pendirian *university spin-offs* itu sendiri.

d) Analisis Gap

Analisis gap adalah alat yang membantu universitas untuk membandingkan kondisi aktual dengan kondisi ideal yang diharapkan. Pada intinya gap analisis ini dapat melihat "Dimana posisi kesiapan pendirian *university spin-offs* sekarang ini?".

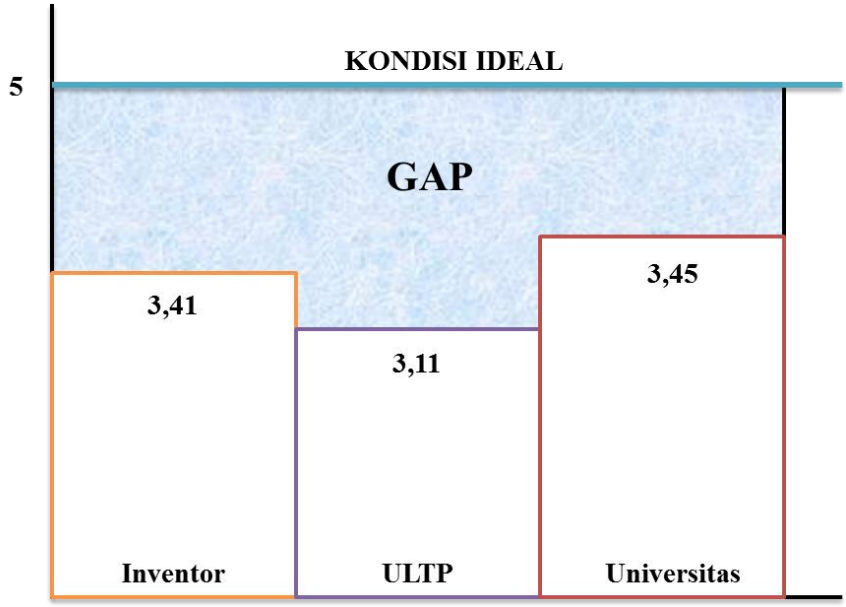


Gambar 7. Model analisis gap

Analisis gap digunakan untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi ideal yang diharapkan, dengan kondisi aktual. Hal ini dapat mengidentifikasi mana faktor yang harus ditingkatkan. Gap analisis meliputi penentuan, mendokumentasikan, dan menyetujui varians antara kebutuhan bisnis dan kemampuan saat ini.

Tabel 2. Analisis gap kesiapan pendirian university spin-offs

Variabel	Mean Kondisi Aktual	Mean Kondisi Ideal	GAP
Inventor	3,41	5	-1,59
Unit Layanan Transfer Teknologi	3,11	5	-1,89
Universitas	3,45	5	-1,55



Gambar 8. Gap pendirian university spin-offs di Universitas Sebelas Maret

Masih terdapat gap di semua dimensi yang ada dalam pendirian *university spin-offs* (Tabel 2) diantaranya dari dimensi inventor yang memiliki gap 1,59 dari kondisi ideal, dimensi Unit Layanan Transfer Teknologi (ULTP) yang memiliki gap 1,89 dan dimensi universitas yang memiliki gap 1,55. Dari gap-gap tersebut dapat dilakukan suatu strategi yaitu untuk menekan gap dimensi inventor dapat dilakukan workshop mengenai HKI yang dapat mendorong inventor untuk memiliki HKI dan dilakukan pengembangan teknologi hingga layak komersialisasi. Untuk dimensi ULTP, peneliti juga melakukan *benchmark* dengan Innovation and Commercialization Centre Universiti Teknologi Malaysia yang merupakan suatu unit yang secara terintegrasi melakukan komersialisasi hasil riset dengan efisien. Diharapkan ULTP di Universitas Sebelas Maret melaksanakan program kerja sehingga nilai dari program tersebut dapat tersampaikan. Dimensi universitas, universitas diharapkan untuk segera membuat suatu kebiajakan dalam mekanisme komersialisasi teknologi.

KESIMPULAN

Artikel ini telah dapat memberikan gambaran keadaan aktual universitas terkait faktor pendirian *spin-offs* di Universitas Sebelas Maret dan sudah dilakukan analisis gap antara kondisi aktual dengan kondisi ideal berdirinya *spin offs* sehingga dapat disusun program rencana aksi pendirian spin offs di Universitas Sebelas Maret. Artikel ini juga telah berhasil menyusun suatu alat ukur ini telah diuji validitas dan reliabilitasnya untuk menilai kesiapan Universitas Sebelas Maret dalam mendirikan spin-offs dan dengan hasil alat ukur yang dapat dikatakan valid dan reliabel. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan melakukan studi eksploratif mengenai langkah yang dilakukan untuk menghilangkan gap tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Annelore Huyghe, Mirjam Knockaert, Mike Wright, Evila Piva. (2013). Technology transfer offices as boundary spanners in the pre-spin-off process: the case of a hybrid model. *Springer Science*

Birley, S. (2002). Universities, academics and spinout companies: lessons from Imperial. *International Journal of Entrepreneurship Education* 1, no. 1: 133–53.

Bramwell, A., and Wolfe, D.A. (2005), 'Universities and Regional Economic Development: The Entrepreneurial University of Waterloo'

Christopher S. Hayter. (2013). Harnessing University Entrepreneurship for Economic Growth: Factors of Success Among University Spin-offs. *Economic Development Quarterly*

Clayman, B.P., and Holbrook, J.A. (2007), 'The Survival of University Spin-offs and their Relevance to Regional Development

Feldman, M.P., & Desrochers, P. (2003). Research universities and local economic development: Lessons from the history of John Hopkins University. Inndustry and Inovation, 10, 5-24

Friedman, J., & Siberman, J. (2003). University technology transfer: Do incentives, management, and location matter? *Journal of Technology Transfer*, 28(1), 17-30

Grandi, A., & Grimaldi, R. (2005). Academic organizational characteristics and the generation of successful business idea. *Journal of Business Venturing*, 20(6), 821-845

Grimaldi, R., and M. Sobrero. (2005). Mechanisms supporting the creation of university spin-offs: an analysis of the role and effects of universities. Paper presented at the R&D Management Conference, Pisa

Heirman,A., and B. Clarysse. (2004). How and why do firms differ at startup?A resource based configurational perspectives. *Journal of Technology Transfer* 29(3–4): 247–68.

Kountur, Ronny. (2007). *Metode Penelitian untuk penulisan Skripsi dan Tesis*, edisi revisi. Jakarta : penerbit PPM.

Leung, M., and Mathews, J.A. (2006), 'Origins and Dynamics of University Spin-Off Enterprises in Hong Kong'

Lowe, R. (2002). *Invention, innovation and entrepreneurship: The commercialization of University Spin-Offs*. Ph.D. dissertation, University of California at Berkeley

Nlemvo Ndonzuau, F., F. Pirnay, and B. Surlemont. (2002). A stage model of academic spin off creation. *Technovation* 22, no. 5: 281–9.

Nosella, Anna. Grimaldi, Rosa. (2014). University-level mechanisms supporting the creation of new companies: an analysis of Italian academic spin-offs. *Technology Analysis & Strategic Management* Vol. 21, No. 6, p. 679–698

O'Shea, R. P., Allen, T.K., Chevalier, A., & Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spin-off performance of U.S. universities. Research Policy, 34(7), 994-1009

Pablo E. Subong and McDonald D. Beldia, *Statistics for Research*

Ramazan Uctu a & Rachel C.C. Jafta. (2014). Academic entrepreneurship in South East Asia: an exploratory study of spinoffs in biotechnology from Hong Kong universities. *Asian Journal of Technology Innovation.* Vol. 20, No. 1, p.141–154

Santoso, Singgih. (2002). Statistik dengan SPSS. Jakarta : Elex media Komputindo.

Scott W. VanderStoep and Deirdre J. Johnston, (2009). Research Methods for Everyday Life: Blending Qualitative and Quantitative Approaches

Shane, S. (2004). Academic entrepreneurship: University spin-off and wealth creation.Northampton, MA: Edward Elgar Publishing

Smilor, R.W. (1990). University spin out companies: technology start ups from UT–Austin. *Journal ofBusiness Venturing* 5: 63–76.

Samson, K.J., and M.A. Gurdon. (1993). University scientists as entrepreneurs – a special case of technology transfer and high tech venturing. *Technovation* 13, no. 2: 63–71.

Steffensen, M., E.M. Rogers, and K. Speakman. (1999). Spin-offs from research centers at a research university. *Journal ofBusiness Venturing*, 15: 93–111.

Wright, M., Clarysse, B., Mustar, P., & Lockett, A. (2007). Academic entrepreneurship in Europe. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing

W. Sutopo, R. W. Astuti, A. Purwanto, M. Nizam, (2013). "Commercialization Model of New Technology Lithium Ion Battery: A Case Study for SmarT Electrical Vehicle*", International Conference On Rural Information & Communication Technoloogy and Electric-Vehicle Technology*.

ANALISIS INDEKS PERSAINGAN USAHA UNTUK UMKM PENERIMA KREDIT PERBANKAN

Citra Kusuma[1], Yuniaristanto[2], Wahyudi Sutopo[3]
[1]Asisten Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[2]Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[3]Grup Riset Rekayasa Industri dan Tekno Ekonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-632110
Email: [1]citrakusuma93@gmail.com, [2]yuniaristanto@gmail.com, [3]wahyudisutopo@gmail.com

ABSTRAKS
Artikel ini membahas mengenai pengaruh tingkat suku bunga dan kemudahan administrasi terhadap keputusan pelaku UMKM dalam menentukan sumber pinjaman modal untuk usaha mereka. Selain itu, dalam paper ini juga menganalisis menganai persepsi konsumen terkait pinjaman dan kondisi perbankan di Indonesia saat ini. Survey dilakukan dengan cara penyebaran kuesioner kepada pelaku UMKM yang pernah menggunakan jasa kredit di daerah Solo dan sekitarnya. Analisis dilakukan dengan menggunakan teknik analisis deskriptif. Ditemukan bahwa mayoritas pelaku UMKM lebih memilih kredit usaha dengan agunan, lembaga keuangan non bank tanpa agunan, dan individu/teman tanpa agunan sebagai sumber pinjaman. Pemilihan sumber pinjaman tersebut dipengaruhi oleh besarnya tingkat suku bunga serta kemudahan administrasi dari sumber-sumber pinjaman tersebut. Persepsi pelaku UMKM terhadap kondisi perbankan saat ini adalah dari tahun ke tahun jumlah bank di Indonesia semakin banyak dengan tingkat suku bunga yang semakin meningkat dan bervariasi. Selain itu, kualitas jasa pelayanan (customer service, phone banking, dll) juga semakin baik. Akan tetapi kondisi ini tidak diikuti dengan peningkatan kecepatan administrasi persetujuan kredit, kemudahan pengajuan kredit, dan kemudahan memperoleh kredit. Dengan kondisi ini, maka perbankan di Indonesia masih mempunyai potensi dan bersaing secara sehat untuk meningkatkan pelayanan administrasi serta mengontrol kenaikan tingkat suku bunga sehingga pelaku UMKM dapat dengan mudah menentukan bank sumber kredit mereka.

***Kata kunci**: UMKM, kredit, suku bunga, administrasi, kondisi perbankan*

PENDAHULUAN

UMKM merupakan kependekan dari Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah. Bank Indonesia mendefinisikan usaha mikro sebagai usaha keluarga miskin dengan teknologi sederhana. Usaha kecil adalah usaha dengan aset kurang dari Rp200 juta dan kurang dari Rp1 miliar/tahun. Sedangkan usaha menengah adalah usaha dengan aset lebih dari Rp200 juta dan kurang dari Rp5 miliar (untuk industri), aset lebih dari Rp200 Juta dan kurang dari Rp6 miliar (untuk jasa) dengan omset Rp3 miliar/tahun.

Menurut Thamrin (2002), peranan usaha kecil dapat dilihat secara lebih rinci pada tingkat atau level makro yang dapat menyebabkan: 1. penyerapan tenaga kerja dan penciptaan lapangan kerja baru (*employment* dan *create new job*), 2. *breeding ground* untuk bisnis baru, 3. usaha bersama yang berlandaskan kekeluargaan (*cooperatif*), 4. mengurangi kecemburuan sosial karena adanya kesenjangan sosial ekonomi dan kemiskinan.

Selain itu, berikut ini adalah peranan usaha kecil yang dilihat dari sudut pandang mikro (analisis usaha kecil mikro dan koperasi): 1. sebagai alat distibusi untuk bisnis besar, 2. sumber pendapatan dan perolehan devisa, 3. menciptakan kompetisi, 4. medan bagi inovasi *independent* dan bakal kewirausahaan, 5. kontribusi bagi desentralisasi.

Kredit berasal dari bahasa Yunani (*credere*) yang berarti kepercayaan. Kepercayaan yang dimaksud adalah kepercayaan antara si pemberi dengan si pemohon kredit yang terkait dalam suatu kesepakatan tertentu. Dalam arti ekonomi kredit adalah penundaan bayaran dari prestasi yang diberikan sekarang baik dalam bentuk barang, uang atau jasa (Suyatno, 2003). Menurut UU No.7 Tahun 1992 tentang Pokok-Pokok Perbankan, pengertian kredit adalah penyediaan uang atau tagihan yang dapat dipersamakan dengan itu yang berdasarkan persetujuan atau kesepakatan pinjaman antara bank dengan pihak lain. Kondisi tersebut mewajibkan pihak peminjam untuk melunasi utangnya setelah jangka waktu tertentu dengan jumlah bunga, imbalan, atau pembagian hasil keuntungan.

Penyaluran terhadap kredit merupakan segala bentuk fasilitas pinjaman dana melalui pasar rupiah dan valuta asing yang ditetapkan dalam peraturan bank Indonesia. Namun dalam penyaluran kredit tersebut terdapat resiko kredit, baik secara langsung maupun tidak langsung. Resiko kredit merupakan

resiko yang diakibatkan adanya ketidakpastian dalam pengembalian pinjaman. Dalam melaksanakan kegiatan kredit, perlu dipertimbangkan beberapa hal seperti: tingkat inflasi, suku bunga, perkembangan neraca pambayaran perusahaan, dan tingkat moneterisasi perekonomian.

UMKM merupakan suatu Sektor Usaha Mikro Kecil Menengah yang saat ini sedang terus dikembangkan oleh Pemerintah Indonesia (Depkop, 2013). Kondisi ini merupakan salah satu upaya untuk mengantisipasi akibat dan dampak dari masuknya Indonesia ke dalam era perdagangan bebas pada tahun 2015. UMKM diakui memberikan pengaruh terhadap kesejahteraan ekonomi dan sosial (Berry, Grant, & Jarvis, 2004)). Pertumbuhan UMKM di Indonesia dipercaya mampu memberikan kontribusi dalam mendorong pertumbuhan perekonomian Indonesia. Hal tersebut telah terbukti dengan keberhasilan Indonesia bangkit dari krisis di tahun 1997 sebagai akibat dari peningkatan jumlah UMKM saat itu (Supriyanto,2006).

Bukti lain dari peranan strategis sektor Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) yakni kemampuan sektor ini menjadi pilar utama perekonomi Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik di tahun 2005, jumlah UMKM Indonesia mencapai 42,39 juta unit atau sekitar 99,85% dari total unit usaha di Indonesia dan mampu menanggulangi kemiskinan yang terjadi di Indonesia. Sektor UMKM ini memiliki kontribusi yang besar dalam penyerapan tenaga kerja, yaitu sekitar 99,45% dari total 76,54 juta pekerja (Kompas, 2005). Selain itu, sektor UMKM juga mampu menyediakan sekitar 57% kebutuhan barang dan jasa nasional, 19% kebutuhan ekspor, serta memberikan kontribusi terhadap perekonomian nasional sebesar 2 % – 4 %. (Supriyanto,2006)

Fasilitas kredit mikro dan kecil untuk UMKM yang diberikan pemerintah telah berakhir sejak akhir tahun 1960 (Tambunan, 2009). Sesuai UU No. 23 tahun 1999, Bank Indonesia (BI) menyatakan bahwa BI tidak lagi secara langsung memberikan bantuan kredit kepada Usaha Kecil, namun BI tetap mengambil kebijakan guna membantu dan mendorong pengembangan usaha-usaha kecil di Indonesia. Kondisi tersebut kemudian memunculkan berbagai macam lembaga keuangan baik bank atau non-bank baru yang menyediakan fasilitas kredit untuk pihak-pihak UMKM yang mengalami keterbatasan modal.

Namun kemudian pertanyaan yang muncul adalah bagaimana kondisi persaingan antar pihak di industri pebankan Indonesia. Apakah dengan adanya peluang pemberian fasilitas kredit UMKM yang cukup tinggi kemudian mengakibatkan adanya suatu kebijakan-kebijakan tertentu yang dapat merugikan salah satu pihak yang terlibat, baik dari pihak kreditur, debitur, atau pihak-pihak lainnya. Pertanyaan-pertanyaan tersebut kemudian menjadi dasar dilakukan survei penelitian mengenai "Indeks Persaingan Usaha untuk UMKM Penerima Kredit Perbankan". Dalam penelitian ini juga dianalisis mengenai pengaruh tingkat suku bunga dan kemudahan administrasi terhadap pemilihan pelaku UMKM dalam melakukan kredit modal usaha di bank.

Penelitian mengenai UMKM pernah dilakukan oleh Irwin & Scott, 2010. Irwin meneliti mengenai rintangan yang dihadapi oleh UMKM dalam mempeoleh kredit dari bank. Penelitian menemukan bahwa pendidikan sedikit membuat perbedaan dalam menentukan pemilihan suber pinjaman (Irwin & Scott, 2010). Selain itu, Irwin menyebutkan bahwa perempuan lebih mudah dalam mendapatkan modal usaha. Hasil signifikan yang dia temukan adalah bahwa UMKM yang dimiliki oleh suku minoritas mempunyai kesulitan dalam memperoleh pinjaman oleh karena itu, mayoritas dari mereka menggunakan modal sendiri dalam memulai bisnis. Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Fatoki & Asah, 2011yang meneliti mengenai pengaruh karakteristik perusahaan/UMKM terhadap kemudahan akses kredit perbankan. Selanjutnya adalah penelitian dari Berg & Schrader, 2012 yang meneliti mengenai pengaruh bencana alam terhadap kemudahan UMKM dalam mengakses kredit. Hasil penelitian menemukan bahwa walaupun pada saat bencana alam permintaan kredit meningkat, akan tetapi akses kredit pada kondisi ini menjai terhambat (Berg & Schrader, 2012).

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini dijabarkan dalam penjelasan berikut:

Sampel dan Pengumpulan Data

Subjek dalam penelitian ini adalah pelaku UMKM yang pernah menggunakan kredit perbankan di daerah Solo dan sekitarnya. Sebanyak 33 responden ditemukan dalam jangka waktu 1 bulan dengan memberikan kuesioner. Besarnya ukuran sampel ini ditetapkan berdasarkan pertimbangan bahwa di kebanyakan penelitian sosial ukuran sampel yang digunakan adalah antara 30 sampai dengan 500 (Hartono, 2011).

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan teknik analisis deskriptif, yaitu analisis data dengan cara mengubah data mentah menjadi bentuk yang

lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan. Penyajian hasil-hasil analisis deskriptif dalam penelitian ini berupa frekuensi dan persentase pada data yang bersifat kategorial, serta berupa statistik-statistik kelompok, mean pada data yang bukan kategorial. Pengolahan data pada analisis ini dibantu dengan menggunakan aplikasi SPSS 20 dan Microsoft Excel 2010.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan SK Menteri Perindustrian No. 19/M/1986, jenis industri dibagi menjadi empat jenis industri, yaitu: industri kimia dasar, industri mesin dan logam dasar, industri kecil, dan aneka industri. Hasil survey menunjukkan bahwa mayoritas responden (48%) merupakan UMKM jenis industri kecil. Beberapa contoh jenis industri kecil adalah industri jasa, industri makanan ringan, industri perdagangan umum, industri konveksi, dan lain sebagainya. Selanjutnya jenis industri yang menduduki posisi kedua, ketiga, dan keempat adalah aneka industri (39%), industri mesin dan logam (9%), dan industri kimia dasar (3%).

Omset Usaha dibagi menjadi tiga, yaitu: usaha mikro, usaha kecil, dan usaha menengah. Usaha mikro merupakan usaha dengan omset ≤ 50 juta per tahun, usaha kecil merupakan usaha dengan omset 51 – 500 juta pertahun, dan usaha menengah merupakan usaha dengan omset 500 juta- 5 miliar per tahun. Mayoritas responden adalah unit usaha mikro (50%). Selain itu, terdapat 34% responden yang merupakan unit usaha kecil dan 16% responden merupakan unit usaha menengah.

Pemilihan Sumber Pinjaman

Sumber pinjaman untuk UMKM dalam penelitian ini dibagi menjadi lima jenis peminjaman yaitu pinjaman dalam bentuk kredit usaha, pinjaman dalam bentuk kredit kepemilikan, pinjaman melalui kartu kredit, pinjaman melalui lembaga keuangan non bank, dan pinjaman dari individu/ teman.

Tabel 1. Sumber Pinjaman UMKM

Sumber Pinjaman UMKM		**Persentase**
Kredit Usaha	Dengan Agunan	72%
	Tanpa Agunan	14%
Kredit Kepemilikan	Kepemilikan Rumah (KPR/KPA)	3%
	Kepemilikan Kendaraan Bermotor	10%
Lembaga Keuangan Non Bank	Tanpa Agunan	41%
	Dengan Agunan	7%
Individu/Teman	Tanpa Agunan	33%
	Dengan Agunan	0%
Kartu Kredit	Kartu Kredit	10,34%
	Gesek Tunai Kartu Kredit	12,12%

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa mayoritas responden menggunakan bentuk kredit usaha dengan agunan (72%), kredit dari lembaga keuangan non bank (LKNB) tanpa agunan (41%), dan kredit dari individu/teman tanpa agunan (33%) sebagai bentuk pinjaman untuk membatu proses bisnis dari usaha yang dijalankan. Cukup banyak responden yang mendapatkan sumber pinjaman dari individu/teman tanpa agunan. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Basu, 1998 yang menyatakan bahwa orang Asia lebih memilih untuk mendapatkan pinjaman dari sumber informal, seperti keluarga/teman.

Faktor Tingkat Suku Bunga

Pemilihan sumber pinjaman dipengaruhi oleh faktor tingkat suku bunga yang ditawarkan oleh bank atau lembaga keuangan yang bersangkutan. Berdasarkan data pada tabel 2, kredit bank dengan agunan banyak dipilih oleh UMKM karena mayoritas bank-bank tersebut (60,6%) menawarkan tingkat suku bunga sebesar 10-20%. Begitu juga dengan LKNB tanpa agunan yang mempunyai suku bunga kurang dari 10%. Sumber kredit dari bank tanpa agunan dan kartu kredit mempunyai tingkat suku bunga yang tergolong tinggi, yaitu lebih dari 30%. Oleh karena itu, meskipun UMKM dapat melakukan kredit di bank tanpa agunan, tetapi mereka cenderung memilih kredit dengan agunan karena tingkat suku bunga yang ditawarkan lebih kecil. Begitu juga dengan kartu kredit, meskipun pelaku usaha UMKM dapat bertransaksi dengan mudah dan *simple*, tetapi tingkat bunga yang diberikan kartu kredit tidak ekonomis.

Tabel 2. Persentase Sebaran Tingkat Suku Bunga

	Suku bunga				n
	<100%	10 -20 %	20-30%	>30%	
Kredit bank dengan agunan	6,1	60,6	3	0	23
Kredit bank dengan tanpa agunan	0	6,1	6,1	12,1	4
Kredit kepemilikan rumah/ruko/apartemen (KPR/KPA)	3	0	0	0	1
Kredit kendaraan bermotor	9,1	0	0	0	3
KartuKredit	0	6,1	3	9,1	3
Gesek tunai kartu kredit	0	0	0	0	0
Kredit LKNB dengan agunan	24,2	9,1	0	0	11
Kredit LKNB tanpa dengan agunan	6,1	0	0	0	2
Kredit dari Individu dengan agunan	30,3	0	0	0	10
Kredit dari Individu tanpa dengan agunan	0	0	0	0	0

Perbandingan Kemudahan Administrasi

Tabel 3. Perbandingan Persentase Kemudahan Administrasi Non-Bank dengan Lembaga Keuangan Bank

	1	2	3	4	5	6	7
Individu	31,2	21,9	9,4	9,4	15,6	3,1	9,4
Koperasi	6,3	21,9	9,4	40,6	12,5	9,4	0
Perusahaan Leasing	25	9,4	3,1	25	9,4	12,5	15,6
Pegadaian	31,3	9,4	12,5	37,5	6,3	3,1	0
Perusahaan Peminjaman Uang	5,94	0	63	25	6,3	3,1	0

Keterangan:
1= Jauh lebih mudah, 2= Lebih mudah, 3= Sedikit Lebih mudah, 4= Sama saja, 5= Sedikit lebih Sulit, 6= Lebih sulit, 7= Jauh lebih sulit

Tabel 4. Perbandingan Persentase Kemudahan Administrasi Bank non BUMN dengan Bank BUMN

	1	2	3	4	5	6	7
Bank Swasta	6,1	15,2	9,1	18,2	3	0	49
Bank Asing	15,6	9,4	6,3	3,1	1	9,4	56
Bank Perkreditan Rakyat	9,4	9,4	3	21,2	3,1	0	53
Bank Syariah	12,5	3,1	6,3	15,6	0	3,1	58

Keterangan:
1= Jauh lebih mudah, 2= Lebih mudah, 3= Sedikit Lebih mudah, 4= Sama saja, 5= Sedikit lebih Sulit, 6= Lebih sulit, 7= Jauh lebih sulit

Tabel 3 memuat informasi yang mendukung pernyataan bahwa pelaku UMKM lebih memilih kredit dari individu atau teman karena memiliki kemudahan administrasi bila dibandingkan dengsan lembaga keuangan bank. Pernyataan tersebut didukung dari hasil analisis deskriptif yang menyatakan bahwa mayoritas responden (31,2%) responden memilih jawaban pertama, yaitu "lebih mudah". Sedangkan untuk lembaga keuangan non bank lainnya, mayoritas responden beranggapan bahwa lembaga

keuangan non bank seperti koperasi (40,6%), perusahaan leasing (25%), pegadaian (37,5%), dan perusahaan peminjaman uang (25%) memiliki tingkat kemudahan yang sama saja dengan lembaga keuangan bank pada umumnya.

Pada Tabel 4 menyatakan bahwa UMKM di Indonesia beranggapan bahwa secara umum lembaga-lembaga keuangan bank non BUMN di Indonesia memiliki tingkat kemudahan administrasi peminjaman yang sangat rendah sehingga UMKM merasa kesulitan apabila melakukan proses peminjaman kepada lembaga-lembaga keuangan bank non BUMN yang ada. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil analisis deskriptif yang menyatakan responden beranggapan bahwa bank swasta (49%), bank asing (56%), bank perkreditan rakyat (53%), dan bank syariah (58%) memiliki poin tujuh, "lebih sulit", dibandingkan dengan lembaga keuangan bank BUMN di Indonesia.

Persepsi Konsumen

Tabel 5. Persentase Persepsi Responden Terkait Pinjaman

No	Pernyataan	Setuju	Tidak setuju
1	Anda Bersedia dikenakan bunga dan biaya lebih tinggi, asalkan pinjaman uang anda di bank cepat cair	6,10%	93,90%
2	Bank merupakan pilihan pertama untuk meminjam uang, sebelum anda mengakses sumber lainnya	24,20%	75,80%
3	Bank lebih suka meminjamkan uangnya kepada usaha yang lebih besar dari usaha anda	42,40%	57,60%
4	semakin besar jumlah pinjaman anda dari bank, semakin baik bagi kelancaran usaha anda	24,20%	75,80%
5	semakin lama anda meminjam uang dari bank, semakin baik bagi kelancaran usaha anda	39,40%	60,60%
6	Bank Rakyat Indonesia (BRI) adalah bank yang paling mudah memberikan pinjaman kepada usaha kecil dibandingkan bank lainnya	33,30%	66,70%

Berdasarkan Tabel 5, ditemukan pernyataan yang memperkuat hasil analisis yang sudah dilakukan yaitu mengenai hubungan tingkat suku bunga dan pemilihan sumber kredit. Mayoritas pelaku UMKM tidak mau dikenakan biaya bunga yang lebih tinggi agar uang di bank cepat cair (93.9%). Pernyataan lain yaitu bank bukan merupakan pilihan pertama untuk meminjam uang (75,8%). Dalam hal ini, juga sesuai dengan analisis sebelumnya, pelaku UMKM mempunyai alternatif lain dalam memilih sumber kredit, yaitu kepada individu/teman. Alternatif ini cukup banyak dipilih oleh pelaku UMKM karena dengan meminjam uang kepada individu hampir tidak memerlukan jaminan, tidak terdapat bunga, dan tidak perlu menjalani proses administrasi yang rumit.

Responden berpendapat bahwa kelancaran usaha mereka tidak dipengaruhi oleh seberapa lama mereka meminjam uang di bank dan seberapa banyak uang yang mereka pinjam. Hal ini berarti bahwa pelaku UMKM tidak terlalu mengandalkan bank dalam memperoleh modal usaha. Pernyataan terakhir yaitu BRI bukan merupakan bank yang paling mudah memberikan pinjaman kepada usaha kecil dibandingkan dengan bank lainnya (66,7%). Hal ini menunjukkan bahwa persaingan antar bank yang memberikan layanan kredit di Indonesia dinilai cukup merata.

Berdasarkan Tabel 6, responden sangat setuju bahwa jumlah bank bertambah setiap tahunnya (36.4%). Tingkat suku bunga kredit antar bank sangat bervariasi (57.6% di poin 7) dan selalu mengalami kenaikan setiap tahunnya. Responden cukup setuju dengan adanya peningkatan kualitas pelayanan jasa perbankan di Indonesia, seperti pelayanan customer service, phone banking, dll (27.3%). Akan tetapi, responden berpendapat "netral" (45.5%) terhadap peningkatan kecepatan administrasi persetujuan kredit dari tahun ke tahun. Sehingga kondisi ini berdampak pada persepsi konsumen yang bersikap "netral" terhadap kemudahan pengajuan (39.4%) dan memperoleh pinjaman ke bank (45.5%) serta kemudahan pelaku UMKM dalam menentukan pilihan ke bank mana mereka melakukan peminjaman uang (36,4%).

Tabel 6. Persentase Persepsi Responden Terkait Kondisi Perbankan

N0	Pernyataan	1	2	3	4	5	6	7
1	Saat ini lebih mudaMemperoleh pinjaman bank dibandingkan tahun lalu	12,1	3	18,2	45,5	3	9,1	9,1
2	anda mudah menentukan ke bank mana anda meminjam uang	30,3	0	6,1	36,4	9,1	6,1	12,1
3	Jumlah bank saat ini lebih banyak dibandingkan tahun lalu	3	6,1	0	24,2	6,1	21,2	36,4
4	semakin banyak berdiri bank semakin mudah bagi anda untuk mengajukan pinjaman ke bank	15,2	9,1	9,1	39,4	9,1	12,1	6,1
5	kualiatas jasa perbankan (customer service, phone banking ,dll) saat ini sudah baik	24,2	0	0	21,1	27,3	12,1	15,2
6	Administrasi persetujuan kredit bank saat ini lebih cepat dibandingksan tahun lalu	27,3	3	0	45,5	6,1	15,2	3
7	Tingkat suku bunga kredit antara satu bank dengan bank lainnya bervariasi	9,1	0	0	0,1	6,1	21,2	57,6
8	Tingkat suku bunga kredit bank saat ini lebih rendah dibandingkan tahun lalu	30,3	6,1	0	7,3	3	18,2	12,1

Implikasi Managerial

Berdasarkan hasil analisis kajian mengenai Analisis Indeks Persaingan Usaha Untuk UMKM Penerima Kredit Perbankan, direkomendasikan kepada Komisi Pengawas Persaingan Usaha untuk mengkaji lebih dalam terkait persepsi konsumen terhadap pinjaman mengenai pernyataan "Semakin lama meminjam dari Bank, semakin baik bagi kelancaran usaha" dan "Semakin besar jumlah pinjaman dari Bank, semakin baik bagi kelancaran usaha". Direkomendasikan pula untuk lebih mengkaji hasil analisis terkait "kemudahan administrasi pinjaman melalui Bank umum lebih sulit dibandingkan melalui individu". Selain itu, perlu dilakukan kajian persepsi UMKM dengan membuat segmen-segmen yang lebih terperinci sehingga menghasilkan analisis yang lebih tepat sasaran.

SIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini, terdapat sepuluh jenis kredit yang ditawarkan, yaitu: kredit bank dengan jaminan, kredit bank tanpa jaminan, kredit kepemilikan rumah/ruko/apartemen, kredit kepemilikan kendaraan, kartu kredit, gesek tunai kartu kredit, kredit LKNB dengan jaminan, kredit LKNB tanpa jaminan, kredit individu dengan jaminan, dan kredit individu tanpa jaminan. Dari sepuluh jenis kredit yang ditawarkan, mayoritas responden lebih memilih melakukan peminjaman dengan bentuk kredit usaha dengan agunan, LKNB tanpa agunan, dan individu/teman tanpa agunan dibandingan dengan jenis kredit lainnya untuk menjalankan bisnis mereka. Pemilihan sumber kredit ini dipengaruhi oleh tingkat suku bunga dan kemudahan administrasi.

Berdasarkan analisis persepsi konsumen, responden menilai bahwa semakin tahun semakin banyak bank yang bermunculan dengan tingkat suku bunga yang semakin meningkat dan bervariasi. Selain itu, kualitas jasa pelayanan (*customer service, phone banking*, dll) juga semakin baik. Akan tetapi kondisi ini tidak diikuti dengan peningkatan kecepatan administrasi persetujuan kredit, kemudahan pengajuan kredit, dan kemudahan memperoleh kredit.

DAFTAR PUSTAKA

Andriani, S. (2008). *Analisis FaktoriFaktor yang Mempengaruhi Volume Penyaluran Kredit Mikro, Kecil dan Menengah (MKM) di Indonesia.* Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Badan Pusat Statistik. (2005). *Laporan Perekonomian Indonesia*. Jakarta: BPS.

Basu, A. (1998), "The role of institutional support in Asian entrepreneurial expansion in *Britain", Journal of Small Business and Enterprise Development, Vol*. 5 No. 4, pp. 317-26.

Berg, G., & Schrader, J. (2012). Access to Credit, Natural Disasters, and Relationship Lending. *Jurnal of Financial Intermediation*, 549-568.

Berry, A., Grant, P., & Jarvis, R. (2004). European Bank Lending to the UK SME Sector: An Investigation of Approaches Adopted. *International Small Business Journal*, 22:115

Depkop. (2013). *Pasar ASEAN: Pemerintah Siapkan UKM Inovatif*. http://www.depkop.go.id/ , Diunduh pada Desember 2013

Djinarto, B. 2000. *Banking Asset Liability Managemen Perencanaan, Strategi, Pengawasan, dan Pengelolaan Dana*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.

Fatoki, O., & Asah, F. (2011). The Impact of Firm and Entrepreneurial Characteristics on Access to Debt Finance by SMEs in King Williams' Town, South Africa. *International Journal of Business and Management, Vol. 6, No. 8*, 170-179.

Hartono. (2011). *SPSS 16,0: Analisis Data Statistika dan Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar

Irwin, D., & Scott, J. M. (2010). Barriers faced by SMEs in raising. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research, Vol. 16 No.3*, 245-259.

Kementerian Perindustrian. (1986). SK Menteri Perindustrian No. 19/M

Supriyanto. (2006). *Pemberdayaan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) sebagai Salah Satu Upaya Penanggulangan Kemiskinan.* Jurnal Ekonomi & Pendidikan, Vol 3 No. 1.

Sutojo, H. (1993). *Profil Sektor Usaha Kecil di Indonesia dan Upaya Penyaluran Kredit Perbankan*. Jakarta: LM FEUI.

Suyatno, T. 2003. *Dasar-Dasar Perkreditan Edisi Keempat*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.

Tambunan, T. (2009). *UMKM di Indonesia*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Thamrin, F. D. (2002). *Dampak Kredit Usaha Kecil Terhadap Penyerapan TenagaKerja dan Peningkatan Pendapatan Pada Usaha Kecil Kasus Nasabah BRI Cabang Bogor [tesis]*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Wijaya, K. (2005). *Presiden Canangkan Aksi Penanggulangan Kemiskinan Melalui Pemberdayaan UMKM*. Kompas, Hal. 21.

.

PERKEMBANGAN RISET BIDANG SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: STUDI KOMPARATIF

Danis Eka Prasetya Wicaksana[1], Muhammad Hisjam[2], Wahyudi Sutopo[3]
[1]Asisten Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[2]Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[3]Grup Riset Rekayasa Industri dan Tekno Ekonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami 36 A, Surakarta 57126, Indonesia
Email: dan.wicak@gmail.com, mhisjam@yahoo.com, wahyudisutopo@gmail.com

ABSTRAKS
Supply Chain Management (SCM) merupakan kajian yang sangat penting untuk meningkatkan daya saing bagi suatu perusahaan dan sistem industry karena dapat mengintegrasikan setiap mata rantai distribusi secara efisien dan efektif. Pentingnya kajian SCM ini telah mendorong berbagai pihak untuk melakukan riset dan telah dipublikasikan di berbagai media, antara lain, jurnal, prosidings, dan buku. Artikel ini mengkaji riset SCM secara kuantitatif untuk mengetahui perkembangannya. Metode kuantitaf dengan statistic diskriptif telah dibangun untuk mengolah data seluruh luaran publukasi SCM yang diindeks oleh Scopus sampai dengan periode Maret 2014 .Sebanyak 55.061 artikel mengenai SCM yang dibagi menjadi tiga dekade untuk mendapatkan tren perkembangan kajian ilmu SCM di dunia. Pengolahan data juga dilakukan dengan membandingkan perkembangan ilmu SCM di dunia, Asia, Asia Tenggara dan Indonesia. Analisis perbandingan perkembangan riset SCM berdasarkan wilayah, subjek, kata kunci telah dibahas pada artikel ini. Secara khusus, tren riset SCM di Indonesia juga telah dianalisis berdasarkan asal afiliasi, subjek, yang diangkat dan metode atau teknologi yang digunakan untuk memecahkan masalah SCM.

Kata kunci:*Daya Saing, Supply Chain Management, TrenRiset*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi telah membuat aliran informasi menjadi semakin cepat begitu pula dengan aliran barang yang memuat lingkup yang semakin luas dan memiliki aliran yang semakin cepat. Hal ini berimbas pada terbentuknya *supply chain* yang semakin kompleks. Bahkan adanya dukungan isu globalisasi telah menciptakan era global supply chain (Park et. al., 2013).

Supply chain memiliki definisi yang sangat beragam sesuai dengan subjek yang dibahas. Pada intinya *supply chain* merupakan sistem distribusi yang teroganisir dan bekerja pada sebuah sistem transportasi (James, 2012). Perusahaan maupun organisasi yang tidak bisa mengatasi *supply chain* yang semakin kompleks ini akan mengalami masalah dalam menjalankan perusahaan maupun organisasinya seperti bahan mentah yang kurang pada sebuah industri manufaktur maupun sistem pengairan yang buruk pada industri pertanian. Sehingga *supply chain management* memiliki peran yang signifikan dalam performansi perusahaan (Jain et. al., 2010). Kendati demikian masih terdapat sedikit perselisihan apakah *supply chain management* merupakan bagian yang esensial bagi sebuah manajemen riset karena masih sedikitnya *literature review* mengenai ilmu tersebut (Croom et. al., 2000).

Supply Chain Management (SCM) sebagai sebuah disiplin ilmu yang baru memberikan jalan keluar dalam menghadapi kompleksitas permasalahan *supply chain*. SCM juga memiliki banyak definisi sesuai dengan subjeknya. Pada intinya, menurut Mentzer et. al. (2001), SCM dibagi menjadi tiga kategori utama yaitu manajemen filosofi, implementasi dari manajemen filosofi dan sebuah set dari proses manajemen. Sedangkan menurut Shukla et. al. (2011) SCM merupakan manajemen dari material, manusia, uang dan informasi yang ada di dalam suatu *supply chain* untuk memaksimalkan kepuasan pelanggan.

Sebagai sebuah disiplin ilmu yang baru, SCM mengalami perkembangan setiap tahunnya. Perkembangan ini bisa dari segi banyaknya jumlah studi, semakin beragamnya subjek penelitian maupun semakin banyak pihak yang terlibat. Artikel ini akan membahas mengenai perkembangan ilmu SCM di dunia secara kuantitatif. Penelitian ini akan menghasilkan negara yang paling banyak melakukan penelitian tentang SCM di dunia, Asia maupun Asia Tenggara beserta subjek dan tema apa yang paling banyak dibahas. Kemudian dapat dilihat bagaimana perbandingan antara satu negara dengan negara yang lainnya. Penelitian dilakukan dengan terlebih dahulu mengumpulkan data-data berupa dokumen penelitian kemudian dianalisa. Analisa yang dilakukan diharapkan menghasilkan simpulan berupa bagaimana perkembangan dan tren penggunaan ilmu SCM di dunia.

METODOLOGI

Metode yang akan digunakan diadaptasi dari penelitian yang sudah dilakukan oleh Halim (2010) yaitu *journal selection, time horizon, article selection, analysis*. Namun pada dokumen ini tidak dilakukan *journal selection* karena sumber utama yang digunakan adalah web.

Pemilihan Sumber

Gambaran mengenai perkembangan ilmu SCM di dunia dapat didapatkan dengan terlebih dahulu mengumpulkan dokumen-dokumen mengenai SCM di dunia dalam jangka waktu tertentu.Dokumen-dokumen yang akan dianalisa merupakan dokumen yang bersumber dari web Scopus. Scopus merupakan web milik Elsevier yang menyediakan *database* mengenai dokumen-dokumen dalam berbagai bidang ilmu di dunia dari berbagai jenis sumber dokumen. Nama Scopus terinspirasi dari burung Hammerkop (*Scopus Umbretta*) yang memiliki kemampuan navigasi yang sangat baik (Burnham, 2006). Scopus dapat memberikan data mengenai dokumen dengan topik SCM dengan lebih mudah dengan banyak menu pilihan dalam mengolah data yang diperoleh. Web Scopus diakses melalui alamat www.scpous.com. Akses dilakukan pada sampaidenganMaret 2014.

Burnham (2006) telah melakukan penelitian mengenai perbandingan Scopus dan web penyimpan *database* dokumen lainnya dan telah memberikan kelebihan-kelebihan Scopus dibandingkan dengan web lainnya. Kelebihan-kelebihan tersebut diantaranya adalah kemudahan dalam pencarian, kategori *author* yang bisa dibagi menjadi *last name* dan *first name*, tampilan yang bisa divariasikan dan banyaknya *link* yang ada sehingga memudahkan dalam penggalian info lebih dalam.Fingerman (2006) juga telah mengutarakan bahwa Scopus memiliki kelebihan dalam penjelasan abstrak suatu dokumen. Abstrak merupakan bagian terpenting dalam suatu dokumen.

Horison Waktu

Horison waktu yang digunakan pada pencarian data tidak dibatasi agar dapat diketahui awal mula penelitian ilmu tentang SCM baik di dunia, Asia, Asia Tenggara maupun di Indonesia. Namun pada saat penyajian hasil dan analisa, horison waktu akan dibagi menjadi 3 dekade yaitu dekade tahun 1990-1999, tahun 2000-2010, dan tahun 2010 sampai dengan sekarang. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan ilmu SCM setiap tahunnya.

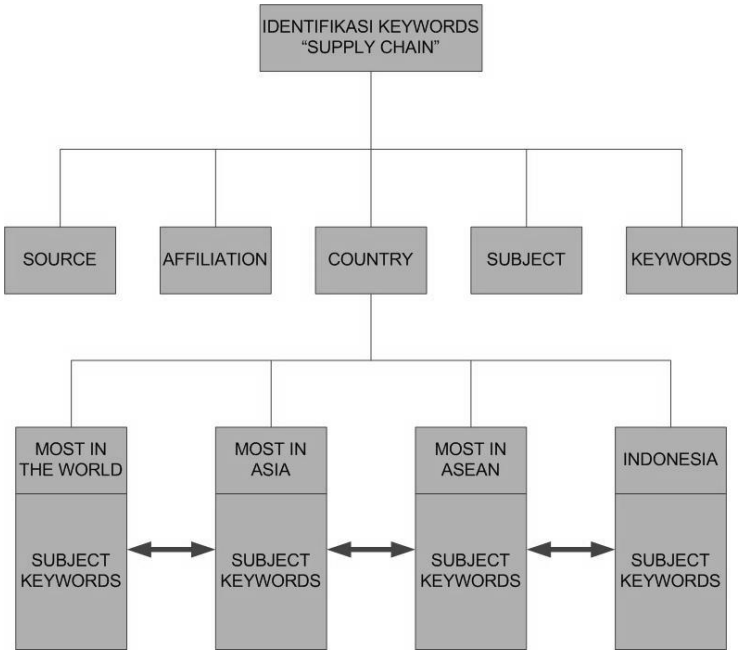
Pemilihan Dokumen

Scopus menyimpan ribuan *database*dokumen dengan berbagai topik dan jenis dokumen. Untuk memilih dokumen-dokumen yang relevan perlu dilakukan penyaringan dengan menu document search. Penyaringan dilakukan dengan mencari dokumen yang memiliki kriteria kriteria tertentu. Kriteria yang disediakan oleh scopus adalah *authors, first author, source title, article title, abstract, keywords, affiliation, language, ISSN, CODEN, DOI, references, conferences*, dan *chemical name*.

Pencarian awal dilakukan dengan memasukkan kata kunci "*supply chain*" ke kategori *abstract, title andkeywords* untuk mencari data mengenai perkembangan ilmu SCM di dunia. Dari data tersebut dipilih negara di dunia, Asia, dan Asia Tenggara yang berada di urutan pertama dalam mempublikasikan dokumen penelitian mengenai SCM. Hasil yang ada menempatkan Amerika Serikat sebagai negara di dunia yang paling banyak mempublikasi dokumen penelitian mengenai SCM, sedangkan di Asia adalah China dan di Asia Tenggara adalah Singapura. Pencarian data di masing-masing negara tersebut dilakukan dengan menambah kata kunci pada pencarian yaitu nama negara tersebut pada kategori *affiliation country*. Pencarian selanjutnya adalah mengenai penelitian tentang SCM di Indonesia dengan cara pencarian yang sama dengan negara-negara lainnya.

Analisa

Dokumen-dokumen yang sudah terkumpul kemudian dianalisa. Analisa yang dilakukan meliputi sumber dokumen, subjek penelitian, kata kunci, afiliasi dan negara afiliasi. Analisa yang dilakukan merupakan analisa kuantitatif. Hasil analisa akan disajikan dalam bentuk tabel maupun diagram.Analisa yang dilakukan hanya meliputi 5 data teratas. Gambar 1 menggambarkan metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 1. Metode penelitian yang digunakan

HASIL DAN ANALISA

Perkembangan SCM di dunia

Dokumen penelitian mengenai SCM di dunia dicari dengan *keywords* "*supply chain*" untuk kategori *abstract, title and keywords*. Hasil yang didapatkan berjumlah 56.031 dokumen penelitian dari berbagai sumber dan berbagai topik. Dokumen-dokumen tersebut kemudian dibagi dibagi ke dalam tiga dekade berdasarkan tahun terbitnya, yaitu decade 1990-an, 2000-an dan 2010-an.

Dari hasil ada, didapatkan bahwa penelitian pertama mengenai SCM di dunia yang dipublikasikan adalah pada tahun1969. Namun hingga tahun 1989 penelitian mengenai SCM masih minim. Satu sumber hanya mempublikasikan satu penelitian. Baru setelah tahun 1990 penelitian mengenai SCM mulai banyak dilakukan.

Jurnal yang paling banyak mempublikasi sampai saat ini adalah *International Journal of Production Economics*.Bila dilihat berdasarkan afiliasinya, penelitian mengenai SCM yang sudah dipublikasikan paling banyak dilakukan oleh universitas di Amerika dan China seperti yang terlihat pada tabel 1. Dari tabel 1 terlihat bahwa Hong Kong Polytechnic University hingga saat inimenguasai publikasi artikel mengenai *supply chain*.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa negara yang paling banyak memiliki publikasi artikel di Scopus adalah Amerika Serikat, disusul China yang sekaligus merupakan negara yang memiliki publikasi artikel paling banyak di Asia. Sedangkan di Asia Tenggara negara yang paling banyak memiliki publikasi artikel adalah Singapura yang berada di urutan ke-21 di dunia. Untuk Indonesia sendiri berada di urutan ke-41 di dunia dari total 160 negara yang tercatat.

Tabel 1. Source, affiliation country and affiliation in the world

Most No.	Category		
	Source	**Affiliation Country**	**Affiliation**
1	International Journal of Production Economics (1112)	United States (12669)	Hong Kong Polytechnic University (507)
2	European Journal of Operational Research (688)	China (9320)	Tsinghua University (366)
3	International Journal of Production Research (685)	United Kingdom (4634)	Wageningen University and Research Centre (324)
4	Supply Chain Management (564)	Germany (3062)	Michigan State University (316)
5	Lecture Notes in Computer	France (1838)	Huazhong University of Science and

	Science Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics (450)		Technology (313)
: :		: :	
21		Singapore (573)	
: :		: :	
41		Indonesia (135)	
	n = 19913	**n = 56031**	**n = 21153**

Sumber: Analisis Web Scopus, Mei 2014

Data mengenai subjek penelitian dan kata kunci yang digunakan pada artikel-artikel mengenai SCM yang dipublikasikan di Scopus digunakan untuk mengetahui tren dari ilmu *supply chain* tersebut. Hasil yang ada menunjukkan bahwa tren keilmuan *supply chain* dalam penelitian adalah sama dari dekade ke dekade selanjutnya, seperti padatabel 2 yang menunjukkan bahwa 4 subjek terbanyak yang dibahas sejak tahun 1990 adalah sama yaitu *engineering*, *business*, *computer science* dan *decision science*. Bahkan jika ditelisik lebih lanjut pada web Scopus, subjek *engineering* sudah mendominasi penelitian mengenai *supply chain* sebelum tahun 1990, yaitu 12 dari 32.

Tabel 2. Subject in the world

Most No.	**Decade**		
	90 - 99	**00 – 09**	**10 – recent**
1	Engineering (605)	Engineering (10984)	Engineering (8649)
2	Business, Management and Accounting (486)	Business, Management and Accounting (6465)	Business, Management and Accounting (6468)
3	Computer Science (165)	Computer Science (5786)	Computer Science (6060)
4	Decision Sciences (144)	Decision Sciences (3694)	Decision Sciences (4182)
5	Materials Science (88)	Social Sciences (1938)	Social Sciences (2051)
	n = 2016	n = 39667	n = 42535

Sumber: Analisis Web Scopus, Mei 2014

Bila dilihat berdasarkan kata kunci yang digunakan, tren penelitian mengenai SCM di dunia banyak berbicara mengenai sistem dalam suatu perusahaan atau industri. Pada tabel 3 terlihat bahwa banyak kata kunci yang berkaitan dengan industri seperti *industrial management*, *optimization*, *inventory control* dan lain-lain. Hal ini sesuai dengan subjek penelitian yang paling banyak dibahas yaitu mengenai *engineering*. Sedangkan secara kuantitatif kata kunci yang paling banyak digunakan sejak tahun 1990 adalah *optimization*.

Tabel 3. Keywords in the world

Most No.	**Decade**		
	90 - 99	**00 – 09**	**10 - recent**
1	Industrial management (231)	Industrial management (2,150)	Industry(1,840)
2	Inventory control (227)	Inventory control(1,916)	Optimization(1,701)
3	Strategic planning (218)	Mathematical models (1,894)	Manufacture(1,615)
4	Marketing (201)	Costs (1,714)	Sales(1,549)
5	Competition (117)	Competition (1,674)	Profitability(1,450)
6	Scheduling (110)	Decision making (1,643)	Logistics (1,243)
7	Costs (107)	Customer satisfaction (1,622)	Costs (1,241)
8	Information technology (107)	Logistics (1,600)	Competition (1,018)
9	Production control (106)	Marketing (1,567)	Nonhuman(1,002)
10	Resource allocation (104)	Optimization (1,501)	Human(998)
	n = 5572	n = 73339	n = 59464

Sumber: Analisis Web Scopus, Mei 2014

Perkembangan SCM di Amerika Serikat

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa subjek penelitian maupun kata kunci yang paling banyak digunakan pada penelitian di Amerika hampir sama dengan yang ada di dunia. Hal tersebut sesuai dengan posisi Amerika Serikat sebagai negara yang paling banyak mempublikasikan penelitian mengenai SCM di dunia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penelitian mengenai SCM di Amerika Serikat cukup menggambarkan tren penelitian SCM di dunia.

Tabel 4. Perkembangan ilmu SCM di Amerika Serikat

	Decade		
	90-99	**00-09**	**10-recent**
Subject	Engineering (193)	Engineering (2323)	Business, Management and Accounting (1636)
	Business, Management and Accounting (164)	Business, Management and Accounting (1930)	Engineering (1485)
	Computer Science (81)	Decision Sciences (1360)	Decision Sciences (1123)
	Decision Sciences (81)	Computer Science (1190)	Computer Science (771)
	Mathematics (50)	Mathematics (599)	Social Sciences (397)
	n = 725	n = 9891	n = 5237
Keywords	Inventory control (98)	Industrial management (636)	Optimization (321)
	Strategic planning (80)	Inventory control (606)	Human (312)
	Industrial manager (76)	Mathematical models (536)	Sales (310)
	Marketing (58)	Costs (485)	Industry (291)
	Purchasing (49)	Decision making (480)	Nonhuman (282)
	n = 1819	n = 18792	n = 12434

Sumber: Analisis Web Scopus, Mei 2014

Perkembangan SCM di China

Tabel 5. Perkembangan ilmu SCM di China

	Decade		
	90-99	**00-09**	**10-recent**
Subject	Engineering (7)	Engineering (2285)	Engineering (2537)
	Energy (1)	Computer Science (1638)	Computer Science (2076)
	Physics and Astronomy (1)	Business, Management and Accounting (708)	Business, Management and Accounting (1271)
	Materials Science (1)	Decision Sciences (658)	Decision Sciences (955)
	-	Social Sciences (319)	Mathematics (610)
	n = 10	n = 6293	n = 9181
Keywords	Agile manufacturing systems(3)	Mathematical models (528)	Profitability (791)
	Competition (3)	Logistic (523)	Manufacture (752)
	Industrial management (3)	Competition (492)	Industry (716)
	Management information (3)	Optimization (369)	Optimization (685)
	Production control (3)	Decision making (338)	Sales (677)
	n = 60	n = 14029	n = 20860

Sumber: Analisis Web Scopus, Mei 2014

Publikasi penelitian mengenai SCM di China jumlahnya meningkat sangat pesat pada dekade 2000-an dan terus meningkat setiap tahun. Jumlah publikasi yang tercatat oleh Scopus di China pada dekade 1990-an adalah 9 buah, sedangkan pada decade 2000-an berjumlah 3.649 buah, bahkan dari tahun 2010 hingga Maret 2014 jumlah yang tercatat sudah melebihi jumlah publikasi pada dekade 2000-an yaitu sebanyak5.405 publikasi penelitian. Perkembangan yang pesat sejak tahun 2000 ini membuat China berada di urutan kedua di dunia setelah Amerika Serikat dalam hal banyaknya jumlah penelitian mengenai SCM yang dipublikasikan di Scopus. Bahkan tiga afiliasi yang menyumbangkan penelitian mengenai SCM terbanyak di dunia berasal dari China.

Tren ilmu SCM di China sedikit berbeda dengan tren ilmu SCM di dunia. Tabel 5 menunjukkan bahwa subjek mengenai *computer science* berada di posisi kedua sejak tahun 2000 disusul dengan

business, management and accounting, berlawanan dengan tren di dunia dimana *computer science* berada di urutan ketiga setelah *business, management and accounting*. Namun secara umum adalah sama.

Perkembangan SCM di Singapura

Pada dekade 1990-an publikasi artikel mengenai SCM di Singapura jumlahnya tidak jauh berbeda dengan China, namun pertumbuhannya pada dekade 2000-an tidak begitu pesat seperti China yaitu hanya berjumlah 313 publikasi dari sebelumnya 6 publikasi. Dan sampai data pada penelitian ini diambil tercatat baru 224 publikasi sejak tahun 2010. Secara umum tren pembahasan pada penelitian mengenai SCM di Singapura tidak jauh berbeda dengan yang ada di dunia. Perbedaannya terletak pada urutan subjek-subjek penelitian terbanyak yang bisa dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perkembangan ilmu SCM di Singapura

Decade	90-99	00-09	10-recent
Subject	Engineering (5)	Engineering (174)	Engineering (88)
	Chemical Engineering (2)	Computer Science (116)	Decision Sciences (72)
	Mathematics (1)	Decision Sciences (62)	Business, Management and Accounting (71)
	Business, Management and Accounting (1)	Business, Management and Accounting (59)	Computer Science (68)
	Computer Science (1)	Mathematics (47)	Mathematics (24)
	n = 11	n = 588	n = 448
Keywords	Computer integrated manufacturing (2)	Mathematical models (43)	Industry (21)
	Computer simulation (2)	Optimization (43)	Optimization (20)
	Cost effectiveness (2)	Inventory control (37)	Sales (19)
	Productivity (2)	Scheduling (37)	Cost (16)
	Algorithms (1)	Decision making (36)	Profitability (16)
	n = 61	n = 1384	n = 793

Sumber: Analisis Web Scopus, Mei 2014

Perkembangan SCM di Indonesia

Publikasi artikel mengenai SCM di Indonesia baru dimulai pada dekade 2000-an. Jumlah publikasi pun tidak begitu banyak, yaitu 83 publikasi. Terdapat perbedaan mengenai tren keilmuan SCM di Indonesia dengan yang ada di dunia seperti yang ditunjukkan pada tabel 7. Tidak seperti di dunia maupun di negara-negara yang sudah disebutkan sebelumnya, subjek mengenai *engineering* di Indonesia berada di urutan kedua. Selain itu terdapat satu buah subjek yang berada di posisi atas di Indonesia namun tidak di dunia yaitu *agricultural and biological science*. Hal ini berkaitan dengan basis ekonomi Indonesia yang masih banyak berbasiskan pada bidang pertanian. Namun pada dekade 2010-an subjek *agricultural and biological science* mulai berkurang digantikan dengan *business, management and accounting*.

Tabel 7. Perkembangan ilmu SCM di Indonesia

	Decade		
	90-99	00-09	10-recent
Subject	-	Agricultural and Biological Science (17)	Business, Management and Accounting (24)
	-	Engineering (14)	Engineering (21)
	-	Business, Management and Accounting (11)	Computer Science (17)
	-	Computer Science (8)	Agricultural and Biological Science (14)
	-	Decision Science (5)	Decision Science (14)
	n = 0	n = 74	n = 132
Keywords	-	Customer satisfaction (5)	Industry (8)
		Decision making (4)	Mathematical Models (7)
		Logistics (4)	Optimization (7)
		Mathematical models (4)	Agriculture (6)
		Research (4)	Competition (6)
	n = 0	n = 243	n = 326

Sumber: Analisis Web Scopus, Mei 2014

Perbandingan Tren Ilmu SCM di Dunia, China, Amerika Serikat, Singapura dan Indonesia

Tabel 8 menunjukkan perbandingan perkembangan dan tren ilmu SCM antara di dunia, China, Amerika Serikat, Singapura dan Indonesia.Tabel tersebut menunjukkan bahwa tren ilmu SCM di dunia, Amerika Serikat, Cina, Singapura maupun Indonesia masih paling banyak membahas di bidang *engineering*. Hasil tersebut relative tidak berubah dari hasil beberapa tahun lalu yang ditemukan oleh Burgess et. al. (2006). Burgess et. al. (2006) mendapati bahwa focus kajian ilmu SCM didominasi oleh industry manufaktur. Namun apabila berdasarkan kata kunci yang digunakan, maka *optimization* menempati urutan pertama tren penggunaan ilmu SCM. Banyaknya aplikasi untuk masalah optimasi karena optimasi biaya perusahaan dari perusahaan ke *supplier* maupun konsumen merupakan bagian vital terutama bagi perusahaan besar multinasional (LummusdanVokurka 1999, Lummus et. al. 2001, Tanner 1999).

Tren focus kajian kedua pada umumnya adalah mengenai bisnis yang terus meningkat jumlahnya. Guiniperoet. al. (2008) menemukan bahwa penelitian mengenai pentingnya ilmu SCM di dunia bisnis jumlahnya semakin banyak yang mengakibatkan aplikasi ilmu SCM di dunia bisnis yang semakin merebak.

Tren keilmuan SCM di Indonesia terbilang unik dibandingkan negara lainnya karena terdapat subjek *agricultural* yang berada di urutan ketiga. Namun secara umum negara-negara yang berada di urutan atas di Scopus memiliki tren ilmu Scopus yang sama, sedikit perbedaannya terletak pada urutan subjek-subjek yang paling banyak dibahas.

Tabel 8. Perbandingan tren ilmu SCM di dunia, Amerika Serikat, China, Singapura dan Indonesia

	Affiliation Country				
	World	**United States**	**China**	**Singapore**	**Indonesia**
Subject	Engineering	Engineering	Engineering	Engineering	Engineering
	Business, Management and Accounting	Business, Management and Accounting	Computer Science	Computer Science	Business, Management and Accounting
	Computer Science	Decision Science	Business, Management and Accounting	Decision Sciences	Agricultural and Biological Sciences
	Decision Sciences	Computer Sciences	Decision Sciences	Business, Management and Accounting	Computer Science
	Social Sciences	Social Sciences	Mathematics	Mathematics	Decision Sciences
Keywords	Optimization	Inventory control	Optimization	Optimization	Mathematical Models
	Costs	Costs	Logistics	Mathematical models	Industry
	Sales	Optimization	Profitability	Inventory control	Costs
	Logistics	Industrial Management	Sales	Computer simulation	Sales
	Inventory Control	Decision Making	Competition	Decision making	Competition

Sumber: Analisis Web Scopus, Mei 2014

KESIMPULAN

SCM (*Supply Chain Management)* merupakan sebuah disiplin ilmu baru yang peranannya penting bagi suatu perusahaan terutama perusahaan besar untuk mempermudah sistem logistik yang semakin kompleks akibat adanya *global supply chain* dan kemajuan sistem informasi. Selain itu SCM membantu dalam meminimasi biaya yang dikeluarkan perusahaan ke *supplier* maupun konsumen. Artikel ini telah menunjukkan perkembangan SCM sebagai sebuah disiplin ilmu di dunia melalui pengamatan data-data dokumen penelitian yang telah dipublikasikan oleh Scopus. Secara kuantitatif, hasil yang ada menunjukkan bahwa ilmu SCM di dunia semakin berkembang dengan ditandai oleh semakin banyaknya tema maupun subjek penelitian yang ada. Namun ada perbedaan mengenai perkembangan ilmu SCM di antara negara-negara tertentu. Tren keilmuan SCM di Indonesia agak berbeda dengan tren keilmuan SCM di dunia pada umumnya. Tren ilmu SCM di Indonesia hingga saat inilebih banyak digunakan dalam bidang bisnis daripada bidang *engineering* seperti pada tren kebanyakan negara di dunia. Penelitian ini

sebaiknya terus dilanjutkan untuk mengetahui perkembangan keilmuan SCM karena perubahan tren ilmu SCM terjadi setiap tahunnya.

DAFTAR PUSTAKA

Burgess, Kevin et. al. 2006. "Supply Chain Management: A Structured Literature Review And Implications for Future Research". *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 26, No.7, p. 703-729.

Burnham, Judy F. 2006. "Scopus Database: A Review". *Biomedical Digital Libraries*. USA.

Croom, Simon et. al. 2000. "Supply Chain Management: An Analytical Framework For Critical Literature Review". *Europan Journal of Purchasing And Supply Management*, Vol. 6, p. 67-83.

Fingerman, S. 2006. "Web of Science And Scopus: Current Features and Capabilities". *Issues in Science and Technology Librarianship*. John Hopkins University, Maryland.

Guinipero, Larry C. et. al. 2008."A Decade of SCM Literature: Past, Present and Future Implication".*Journal of Supply Chain Management*, Vol. 44, No. 4, p. 66-86.

Halim, Zaheed. 2010. "Literature Review and Future Directions in SCM Research". *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Dhaka, Bangladesh.

Jain, Jineshet. al. 2010. "Supply Chain Management: Literature Review And Some Issues". *Journal of Studies on Manufacturing*, Vol. 1, Iss.1, p. 11-25.

James, Assey Mbang Janvier. 2012. "A New Introduction to Supply Chains and Supply Chain Management: Definitions and Theories Perspective*". International Business Research*, Vol. 5, No.1, Pp. 194-207.

Mentzer, John T. et. al. 2001. "Defining Supply Chain Management". *Journal of Business Logistic*, Vol. 22, No. 2, Pp. 1-25.

Park, Albert et. al. 2013. "Supply Chain Perspectives and Issues: A Literature Review". *World Trade Organization and Fung Global Institute*.

Shukla, Rajendra K. et. al. 2011. "Understanding of Supply Chain: A Literature Review". *International Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 3, No. 3, p. 2059-2072

PERANCANGAN TATA LETAK AREA PRODUKSI PREPARATION COLLAR DI PT. UNGARAN SARI GARMENT III UNIT PRINGAPUS 1 DENGAN METODE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING

Muhammad Iqbal Hidayat[1], Azizah Aisyati[2], Pringgo Widyo Laksono[3]
[1,2,3]Laboratorium Sistem Produksi, Jurusan teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: iqbalhidayat@hotmail.com,aisyati@yahoo.com, pringgo@ft.uns.ac.id

ABSTRAKS
Tata letak fasilitas produksi merupakan pengaturan letak fasilitas dengan mempertimbangkan aliran pemindahan bahan dan luas area. Desain fasilitas yang baik dapat mengoptimalkan proses produksi perusahaan dan terjaminya kelancaran aliran bahan-bahan, penyimpanan bahan baik bahan baku, bahan setengah jadi maupun produk jadi.
Sebagai salah satu perusahaan garment di Indonesia, PT. Ungaran Sari Garment merupakan perusahaan garment eksportir terbesar yang memproduksi pakaian pria. Berdasarkan pengamatan, permasalahan yang ada yaitu adanya bottleneck pada line assembly yang disebabkan dari terlambatnya supply dari line preparation collar. Hal ini disebabkan karena kurang tepatnya penempatan fasilitas produksi pada line preparation collar yang tidak sesuai dengan urutan proses sehingga menyebabkan adanya ketidakteraturan gerakan yang berpengaruh pada jarak material handling. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan tata letak fasilitas pada line produksi collar. Metode Systematic Layout planning diterapkan untuk dapat meminimumkan aliran material dan mempertimbangkan hubungan keterkaitan ruangan, kebutuhan ruangan dan ruang yang tersedia. Hasil analisa dan perancangan ulang tata letak fasilitas produksi ialah layout usulan dengan pengukuran jarak menggunakan metode aisle distance, yaitu jarak tempuh perpindahan bahan yang semula 5539.6 m menjadi sebesar 2681.7 m atau mengalami penghematan sebesar 52 % dari layout sebelumnya. Dengan demikian, layout usulan diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan bagi perusahaan dalam menata ulang letak fasilitas produksi di PT. Ungaran Sari Garment III unit Pringapus 1.

***Kata kunci**: layout, systematic layout planning, garment*

PENDAHULUAN

Tata letak pabrik merupakan landasan utama dalam pengaturan tata letak produksi dan area kerja yang memanfaatkan luas area kerja untuk menempatkan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainya serta memperlancar gerakan perpindahan material sehingga diperoleh suatu aliran bahan dan kondisi kerja yang teratur, aman dan nyaman sehingga mampu menunjang upaya pencapaian tujuan perusahaan.

PT Ungaran Sari Garment (PT.USG) adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan *garment*. PT. USG merupakan perusahaan dengan sistem *make to order*, yaitu perusahaan yang akan memproduksi setelah ada *order* dari *buyer*, dimana jumlah dan *style* produk ditentukan oleh *buyer*. Perusahaan ini mampu menghasilkan *garment* dengan *output* antara 12.000 – 14.000 pcs/hari. Proses produksi berlangsung pada 3 departemen yaitu departemen *cutting, sewing* dan *finishing*. Departemen *sewing* mempunyai 2 lini produksi yaitu *line preparation*, dan *line assembly*. *Line preparation* terdiri dari 5 line yaitu preparation *back, sleeve, cuff, front*&*pocket*, serta *collar*.

Masalah yang terjadi pada PT. Ungaran Sari Garment yaitu sering terlambatnya *supply* dari line preparation collar yang mengakibatkan adanya *bottleneck* pada *line assembly*. Dari observasi yang dilakukan keterlambatan *supply* dari *line preparation collar* dikarenakan adanya *waste* (pemborosan) yang terjadi pada *line preparation collar* seperti *waste* gerakan bolak-balik. *Waste* transportasi berlebihan terjadi karena penempatan mesin yang tidak melihat urutan proses. Tata letak fasilitas yang tidak memperhatikan aliran proses produksi, penempatan mesin-mesin produksi dan kebutuhan aktivitas produksi menyebabkan waktu proses menjadi lebih lama daripada seharusnya dan hal ini akan berpengaruh terhadap proses selanjutnya dan akan berdampak langsung pada keterlambatan pengiriman ke proses selanjutnya.

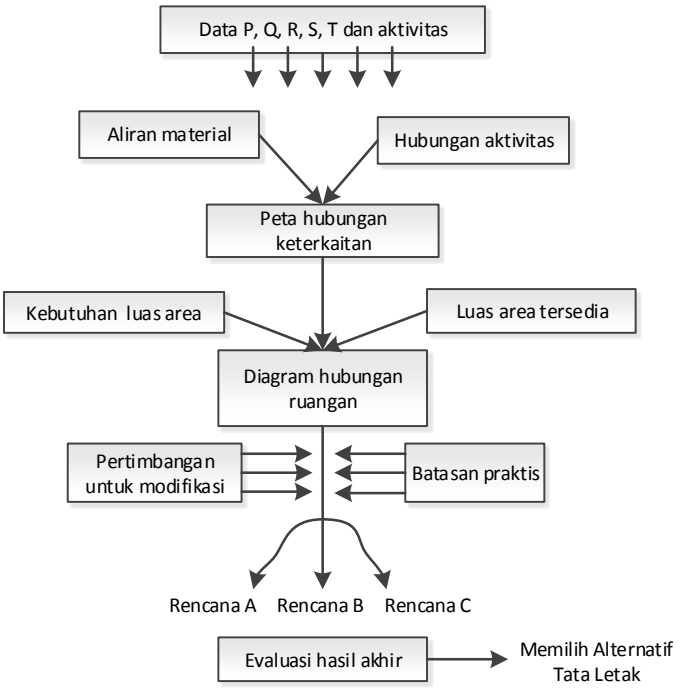
Adapun metode yang digunakan dalam penelitian untuk memperbaiki masalah tata letak ini adalah metode *Systematic Layout Planning* (SLP) yang dikembangkan oleh Muther (1973). SLP merupakan suatu pendekatan sistematis dan terorganisir untuk suatu perencanaan *layout* (Wignjosoebroto, 2009). Metode SLP diterapkan karena dapat meminimumkan aliran material dan mempertimbangkan hubungan

keterkaitan ruangan, kebutuhan ruangan dan ruang yang tersedia. Performasi yang baik bisa didapatkan dengan menggunakan metode SLP (Wignjosoebroto dkk 2009).

STUDI LITERATUR

a) Systematic layout planning

Langkah-langkah dalam perencanaan SLP adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Prosedur systematic layout planning

Langkah 1 – Aliran Material

Penggambaran aliran material dalam bentuk OPC atau FPC dengan menggunakan simbol-simbol ASME. Langkah ini akan memberikan landasan pokok bagaimana tata letak fasilitas produksi sebaiknya diatur berdasarkan urutan proses pembuatan produknya. Terutama diaplikasikan pada tipe *product layout*. Disini penggambaran perjalanan (*trip*) dari suatu area (stasiun kerja) menuju ke area yang lain dengan berdasarkan faktor volume produksi.

Langkah 2 – *Activity Relationship Diagram* (ARD)

Menunjukkan derajat kedekatan yang dikehendaki dari departemen dan area kerja dalam sebuah pabrik. ARD ini menggambarkan *layout* dan menganalisa hubungan antar departemen atau fasilitas kerja yang tidak bisa ditunjukkan secara kuantitatif berdasarkan analisa aliran material.

Langkah 3 – *Relationship* diagram

Penetapan *layout* fasilitas kerja berdasarkan aliran produk (*product flow*) dan hubungan aktivitasnya, tanpa memperhatikan luasan areanya. Langkah awal untuk menetapkan tata letak fasilitas produksi yang sebaik-baiknya berdasarkan pertimbangan kuantitatif dan kualitatif.

Langkah 4 dan 5 – Langkah penyesuaian

Penyesuaian terhadap luas area yang dibutuhkan dan yang tersedia. Kebutuhan luas area, dalam hal ini sangat dipengaruhi oleh kapasitas terpasang (jumlah mesin, peralatan, dan fasilitas produksi lainya yang harus ditampung). *Space* yang tersedia akan sangat dipengaruhi oleh *existing land and building*.

Langkah 6 – *Space Relationship Diagram* (SRD)

Dengan memperhatikan kebutuhan-kebutuhan akan luasan area untuk fasilitas yang ada dan juga ketersediaan luas maka SRD ini dibuat, yaitu penetapan fasilitas *layout* dengan memperhatikan ruangan yang ada.

Langkah 7 dan 8 – *Modifying Consideration* dan *Practical Limitation*

Modifikasi dengan memperhatikan bentuk bangunan, letak kolom, *material handling system*, jalur lintasan, dll.

Langkah 9 – Rancangan Alternatif *Layout*

Membuat alternatif-alternatif *layout* yang bisa diusulkan untuk kemudian diambil alternatif terbaik berdasarkan tolak ukur yang telah ditetapkan.

Langkah 10 – *Decision Alternative*, Implementasi, dan Evaluasi.

Melakukan evaluasi atas alternatif yang telah dipilih dan melakukan penataan ulang pada tata letak yang telah dipilih apabila diperlukan.

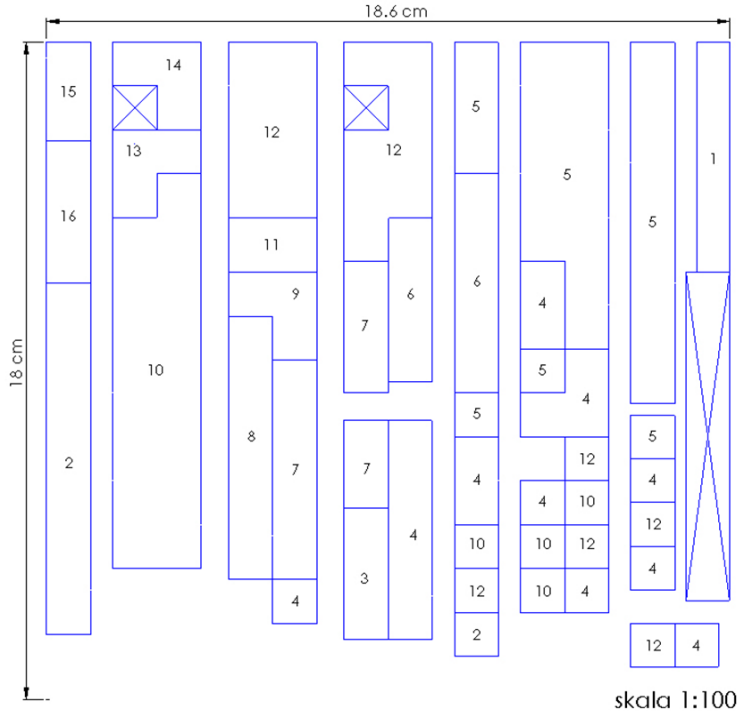
b) Collar

Bahan penyusun dari salah satu pembuatan bagian *garment* yaitu *collar* atau biasa disebut dengan kerah adalah *top collar*, *under collar*, *top stand collar*, *under stand collar* dan *patch collar*.

Gambar 2. Produk collar

c) Layout awal

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa layout awal banyak terdapat area kerja yang tidak terkelompokkan dengan baik. Untuk mengatasi hal ini peneliti menggunakan metode*Systematic Layout Planning* untuk menyelesaikan masalah yang ada.



Gambar 3. Layout awal

Keterangan gambar :

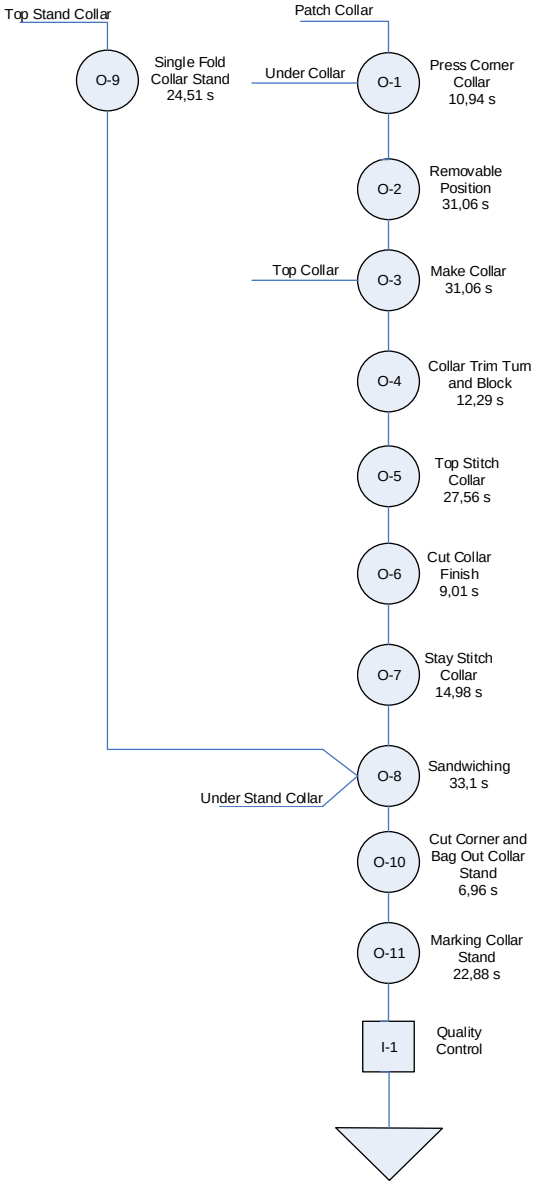
1. *Panel before process*
2. *Single fold collar stand*
3. *Press corner collar*
4. *Removable position*
5. *Make collar*
6. *Collar trim, turn and press*
7. *Top stitch collar*
8. *Cut collar finish*
9. *Stay stitch collar*
10. *Sandwiching collar*
11. *Cut corner and bagout collar stand*

12. *Top stitch collar stand*
13. *Cut collar stand finish*
14. *Marking collar stand*
15. *Quality control*
16. *Panel after process*

METODE PENELITIAN

a) Peta proses operasi

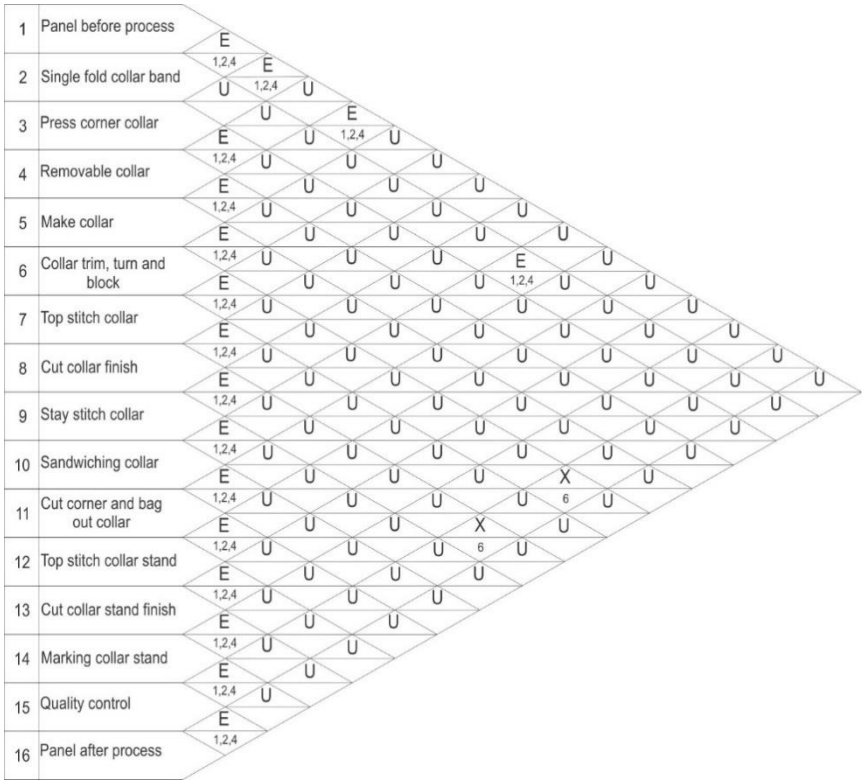
Tahap awal dari metode *Systematic Layout Planning* yaitu peta proses operasi. Peta proses operasi dibuat berdasarkan data yang diambil di lapangan. Peta proses operasi ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Peta proses operasi

b) Activity relationship chart

Activity Relationship Chart menghubungkan aktivitas-aktivitas secara berpasangan sehingga semua aktivitas akan bisa dapat diketahui tingkat hubunganya. Hubungan yang dimaksud yaitu dapat berupa hubungan aliran material, peralatan, operator, informasi atau dapat berupa keterkaitan hubungan lingkungan maupun keterkaitan hubungan proses. *Activity Relationship Chart* ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Activity relationship chart (ARC)

Tiap kode huruf tersebut kemudian disertakan kode alasan yang menjadi dasar penentuan penulis menentukan derajat kedekatan.

Tabel 1. Derajat kedekatan

Derajat Kedekatan	Keterangan
A	Mutlak perlu
E	Sangat penting
I	Penting
O	Biasa
U	Tidak penting
X	Tidak diharapkan

Sumber : James Apple, 1977

Sedangkan untuk kode yang berupa angka merupakan keterangan untuk pemberian notasi kode huruf untuk setiap hubungan antara fasilitas produksi.

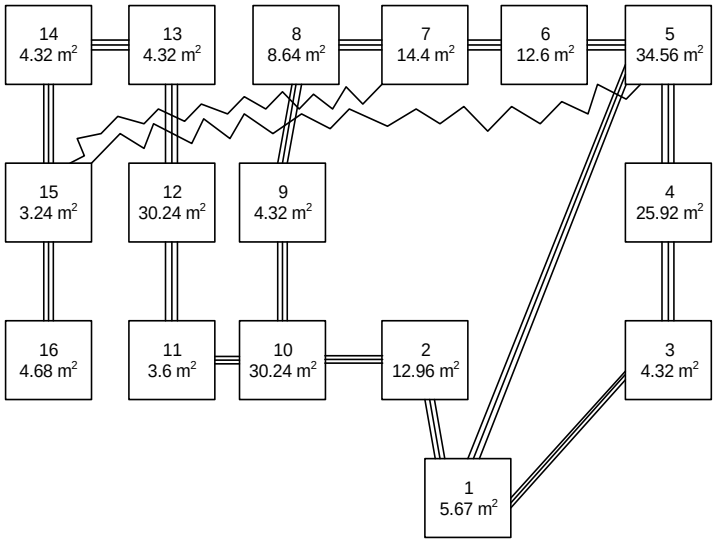
Tabel 2. Kode activity relationship chart

Kode	Alasan
1	Urutan aliran kerja
2	Derajat hubungan kepegawaian
3	Kemudahan pengawasan
4	Perpindahan alat/pegawai
5	Alat informasi dan komunikasi berhubungan
6	Bising dan debu
7	Karyawan sama

c) Activity relationship diagram

Tahap selanjutnya pada metode SLP yaitu *Activity Relationship Diagram* yang menggambarakan hubungan antara tiap area kerja yang ada. Hubungan antara tiap area kerja nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam menyusun layout usulan.*Activity relationship diagram* ditunjukkan pada gambar 6.
Keterangan garis :

1. 4 garis : tingkat derajat kedekatan A
2. 3 garis : tingkat derajat kedekatan E
3. 2 garis : tingkat derajat kedekatan I
4. 1 garis : tingkat derajat kedekatan O
5. Tidak ada garis : tingkat derajat kedekatan U
6. Garis bergelombang : tingkat derajat kedekatan X



Gambar 6. Activity relationship diagram (ARD)

d) Perancangan block layout usulan

Setelah dilakukan tahap *Activity relationship diagram* kemudian dilakukan perancangan block layout usulan. Perancangan *block layout* usulan berdasarkan pada hubungan ruangan antar area kerja pada line preparation collar.

Dalam suatu perancangan alternatif tata letak usulan diperlukan pembuatan *block layout* atau diagram blok. Diagram blok dibuat berdasarkan diagram hubungan ruangan yang sudah dibuat ditambah dengan pertimbangan-pertimbangan yang ada.

1. Perancangan *layout* usulan tahap 1

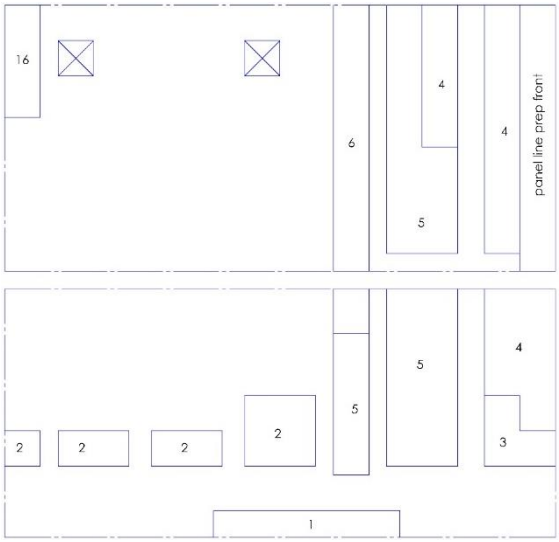
Pada tahap awal yang dilakukan dalam perancangan *layout* usulan dengan menambahkan jalan ditengah area *line preparation collar* yang bertujuan untuk memudahkan perpindahan dan memindahkan area kerja nomer 1 pada bagian bawah *layout* dikarenakan area 1 adalah *panel before process* yang merupakan tempat penyimpanan bahan baku dan yang berhubungan dengan area 1 adalah area kerja 2, 3 dan 5. Pada tahap 1 ini juga dilakukan penempatan area kerja 16 yaitu *panel after process* yang merupakan tempat penyimpanan barang jadi yang diletakkan pada sudut ruangan yang bertujuan memudahkan perpindahan material dari area *line preparation collar* menuju area *assembling.* Selain itu, dilakukan pemindahan *panel line preparation front* karena permintaan dari *supervisor line preparation front*. Pada tahap ini juga dilakukan penempatan area kerja 2, 3 dan 5 berdekatan dengan area kerja 1 serta penempatan area kerja 4 berdekatan dengan area kerja 3 dan area kerja 5 karena hubungan aliran material. Selain itu dilakukan penempatan area kerja 6 berdekatan dengan area kerja 5.Karena hubungan aliran material. Perancangan blok *layout* usulan tahap 1 ditunjukkan pada gambar 7.

2. Perancangan *layout* usulan tahap 2

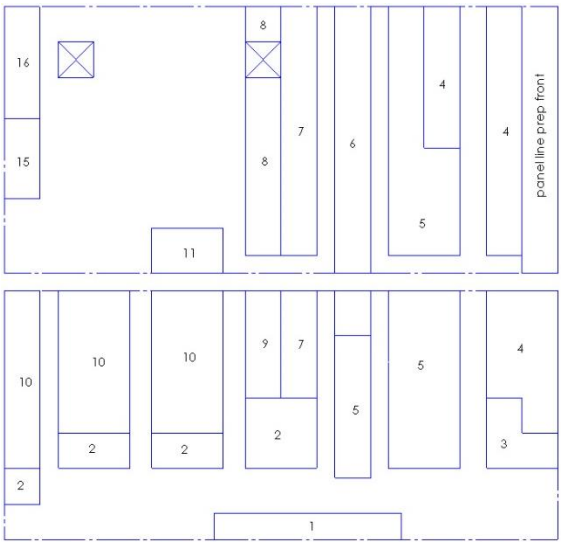
Pada tahap ini dilakukan penempatan area kerja 7 berdekatan dengan 6, area 8 yang berdekatan dengan area 7, area kerja 9 yang berdekatan dengan area 8, serta area kerja 10 yang berdekatan dengan area kerja 2 dan 9, area kerja 11 berdekatan dengan area kerja 10 dan area kerja 15 yang diletakkan berdekatan dengan area kerja 16. Penempatan dari area kerja yang ada dilakukan dengan pertimbangan kedekatan aliran material.Perancangan blok *layout* usulan tahap 2 ditunjukkan pada gambar 8.

3. Perancangan *layout* usulan tahap 3

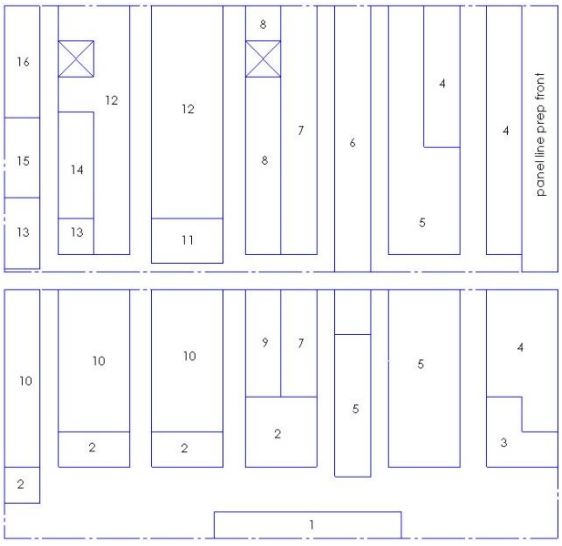
Pada tahap ini dilakukan pendekatan area kerja 12 dengan area kerja 11, area kerja 14 dengan area kerja 15, dan area kerja 13 dengan area kerja 12 dan 14. Penempatan area kerja ini dilakukan dengan pertimbangan kedekatan aliran material. Perancangan blok *layout* usulan tahap 3 ditunjukkan pada gambar 9



Gambar 7. Perancangan *block layout* tahap 1



Gambar 8. Perancangan *block layout* tahap 2

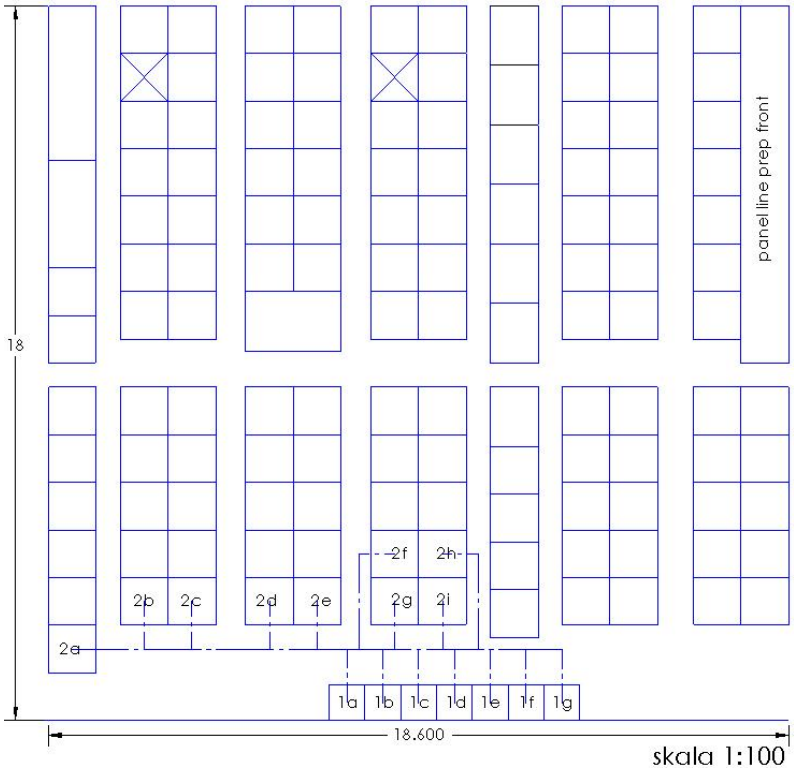


Gambar 9. Perancangan *block layout* tahap 3

e) Penugasan operator

Setelah *block layout* selesai dibuat maka kemudian dibuat penugasan operator untuk tiap area kerja yang bertujuan untuk melakukan pembuatan detail terhadap penugasan setiap operator yang ada. Penugasan operator diperoleh dengan menghitung jarak dari tiap-tiap area kerja yang ada kemudian mencari jarak material handling yang paling minimal dengan metode *Linier Programming*.

Pembuatan penugasan operator yang dilakukan yaitu pengukuraan jarak untuk setiap operator antar area kerja pada *layout* usulan.



Gambar 10. Aliran material area kerja 1 ke area kerja 2

Pada model *Linear Programming* jarak sebagai perameter model. Jarak yang diukur untuk masing-masing operator untuk area kerja 1 ke area kerja 2 ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Jarak antar operator layout usulan area kerja 1 dan area kerja 2

FROM \ TO		2								
		a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	a	8.3	7.7	6.5	4.5	3.3	5.0	3.8	8.0	5.0
	b	9.2	8.6	7.4	5.4	4.2	5.3	2.9	7.1	4.1
	c	10.1	9.5	8.3	6.3	5.1	6.2	3.2	6.2	3.2
	d	11.0	10.4	9.2	7.2	6.0	7.1	4.1	5.3	2.9
	e	11.9	11.3	10.1	8.1	6.9	8.0	5.0	5.0	3.8
	f	12.8	12.2	11.0	9.0	7.8	8.9	5.9	5.9	4.7
	g	13.7	13.1	11.9	9.9	8.7	9.8	6.8	6.8	5.6

Variabel yang digunakan pada Linear Programming adalah Aij yang merupakan jumlah job yang dipindahkan dari area kerja i ke area kerja j.

Tabel 4. Notasi linear programming area kerja 1 dan area kerja 2

FROM \ TO		2									Jumlah Job
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	
1	a	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	**3**
	b	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	**3**
	c	A31	A32	A33	A34	A35	A36	A37	A38	A39	**3**
	d	A41	A42	A43	A44	A45	A46	A47	A48	A49	**3**
	e	A51	A52	A53	A54	A55	A56	A57	A58	A59	**3**
	f	A61	A62	A63	A64	A65	A66	A67	A68	A69	**3**
	g	A71	A72	A73	A74	A75	A76	A77	A78	A79	**3**
Jumlah Job		**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**	**3**	**21**

Fungsi tujuan dari penugasan area 1 ke area kerja 2 adalah :

Min Z = 8.3A1 + 7.7A12 + 6.5A13 + 4.5A14 + 3.3A15+ 5A16+ 3.8A17 + 8A18 + 5.0A19 + 9.2A21 +8.6A22 + 7.4A23 + 5.4A24 + 4.2A25 + 5.3A26 + 2.9A27 + 7.1A28 + 4.1A29 + 10.1A31 + 9.5A32 + 8.3A33 + 6.3A34 + 5.1A35 + 6.2A36 + 3.2A37 + 6.2A38+3.2A39 + 11A41 + 10.4A42 + 9.2A43 + 7.2A44 + 6.0A45 + 7.1A46 +4.1A47 +5.3A48 +2.9A49 + 11.9A51 + 11.3A52 + 10.1A53 + 8.1A54 + 6.9A55 + 8A56 + 5A57 + 5A58 + 3.8A59 + 12.8A61 + 12.2A62 + 11A63 + 9A64 + 7.8A65 + 8.9A66 + 5.9A67 + 5.9A68 + 4.7A69 + 13.7A71 + 13.1A72 + 11.9A73 + 9.9A74 + 8.7A75 + 9.8A76 + 6.8A77 + 6.8A78 + 5.6A79

Sedangkan batasan yang ada yaitu :

1) Batasan untuk job yang di pindahkan dari area kerja 1a
   A11 + A12 + A13 + A14 + A15 + A16 + A17 + A18 + A19 = 3
2) Batasan untuk job yang di pindahkan dari area kerja 1b
   A21 + A22 + A23 + A24 + A25 + A26 + A27 + A28 + A29 = 3
3) Batasan untuk job yang di pindahkan dari area kerja 1c
   A31 + A32 + A33 + A34 + A35 + A36 + A37 + A38 + A39 = 3
4) Batasan untuk job yang di pindahkan dari area kerja 1d
   A41 + A42 + A43 + A44 + A45 + A46 + A47 + A48 + A49 = 3
5) Batasan untuk job yang di pindahkan dari area kerja 1e
   A51 + A52 + A53 + A54 + A55 + A56 + A57 + A58 + A59 = 3
6) Batasan untuk job yang di pindahkan dari area kerja 1f
   A61 + A62 + A63 + A64 + A65 + A66 + A67 + A68 + A69 = 3
7) Batasan untuk job yang di pindahkan dari area kerja 1g
   A71 + A72 + A73 + A74 + A75 + A76 + A77 + A78 + A79 = 3
8) Batasan untuk job yang di pindahkan ke area kerja 2a
   A11 + A21 + A31 + A41 + A51 + A61 + A71 = 2
9) Batasan untuk job yang di pindahkan ke area kerja 2b
   A12 + A22 + A32 + A42 + A52 + A62 + A72 = 2
10) Batasan untuk job yang di pindahkan ke area kerja 2c
    A13 + A23 + A33 + A43 + A53 + A63 + A73 = 2
11) Batasan untuk job yang di pindahkan ke area kerja 2d
    A14 + A24 + A34 + A44 + A54 + A64 + A74 = 2
12) Batasan untuk job yang di pindahkan ke area kerja 2e
    A15 + A25 + A35 + A45 + A55 + A65 + A75 = 2
13) Batasan untuk job yang di pindahkan ke area kerja 2f
    A16 + A26 + A36 + A46 + A56 + A66 + A76 = 2
14) Batasan untuk job yang di pindahkan ke area kerja 2g
    A17 + A27 + A37 + A47 + A57 + A67 + A77 = 3
15) Batasan untuk job yang di pindahkan ke area kerja 2h
    A18 + A28 + A38 + A48 + A58 + A68 + A78 = 3
16) Batasan untuk job yang di pindahkan ke area kerja 2i
    A19 + A29 + A39 + A49 + A59 + A69 + A79 = 3
17) Batasan lain
    Aij $\geq$ 0

Setelah variabel, fungsi tujuan dan batasan diketahui kemudian dilakukan input pada software WinQSB yang bertujuan untuk membagi penugasan untuk masing-masing operator dan dilakukan untuk tiap-tiap area kerja yang ada pada line preparation collar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

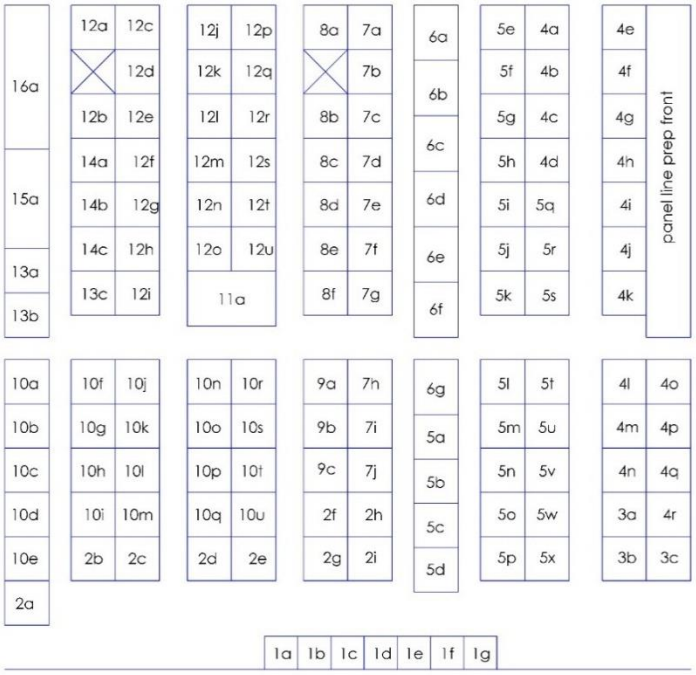
Interpretasi hasil bertujuan untuk menginterpretasikan hasil pengolahan data pada keseluruhan perancangan layout usulan dari jarak tempuh layout awal dan layout usulan.

a) Penugasan operator layout awal dan layout usulan

Penugasan operator pada layout awal cenderung tidak melihat job yang dikerjakan oleh operator. Operator dengan proses yang berurutan dan mempunyai job yang sama seharusnya mempunyai posisi yang berdekatan sehingga memudahkan operator untuk melakukan perpindahan material.

Penugasan yang tidak melihat job yang dikerjakan oleh para operator juga membuat jarak material handling menjadi terlalu panjang. Perpindahan material yang terjadi menjadi tidak efektif sehingga banyak waktu operator yang terbuang untuk melakukan perpindahan material.

Penugasan pada layout usulan mengacu pada kedekatan antar operator. Penggunaan metode *Linear Programming* dilakukan untuk mendapatkan jarak yang paling optimal dari hubungan antara area kerja. Penugasan yang tepat akan membuat jarak total *material handling* menjadi seminimal mungkin.



Gambar 11. Detail layout usulan

Tabel 5. Keterangan detail layout usulan

Line	AREA KERJA															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Panel before process	*Single fold collar stand*	*Press corner collar*	*Removable position*	*Make collar*	*Collar trim, turn and press*	*Top stitch collar*	*Cut collar finish*	*Stay stitch collar*	*Sandwiching collar*	*Cut corner and bag out collar stand*	*Top stitch collar stand*	*Cut collar stand finish*	*Marking collar stand*	*Quality control*	*Panel after process*
1	a	c	b	j	f	a	a	a	b	b	a	a	a	c	a	a
2	a	d	b	c	g	b	b	b	a	h	a	b	a	c	a	a
3	a	e	b	d	h	c	d	c	c	e	a	c	a	c	a	a
4	b	b	c	o	n	g	j	d	c	t	a	d	a	c	a	a
5	b	e	c	p	a	c	d	c	c	d	a	e	b	a	a	a
6	b	f	c	p	l	f	g	f	b	f	a	f	c	b	a	a
7	c	d	c	q	b	b	b	a	b	c	a	g	b	a	a	a
8	c	f	c	q	c	e	f	e	a	n	a	h	c	b	a	a
9	c	g	c	r	d	e	f	e	a	o	a	i	c	b	a	a
10	d	a	a	a	e	a	a	a	b	a	a	j	a	c	a	a
11	d	b	a	e	m	g	j	c	c	i	a	k	b	a	a	a
12	d	g	c	r	o	e	i	e	a	p	a	l	b	a	a	a
13	e	g	a	i	i	b	c	b	a	l	a	m	c	b	a	a
14	e	h	a	k	j	c	e	d	c	m	a	n	c	b	a	a
15	e	i	a	l	t	f	h	f	b	g	a	o	c	b	a	a
16	f	a	a	m	u	d	i	e	a	r	a	p	a	c	a	a
17	f	h	a	n	p	g	j	d	c	u	a	q	b	a	a	a
18	f	i	b	f	q	d	e	d	c	q	a	r	a	c	a	a
19	g	c	b	g	s	f	g	f	b	j	a	s	b	a	a	a
20	g	h	b	h	r	d	h	f	b	s	a	t	b	a	a	a
21	g	i	b	j	k	a	c	b	a	k	a	u	c	b	a	a

b) Jarak material handling layout awal dan layout usulan

Perbedaan *layout* usulan dengan *layout* awal yaitu jarak tempuh setiap area kerja diubah dengan mengelompokkan area kerja yang ada dan kemudian mendekatkan setiap area kerja sesuai dengan urutan aliran material yang akan dilalui.

Selisih jarak terbesar antara *layout* awal dan *layout* usulan yaitu pada jarak antara area kerja 1 ke area kerja 2. Pada layout awal jarak antara area kerja 1 dan area kerja2 terlalu jauh sedangkan area kerja 1 dan 2 mempunyai hubungan aliran proses. Pada layout awal area kerja 1 hanya berdekatan dengan area kerja 5 sehingga diusulkan untuk dipindah sehingga dapat berdekatan dengan proses yang berkaitan dengan area kerja 1 yaitu area kerja 2, 3 dan 5. Pada area kerja 15 dan 16 tidak terjadi perbedaan jarak material handling antara layout awal dan layout usulan, ini disebabkan karena pada layout awal antara area kerja 15 dan 16 sudah berdekatan sehingga hanya dilakukan pertukaran posisi dikarenakan area 16 merupakan area penyimpanan barang jadi sehingga diletakkan paling ujung pada layout sehingga dapat memudahkan untuk kemudian ditransfer ke departemen selanjutnya.

Tabel 6. Perbandingan jarak material handling layout awal dan layout usulan

No	Layout Awal		Layout Usulan		Selisih
	Perpindahan	Jarak (m)	Perpindahan	Jarak (m)	
1	1-2	672.6	1-2	134.25	538.35
2	2-1	672.6	2-10	224.59	448.01
3	1-3	623.7	1-3	209.06	414.65
4	3-4	272.1	3-4	193.80	78.30
5	1-5	272.1	4-5	164.25	107.85
6	4-5	334.2	1-5	258.90	75.30
7	5-6	293.4	5-6	142.65	150.75
8	6-7	216.1	6-7	77.55	138.55
9	7-8	302.4	7-8	100.65	201.75
10	8-9	296.25	8-9	177.75	118.50
11	9-10	367	9-10	194.70	172.30
12	10-11	391.2	10-11	167.70	223.50
13	11-12	242.7	11-12	154.50	88.20
14	12-13	365.1	12-13	230.40	134.70
15	13-14	93.45	13-14	88.20	5.25
16	14-15	117.67	14-15	55.65	62.02
17	15-16	107.1	15-16	107.10	0.00
Total		5639.67 m		2681,7 m	2975,9 m

Jarak tempuh total layout awal sebesar 5639,67 m dan pada layout usulan yaitu 2681,7 m, pada layout usulan didapatkan penghematan sebesar 52% dari layout awal.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan analisa data yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Layout usulan menggunakan metode Systematic Layout Planning (SLP) yang mempertimbangkan aliran material dan hubungan keterkaitan ruangan sehingga dapat meminimasi jarak yang dihasilkan pada layout usulan.
2. Hasil rancangan detail layout usulan menggunakan metode linear programming dapat meminimasi jarak dari 5539.6 m menjadi 2681.7 m.

DAFTAR PUSTAKA

Apple, James M. 1977. *Plant Layout and Material Handling* (3rd ed). New York : John Wiley and Sons

Frediyanto, B. E., Aisyati,A dan Susmartini, S. 2008. Aplikasi *cellular manufacturing system* (CMS) pada industri timbangan sentisimal untuk meningkatkan produktivitas dan memperbaiki aliran material *handling*. Surakarta: Jurusan Teknik IndustriFakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Hadiguna, R.A. dan Setiawan, H. 2008. Tata Letak pabrik. Edisi Pertama. ANDI. Yogyakarta.

Hillier, Frederick S dan Lieberman, Gerald J. 2010. *Introduction to Operations Research*. New York: Mc Graw Hill.

Hirmanto. 2011.Skripsi: Perancangan ulang tata letak fasilitas pabrik furniture jenis rotan sintetis di CV. Indomega Metal Furniture Sidoarjo. Surakarta: Jurusan Teknik IndustriFakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Muther, R. 1973. *Systematic Layout Planning*, 2nd ed. Cahhers Books, Boston, MA.

Naganingrum, Pitaloka R. 2011.Skripsi: Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas di PT. Dwi Komala dengan Metode *Systematic Layout Planning*. Surakarta: Jurusan Teknik IndustriFakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.

Purnomo, H. 2004. Pengantar Teknik Industri, Edisi Kedua, Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu

Tompkins, James A. 1996. *Facilities Planning*. Edisi Kedua. New York : John Wiley & Sons

Wignjosoebroto, S. 1996. Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan. Edisi Ketiga. Jakarta : Penerbit Guna Widya

Wignjosoebroto, S. 2009. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu : Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja. Surabaya : Penerbit Guna Widya

Wignjosoebroto S, Rahman A dan Endrianta Y. 2009. Perancangan tata letak Fasilitas Produksi dengan Metode *Systematic Layout Planning* (Studi Kasus Relokasi dan Relayout Pabrik PT.BI). Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

PENENTUAN HARGA DAN WAKTU PRODUKSI ORDER PADA PERUSAHAAN MAKE TO ORDER DENGAN MEMPERTIMBANGKAN ORDER KONTINGENSI UNTUK MEMAKSIMASI PROFIT (STUDI KASUS: C.V BAROKAH ALUMUNIUM)

Bara Bimantara Putra[1], Azizah Aisyati [2], Pringgo Widyo Laksono[3]
[1,2,3]Laboratorium Sistem Produksi Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: bara.bepe@gmail.com, aisyati@yahoo.com, pringgo@ft.uns.ac.id

ABSTRAKS
CV. Barokah Alumunium merupakan perusahaan yang menerapkan sistem produksi job shop make to order. Order yang masuk ke perusahaan akan dikalkulasi oleh perusahaan kemudian ditawarkan kembali ke konsumen. Konsumen berhak menerima maupun menolak penawaran perusahaan. Penawaran perusahaan yang belum dikonfirmasi konsumen disebut order kontingensi. Ketidakpastian ini dapat membuat keterlambatan penyelesaian order oleh perusahaan. Dengan menggunakan metode penentuan harga dan waktu produksi yang berdasar pada pola perilaku konsumen yang membentuk kurva s-shaped, penelitian ini bertujuan untuk menentukan alternatif pasangan harga dan waktu produksi order dengan mempertimbangkan order kontingensi, dan kebijakan prioritas perusahaan. Kebijakan prioritas perusahaan dibagi menjadi tiga, yaitu perusahaan memberi prioritas yang sama antara harga dan waktu produksi, perusahaan lebih memprioritaskan harga, dan perusahaan lebih memprioritaskan waktu produksi. Hasil dari penelitian ini yaitu harga yang ditawarkan sebesar Rp 12.800.000,00 dan waktu produksi selama 94 jam dengan ekspektasi keterlambatan order sebesar 2,549 jam untuk kebijakan perusahaan yang memberikan prioritas yang sama antara harga dan waktu produksi.Pasangan harga dan waktu produksi ini diharapkan dapat memaksimasi profit perusahaan, dan dapat memperkecil resiko keterlambatan order.

***Kata kunci**: harga, waktu produksi, order kontingensi, job shop, make to order.*

LATAR BELAKANG

Dalam dunia Industri, tingkat produktivitas serta kepuasan pelanggan merupakan faktor penting yang berpengaruh pada daya saing perusahaan. Produktifitas dan kepuasan pelanggan sangat erat kaitannya dengan proses produksi suatu produk yang bersangkutan, sehingga proses produksi harus direncanakan dengan baik agar dapat tercapai proses produksi yang efektif dan efisien. Perencanaan proses produksi harus mengutamakan pemenuhan permintaan konsumen terhadap suatu produk yang bersangkutan. Berdasarkan pola pemenuhan permintaan konsumen, strategi manufaktur dibagi menjadi *make to stock* (*MTS*) dan non-*MTS* (Sun dkk, 2012).

Perusahaan non-*MTS* dapat diklasifikasikan lagi menjadi lebih detail berdasarkan jenis pesanannya menjadi, *assembly to order* (ATO), *make to order* (*MTO*), and *engineer to order* (*ETO*) (Sun dkk, 2012). Pesanan yang diterima pada perusahaan *MTO* digolongkan menjadi 3, yaitu order terkonfirmasi (*firm order*), order kontingensi (*contingent order*), dan order baru. Order terkonfirmasi adalah order yang telah disetujui oleh konsumen untuk dikerjakan setelah sebelumnya menyetujui penawaran yang diajukan dari pihak perusahaan. Order kontingensi adalah order yang belum disetujui oleh konsumen untuk dikerjakan. Sedangkan order baru adalah order yang baru datang dari konsumen dan belum ada penawaran dari perusahan produsen terkait harga dan lama waktu pengerjaan pesanan.

Easton & Moodie (1999) memperkenalkan sebuah model untuk menentukan harga dan waktu produksi pada perusahaan *make to order* dengan mempertimbangkan order kontingensi. Pada model ini, perusahaan dimodelkan sebagai stasiun kerja tunggal. Model ini mengasumsikan bahwa saat konsumen melakukan pesanan, perusahaan sudah memiliki perhitungan untuk order terkonfirmasi berupa waktu produksi dan order kontingensi berupa waktu produksi dan estimasi probabilitas penerimaan order oleh konsumen. Model dari Easton & Moodie ini kemudian dikembangkan oleh Novriady dkk (2001) dengan pengembangan berupa perusahaan dengan stasiun kerja jamak yang menggunakan sistem produksi *flowshop*.

Pada penelitian ini, model dasar dari Easton & Moodie ini akan digunakan untuk menentukan estimasi harga dan waktu produksi yang menghasilkan estimasi profit terbesar, dengan mempertimbangkan order kontingensi dan kebijakan prioritas perusahaan pada perusahaan *make to order job shop*. Kebijakan prioritas perusahaan merupakan kebijakan perusahaan dalam menentukan harga dan waktu produksi. Perusahaan dapat memberi prioritas yang sama antara harga dan waktu produksi, atau lebih memprioritaskan harag disbanding waktu produksi maupun lebih mementingkan waktu produksi daibandingkan harga. Untuk mendapatkan hasil yang lebih riil, dilakukan studi kasus pada perusahaan *make to order job shop* yaitu CV. Barokah Alumunium.

CV. Barokah Alumunium merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi berbagai produk yang berbahan dasar alumunium. CV. Barokah Alumunium merupakan perusahaan *make-to-order* yang memiliki sistem produksi *job shop*. Perusahaan menerima order pelanggan langsung dari konsumen ke perusahaan ataupun pesanan melalui telepon. Konsumen yang datang ke perusahaan untuk melakukan order akan diberi perkiraan harga dan waktu produksi oleh perusahaan, penawaran ini memerlukan konfirmasi dari konsumen agar order yang dipesan dapat dikerjakan oleh perusahaan.

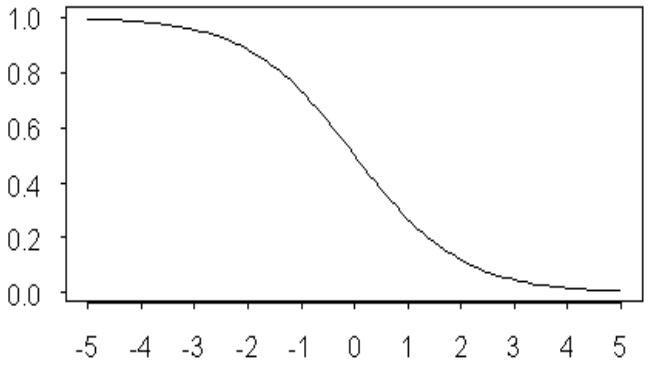
Pada saat konsumen datang ke perusahan dengan sebuah pesanan, perusahaan akan mengkalkulasi dan memberikan waktu penyelesaian maksimal (atau yang sering disebut *due date*) pada konsumen. Selain itu, perusahaan harus bisa memutuskan urutan proses yang tepat atau penjadwalan yang tepat bagi pesanan tersebut. Untuk dapat menawarkan *due date* yang tepat dan membuat urutan produksi yang sesuai, perusahaan harus memahami secara menyeluruh terhadap sistem internal perusahaan, proses, dan karakteristik dari jenis pesanan yang datang. (Kamnisky & Kaya, 2008). Perusahaan juga harus mengetahui beban kerja yang saat itu terjadi dalam proses produksi.

Selain CV. Barokah Alumunium terdapat beberapa perusahaan sejenis yang terletak di daerah sekitar perusahaan. Hal ini menyebabkan persaingan perusahaan-perusahaan tersebut untuk mendapat konsumen cukup ketat. Konsumen yang telah datang ke suatu perusahaan dan mendapatkan penawaran harga dan waktu produksi dari perusahaan tersebut bisa saja tidak jadi memesan pada perusahaan tersebut karena mendapatkan penawaran yang lebih menarik dari perusahaan lainnya.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan harga dan waktu produksi pada order yang baru datang pada perusahaan manufaktur *job-shop* dengan mempertimbangkan order kontingensi dan kebijakan prioritas perusahaan. Harga dan waktu produksi yang ditawarkan ke pelanggan diperkirakan mampu menghasilkan laba bersih yang optimal.

STUDI KASUS

Model respon konsumen terhadap atibut-atribut yang ditawarkan membentuk model *S-shaped* (Easton & Moodie, 1999). Model ini mengasumsikan bahwa respon konsumen pada awalnya baik (cenderung menerima penawaran) terhadap penawaran yang diberikan perusahaan. Respon ini kemudian menurun sering dengan menurunnya penawaran yang diberikan, menyebabkan kurva menjadi semakin landai. Dan pada suatu tingkat penawaran tertentu terjadi penurunan respon konsumen yang drastis sehingga membentuk kemiringan yang tajam. Namun setelah nilai penawaran itu, kurva menjadi landai kembali. Bentuk dasar kurva *S-shaped* adalah seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Model *S-shaped*

Harga dan waktu produksi ditentukan menggunakan persamaan yang mengacu pada model respon konsumen. Model respon konsumen terhadap penawaran yang diberikan perusahaan membentuk membentuk kurva *S-shaped* seperti yang digambarkan pada Gambar 1.

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

CV. Barokah Alumunium memiliki 4 stasiun kerja yaitu: pemotongan, *bench work*, perakitan, dan *finishing*. Pada saat penelitian dilakukan di CV. Barokah Alumunium terdapat order terkonfirmasi yang dijadwalkan selesai pada t=4 untuk stasiun kerja 1, t=5 untuk stasiun kerja 2, t=9 untuk stasiun kerja 3, dan t=11 untuk stasiun kerja 4. Selain order terkonfirmasi, terdapat juga order kontingensi yang masuk ke perusahaan. Data order kontingensi yang masuk ke CV. Barokah Alumunium ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Order Kontingensi

Order kontingensi ke	Nama Order	Waktu Produksi (hari)	Keuntungan yang diharapkan (Rp)	Harga yang Ditawarkan (Rp)	Waktu Produksi yang ditawarkan (hari)	Probabilitas penerimaan order	Beban kerja di stasiun kerja			
							1	2	3	4
1	Kusen kaca 258cm x 198cm	2	235.000	1.400.000	3	0,65	3	2	5	3
2	Kusen kaca berpintu 157cm x 230cm	2	335.000	2.000.000	3	0,65	3	2	5	3
3	Etalase kaca 135cm x 60cm x 200cm	5	230.000	1.375.000	6	0,65	6	5	11	8
4	Etalase kaca 200cm x 50cm x 107cm	5	195.000	1.150.000	6	0,65	6	5	11	8
5	Etalase kaca 200cm x 50cm x 182cm	5	320.000	1.900.000	6	0,8	6	5	11	8
6	Etalase kaca 100cm x 50cm x 182cm	5	200.000	1.200.000	6	0,8	6	5	11	8

Selain menerima order kontingensi, CV. Barokah juga mendapatkan order dari konsumen lain namun belum ada penawaran dari CV. Barokah pada konsumen mengenai harga dan waktu produksi untuk menyelesaikan order sehingga order ini disebut order baru. Order baru yang diterima CV. Barokah Alumunium adalah sebagai berikut:

1. Dua buah etalase alumunium berukuran 227 cm x 35 cm x 215 cm
2. Dua buah etalase alumunium berukuran 150 cm x 35 cm x 215 cm

Order baru yang diterima CV. Barokah Alumunium kemudian dijadwalkan menggunakan penjadwalan aktif. Hasil yang didapat dengan menggunakan penjadwalan aktif adalah 76 jam.

Perusahaan perlu mngeluarkan biaya untuk mengerjakan order baru tersebut.Biaya yang dibutuhkan untuk mengerjakan order meliputi biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung terdiri dari biaya pemesinan dan biaya bahan baku, sedangkan biaya tidak langsung adalah seluruh biaya yang terjadi selain biaya langsung. Total biaya yang dibutuhkan oleh perusahaan adalah sebagai berikut:

Total biaya (D) = biaya bahan baku + biaya pemesinan + biaya tidak langsung
= Rp 8.395.000,00 + Rp 1.470.000,00 + Rp 800.000,00
= Rp 10.665.000,00

Jika keuntungan yang diharapkan dari order baru adalah sebesar 20% dari total, maka keuntungan yang diperoleh adalah:

Keuntungan yang diharapkan (P) = 20 % x total biaya
= 20% x Rp 10.665.000,00
= Rp 2.133.000,00

Untuk dapat menghitung alternatif harga dan waktu produksi yang optimal selanjutnya diperlukan perhitungan ekspektasi keterlambatan order tiap stasiun, dan ekspektasi keterlambatan order total. Untuk menghitung ekspektasi keterlambatan order tiap stasiun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

1. Menghitung probabilitas untuk masing-masing status order *b(s)* (*p[b(s)]*) dengan menggunkan persamaan sebagai berikut:

$$p[b(s)] = \prod_{c=M+1}^{M+N} [b(s)_c \,.\, p(C_c,t_c) + \overline{b(s)_c}.(1-p(C_c,t_c))] \quad (1)$$

dimana: $p(C_c,t_c)$ = probabilitas penerimaan order kontingensi
$\overline{b(s)_c}$ = negasi status order $b(s)_c$

Karena terdapat order kontingensi sebanyak N=6, maka jumlah status order yang mungkin terjadi adalah sebanyak $s = 2^6 = 64$ status order

Contoh hasil perhitungan probabilitas masing-masing status order dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 hanya merupakan contoh perhitungan probabilitas masing-masing status order. Pada Tabel 2 hanya dilakukan sampai status order ke 14, seharusnya diperlukan perhitungan terhadap semua status order (hingga status order ke 64).

Tabel 2. Contoh perhitungan *p[b(s)]* untuk stasiun kerja 1

Order ke c	Waktu Produksi w_{e1} (jam)	Probabilitas Penerimaan p(C,t)	Status Order ke s yang mungkin terjadi b(s)													
			b(1)	b(2)	b(3)	b(4)	b(5)	b(6)	b(7)	b(8)	b(9)	b(10)	b(11)	b(12)	b(13)	b(14)
7	3	0.65	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
8	3	0.65	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
9	6	0.65	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
10	6	0.65	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
11	6	0.8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
12	6	0.8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Jumlah Order			0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
Probabilitas status order p[b(s)]			0.0006	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0024	0.0024	0.0021	0.0021	0.0021	0.0045	0.0045	0.0021	0.0021

2. Penjadwalan untuk tiap status order dengan menggunakan metode *Earliest Due Date*.Kemudian menghitung probabilitas stasiun kerja *k idle* pada periode t. Contoh hasil penjadwalan untuk tiap status order b(s) menggunakan metode *Earliest Due Date* sehingga diperoleh probabilitas *idle* pada periode t dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan contoh penentuan probabilitas stasiun Kerja 1 idle pada periode t untuk stasiun kerja 1 untuk status order ke 51 sampai 64. Untuk menghitung probabilitas stasiun kerja *k idle* pada periode t digunakan persamaan sebagai berikut:

$$p(A(s)_{tk} = 0) = \overline{A(s)_{tk}} \,.\, p(b(s) \qquad (2)$$

untuk $A(s)_{tk} = 0$, maka $\overline{A(s)_{tk}} = 1$

$$p(A_{tk} = 0) = \sum_{s=1}^{2^N} p(A(s)_{tk} = 0) \qquad (3)$$

dimana: $p(A(s)_{tk} = 0)$ = probabilitas stasiun kerja *k idle* pada periode *t* untuk status order *s*
$p(b(s))$ = probabilitas terjadinya status order *s*
$p(A_{tk} = 0)$ = probabilitas stasiun kerja *k idle* pada periode *t*

Tabel 3. Contoh penentuan probabilitas stasiun Kerja 1 idle pada periode t untuk stasiun kerja 1

Periode ke t (jam)	Penjadwalan untuk tiap status b(s) dengan menggunakan metode EDD														
	b(51)	b(52)	b(53)	b(54)	b(55)	b(56)	b(57)	b(58)	b(59)	b(60)	b(61)	b(62)	b(63)	b(64)	$p(A_{1t}=0)$
1	7	7	8	8	8	8	9	7	7	7	7	7	8	7	0.0006
2	7	7	8	8	8	8	9	7	7	7	7	7	8	7	0.0006
3	7	7	8	8	8	8	9	7	7	7	7	7	8	7	0.0006
4	9	10	9	9	9	10	9	8	8	8	8	9	9	8	0.0028
5	9	10	9	9	9	10	9	8	8	8	8	9	9	8	0.0028
6	9	10	9	9	9	10	9	8	8	8	8	9	9	8	0.0028
7	9	10	9	9	9	10	10	9	9	9	10	9	9	9	0.0119
8	9	10	9	9	9	10	10	9	9	9	10	9	9	9	0.0119
9	9	10	9	9	9	10	10	9	9	9	10	9	9	9	0.0119
10	11	11	10	10	11	11	10	9	9	9	10	10	10	9	0.0380
11	11	11	10	10	11	11	10	9	9	9	10	10	10	9	0.0380
12	11	11	10	10	11	11	10	9	9	9	10	10	10	9	0.0380
13	11	11	10	10	11	11	11	10	10	11	11	10	10	10	0.0918
14	11	11	10	10	11	11	11	10	10	11	11	10	10	10	0.0918
15	11	11	10	10	11	11	11	10	10	11	11	10	10	10	0.0918
16	12	12	11	12	12	12	11	10	10	11	11	11	11	10	0.2014
17	12	12	11	12	12	12	11	10	10	11	11	11	11	10	0.2014
18	12	12	11	12	12	12	11	10	10	11	11	11	11	10	0.2014
19	12	12	11	12	12	12	12	11	12	12	12	11	11	11	0.3554
20	12	12	11	12	12	12	12	11	12	12	12	11	11	11	0.3554
21	12	12	11	12	12	12	12	11	12	12	12	11	11	11	0.3554

3. Langkah selanjutnya adalah menghitung probabilitas terdapat *q* unit waktu *idle* menggunakan persamaan:

$$p(q,t) = p(q-1, t-1) \,.\, p(A_{tk} = 0) + p(q, t-1) \,.\, [1-p(Atk=0)] \qquad (4)$$

dimana : $p(q,t)$ = probabilitas terdapat q unit waktu idle pada periode t

$p(A_{tk} = 0)$ = probabilitas stasiun kerja k idle pada periode t
[1-p(Atk=0)] = probabilitas stasiun kerja k tidak idle pada periode t
q = jumlah unit waktu idle

Hasil perhitungan dari persamaan ini ditunjukkan oleh Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan nilai $p(q,t)$ untuk beberapa nilai q dan t.

Tabel 4. Contoh penentuan probabilitas terdapat *q* unit waktu *idle p(q,t)*pada stasiun kerja 1

q	Waktu Produksi yang ditawarkan di stasiun kerja 1 *t*															
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
5	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
17	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
18	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000
19	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000
20	0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001
21		0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010
22			0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062
23				0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254
24					0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719
25						0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444

4. Probabilitas terlambat order tepat T unit waktu $p(T|w_k,t_k)$ dan ekspektasi keterlambatan order $E(T|w_k,t_k)$. Untuk menghitung probabilitas ini diperlukan menghitung probabilitas keterlambatan order dengan beban kerja distasiun kerja w_k tepat T unit waktu jika ditawarkan waktu selesai selama t dengan persamaan :

$$p(T|w_k,t) = p(q<w_k,\ t+T+1) - p(q<w_k,\ t+T) \quad (5)$$

dimana :

$p(T|w_k,t)$ = probabilitas keterlambatan order dengan beban kerja distasiun kerja w_k tepat T unit waktu jika ditawarkan waktu selesai selama t.

$p(q<w_k,\ t+T+1)$ = probabilitas keterlambatan order dengan beban kerja di stasiun kerja w_k pada periode $t + T + 1$

$p(q<w_k,\ t+T)$ = probabilitas keterlambatan order dengan beban kerja di stasiun kerja w_k pada periode $t + T$

Setelah didapatkan nilai $p(T|w_k,t)$selanjutnya adalah menghitung ekspektasi waktu terjadinya keterlambatan order dengan beban kerja di stasiun kerja w_k diselesaikan pada periode t , untuk T=1,....,∞ dengan persamaan:

$$E(T/w_k,t) = \sum_{T=1}^{\infty} T \,.\, p(T|w_k,t) \quad (6)$$

dimana :

$E(T/w_k,t)$ = ekspektasi keterlambatan order dengan beban kerja di stasiun kerja w_k tepat T unit waktu jika diselesaikan pada periode t.

T = jumlah waktu keterlambatan

$p(T|w_k,t)$ = probabilitas terjadinya keterlambatan order dengan beban kerja di stasiun kerja w_k tepat T unit waktu pada periode t.

Contoh perhitungan langkah 4 diatas dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 5 merupakan contoh perhitungan ekspektasi keterlambatan order dengan beban kerja di stasiun kerja w_k tepat T unit waktu jika diselesaikan pada periode t pada stasiun kerja 1.

Tabel 5. Contoh perhitungan ekspektasi keterlambatan $E(T|w_1,t)$ di stasiun kerja 1

T	Waktu produksi yang ditawarkan di stasiun kerja 1 t																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
39				0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010
40			0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001
41		0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000
42	0.0000	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000	
43	0.0001	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000		
44	0.0005	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000			
45	0.0029	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000				
46	0.0126	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000					
47	0.0406	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000						
48	0.0965	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000							
49	0.1695	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000								
50	0.2195	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000									
51	0.2086	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000										
52	0.1444	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000											
53	0.0719	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000												
54	0.0254	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000													
55	0.0062	0.0010	0.0001	0.0000														
56	0.0010	0.0001	0.0000															
57	0.0001	0.0000																
58	0.0000																	
$E(T\|w_1,t)$	58.000	58.000	48.300	47.300	46.300	45.300	44.300	43.300	42.300	41.300	40.300	39.300	38.300	37.300	36.300	35.300	34.300	33.300

Untuk mendapatkan ekspektasi waktu terjadinya keterlambatan penyelesaian order $E(T|W,t)$ diperlukan nilai ekspektasi keterlambatan order dengan beban kerja di stasiun kerja w_k tepat T unit waktu jika diselesaikan pada periode t $E(T|w_k,t)$ pada tiap stasiun kerja, sehingga perlu dilakukan perhitungan menggunakan langkah 1 sampai 4 diatas untuk tiap stasiun kerja pada CV. Barokah Alumunium. Ekspektasi waktu terjadinya keterlambatan penyelesaian order $E(T|W,t)$ merupakan jumlah dari nilai $E(T|w_k,t)$ di tiap stasiun kerja atau bila ditulis persamaannya menjadi:

$$E(T|W,t) = \sum_{k=1}^{n} E(T|w_k,t) \qquad (7)$$

dimana : $E(T|W,t)$ = ekspektasi keterlambatan order dengan Waktu produksi W tepat T unit waktu jika diselesaikan pada periode t.

$E(T|w_k,t)$ = ekspektasi keterlambatan order dengan beban kerja di stasiun kerja w_k tepat T unit waktu jika diselesaikan pada periode t.

Contoh hasil perhitungan nilai ekspektasi waktu terjadinya keterlambatan penyelesaian order $E(T|W,t)$ dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Perhitungan Ekspektasi Keterlambatan Order $E(T|W,t)$

Waktu produksi t	Ekspektasi Keterlambatan $E(T\|W,t)$	Waktu produksi t	Ekspektasi Keterlambatan $E(T\|W,t)$	Waktu produksi t	Ekspektasi Keterlambatan $E(T\|W,t)$
71	21.4001	81	11.3998	91	1.8061
72	20.3996	82	10.3998	92	1.1573
73	19.3996	83	9.3999	93	0.6718
74	18.3996	84	8.4000	94	0.3479
75	17.3996	85	7.4005	95	0.1585
76	16.3997	86	6.4026	96	0.0626
77	15.3997	87	5.4096	97	0.0212
78	14.3997	88	4.4302	98	0.0060

79	13.3997	89	3.4818	99	0.0014
80	12.3998	90	2.5940	100	0.0003

Untuk mempermudah dalam penentuan alternatif harga dan waktu produksi yang ditawarkan, alternatif harga yang ditawarkan akan dibagi menjadi 11 alternatif yang mencakup rentang harga minimum sampai harga maksimum yang bisa ditawarkan. Harga minimum yang dapat ditawarkan adalah sebesar biaya produksi yaitu Rp 10.665.000,00 sedangkan harga maksimum yang ditawarkan adalah total dari biaya total produksi ditambah keuntungan yang diharapkan perusahaan yaitu Rp 10.665.000,00 + Rp 2.133.000,00 = Rp 12.798.000,00. Pada pnelitian kali ini alternatif harga yang digunakan dimulai dari Rp 10.550.000,00 sampai Rp 12.800.000,00 dengan penambahan setiap alternatifnya sebesar Rp 225.000,00. Perusahaan akan dikenakan biaya penalti jika terjadi keterlambatan penyelesaian order. Untuk memperoleh biaya penalti, ditentukan persentase biaya penalti yaitu sebesar v = 1% dari harga yang ditawarkan kepada konsumen. Dalam penentuan harga dan waktu produksi order digunakan nilai β_0, β_1, dan β_2 yang berbeda berdasarkan kecenderungan perusahaan untuk lebih memprioritaskan waktu produksi (β_1) atau harga order (β_2).

Untuk menentukan harga dan waktu produksi yang optimal, perusahaan perlu menghitung penerimaan bersih, probabilitas penerimaan order, dan ekspektasi penerimaan bersih. Untuk menghitung penerimaan bersih digunakan persamaan:

$$R(C,t) = C - D - V \quad (8)$$

dimana : $R(C,t)$ = penerimaan bersih yang diterima perusahaan untuk harga dan waktu produksi yang ditawarkan sebesar C V dan t.
C = harga yang ditawarkan
t = waktu produksi yang ditawarkan
D = total biaya untuk membuat order
V = biaya penalti

Biaya penalty akan bernilai 0 apabila tidak terjadi keterlambatan penyelesaian order, namun jika penyelesaian order terlambat besarnya biaya penalty dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V = v.C.E(T\,|W,t) \quad (9)$$

dimana: v = persentase biaya penalti dari harga yang ditawarkan untuk setiap satu satuan waktu keterlambatan
C = harga yang ditawarkan
$E(T\,|W,t)$ = ekspektasi lamanya keterlambatan order dengan waktu produksi W selama T jika waktu produksi yang ditawarkan t

Persamaan yang digunakan untuk menentukan probabilitas penerimaan order adalah sebagai berikut:

$$p(C,t) = \left[1 + \beta_0 \exp\left(\beta_1 \frac{t-W}{W} + \beta_2 \frac{C-D}{D}\right)\right]^{-1} \quad (10)$$

dimana : $p(C,t)$ = probabilitas penerimaan order oleh konsumen terhadap harga dan waktu produksi yang ditawarkan perusahaan.
t = waktu produksi order yang ditawarkan perusahaan
W = waktu produksi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan order
C = harga yang ditawarkan perusahaan
β_0 = parameter fungsi probabilitas penerimaan order
β_1 = parameter bobot kepentingan waktu
β_2 =parameter bobot kepentingan harga
D = total biaya yang dibutuhkan untuk membuat order

Setelah mendapatkan hasil penerimaan bersih dan probabilitas penerimaan order, barulah dapat dihitung ekspektasi penerimaan bersih yang akan diterima perusahaan yang merupakan perkalian antara penerimaan bersih dan probabilitas penerimaan order atau jika dituliskan dalan persamaan menjadi:

$$Z(C,t) = p(C,t).R(C,t) \quad (11)$$

dimana: $Z(C,t)$ = ekspektasi penerimaan bersih yang diperoleh perusahaan untuk harga dan waktu produksi yang ditawarkan sebesar C dan t
$p(C,t)$ = probabilitas penerimaan order oleh konsumen untuk harga dan waktu produksi yang ditawarkan sebesar C dan t
$R(C,t)$ = penerimaan bersih yang diperoleh perusahaan untuk harga dan waktu produksi yang ditawarkan sebesar C dan t

Pada penelitian kali ini perhitungan probabilitas penerimaan order dan ekspektasi penerimaan bersih akan dihitung berdasarkan tiga skenario yang sesuai dengan kebijakan perusahaan. Tiga skenario tersebut adalah :

1. Perusahaan memberikan bobot yang sama terhadap harga dan waktu produksi ($\beta_1 = \beta_2$)
2. Perusahaan lebih memprioritaskan harga daripada waktu produksi ($\beta_1 < \beta_2$)
3. Perusahan lebih memprioritaskan waktu produksi daripada harga ($\beta_1 > \beta_2$)

Hasil perhitungan penerimaan bersih menggunakan persamaan (8) dan (9) dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil perhitungan ini digunakan untuk ketiga skenario kebijakan perusahaan. Dalam menentukan penerimaan bersih perusahaan tidak dipengaruhi oleh nilai β_1 dan β_2 sehingga hasil penerimaan bersih untuk ketiga skenario selalu sama.

Tabel 7. Penerimaan bersih order $R(C,t)$ untuk v = 1 %

Waktu produksi	Harga yang Ditawarkan C										
t	10550000	10775000	11000000	11225000	11450000	11675000	11900000	12125000	12350000	12575000	12800000
76	-1730160.0	-1542059.2	-1353958.3	-1165857.4	-977756.6	-789655.7	-601554.9	-413454.03	-225353.2	-37252.34	150848.53
77	-1624663.2	-1434312.4	-1243961.7	-1053610.9	-863260.1	-672909.3	-482558.51	-292207.73	-101856.9	88493.83	278844.62
78	-1519166.4	-1326565.7	-1133965.0	-941364.3	-748763.6	-556162.9	-363562.15	-170961.43	21639.29	214240.00	406840.71
79	-1413669.6	-1218819.0	-1023968.4	-829117.7	-634267.1	-439416.4	-244565.8	-49715.13	145135.52	339986.16	534836.81
80	-1308172.8	-1111072.3	-913971.7	-716871.1	-519770.6	-322670.0	-125569.41	71531.17	268631.75	465732.33	662832.91
81	-1202676.1	-1003325.6	-803975.1	-604624.6	-405274.1	-205923.5	-6573.04	192777.47	392127.98	591478.49	790829.00
82	-1097179.3	-895578.9	-693978.4	-492378.0	-290777.1	-89177.1	112423.33	314023.77	515624.21	717224.65	918825.09
83	-991683.9	-787833.5	-583983.2	-380132.8	-176282.5	27567.9	231418.2	435268.54	639118.88	842969.23	1046819.58
84	-886197.5	-680097.4	-473997.4	-267897.3	-61797.3	144302.8	350402.85	556502.91	762602.96	968703.02	1174803.07
85	-780753.5	-572404.6	-364055.8	-155706.9	52642.0	260990.8	469339.67	677688.53	886037.39	1094386.25	1302735.1
86	-675472.0	-464877.8	-254283.6	-43689.4	166904.8	377499.0	588093.22	798687.42	1009281.62	1219875.82	1430470.02
87	-570713.8	-357885.4	-145057.0	67771.4	280599.7	493428.1	706256.5	919084.87	1131913.25	1344741.63	1557570.01
88	-467380.1	-252347.9	-37315.8	177716.4	392748.6	607780.8	822812.94	1037845.12	1252877.29	1467909.48	1682941.65
89	-367327.3	-150161.3	67004.7	284170.7	501336.7	718502.7	935668.71	1152834.72	1370000.73	1587166.73	1804332.74
90	-273667.8	-54504.3	164659.2	383822.6	602986.1	822149.61	1041313.1	1260476.58	1479640.06	1698803.54	1917967.03
91	-190544.2	30392.0	251328.3	472264.5	693200.8	914137.06	1135073.32	1356009.58	1576945.83	1797882.1	2018818.36
92	-122090.7	100305.5	322701.7	545097.8	767494.0	989890.17	1212286.34	1434682.51	1657078.69	1879474.85	2101871.02
93	-70871.7	152616.9	376105.4	599593.9	823082.5	1046571.0	1270059.5	1493548.02	1717036.54	1940525.06	2164013.58
94	-36705.1	187512.1	411729.3	635946.5	860163.7	1084380.9	1308598.1	1532815.28	1757032.47	1981249.66	2205466.83
95	-16715.5	207928.0	432571.5	657215.0	881858.5	1106502.0	1331145.51	1555789.02	1780432.52	2005076.03	2229719.53
96	-6601.04	218258.18	443117.40	667976.61	892835.8	1117695.06	1342554.28	1567413.49	1792272.72	2017131.93	2241991.15
97	-2229.11	222723.35	447675.80	672628.27	897580.7	1122533.19	1347485.64	1572438.11	1797390.56	2022343.03	2247295.5
98	-633.13	224353.37	449339.87	674326.36	899312.9	1124299.36	1349285.85	1574272.35	1799258.85	2024245.35	2249231.8
99	-146.71	224850.15	449847.02	674843.89	899840.8	1124837.64	1349834.51	1574831.38	1799828.25	2024825.12	2249821.99
100	-24.63	224974.85	449974.32	674973.80	899973.3	1124972.75	1349972.2	1574971.69	1799971.17	2024970.65	2249970.12

Perhitungan probabilitas penerimaan order dan ekspektasi penerimaan order menggunakan tiga skenario berdasarkan kebijakan perusahaan. Ketiga skenario ini memiliki nilai β_1 dan β_2 yang berbeda. Penentuan nilai β_1 dan β_2 seharusnya didasarkan pada data historis perusahaan, namun pada studi kasus yang dilakukan perusahaan tidak memiliki data historis sehingga penentuan nilai β_1 dan β_2 menggunakan respon produsen yang didapat melalui wawancara dengan pemilik perusahaan.

1. Perusahaan memberi prioritas yang sama antara harga dan waktu produksi
   Perusahaan memberi prioritas yang sama antara harga dan waktu produksi sehingga $\beta_1 = \beta_2$. Nilai yang akan digunakan dalam perhitungan adalah β_0=0,1, β_1=7, dan β_2=7. Hasil perhitungan probabilitas penerimaan order dapat dilihat pada Tabel 8 dan hasil perhitungan ekspektasi penerimaan bersih perusahaan dapat dilihat pada Tabel 9. Pada Tabel 8 dan Tabel 9 dapat diketahui bahwa alternatif pasangan harga dan waktu produksi yang optimal adalah Rp 12.800.000,00 ; 90 jam. Probabilitas penerimaan order untuk pasangan harga dan waktu produksi (Rp 12.800.000,00 ; 90 jam) adalah p(Rp 12.800.000,00 ; 90 jam) = 0,391. Sedangkan ekspektasi keterlambatan order jika ditawarkan waktu penyelesaian order selama t = 90 jam adalah $E(T|76,90)$ = 2,549 jam. Diketahui *ready time* stasiun kerja 1 adalah = 4 jam, maka waktu penyelesaian order yang ditawarkan adalah selama 94 jam.

Tabel 8. Probabilitas penerimaan order $p(C,t)$ untuk β_0=0,1, β_1=7, dan β_2=7

Waktu produksi	Harga yang Ditawarkan										
	C										
t	10550000	10775000	11000000	11225000	11450000	11675000	11900000	12125000	12350000	12575000	12800000
76	0.911	0.899	0.885	0.869	0.851	0.831	0.809	0.785	0.760	0.732	0.702
77	0.904	0.890	0.875	0.858	0.839	0.818	0.795	0.769	0.742	0.713	0.682
78	0.895	0.881	0.864	0.846	0.826	0.803	0.779	0.753	0.724	0.694	0.661
79	0.886	0.871	0.853	0.833	0.812	0.788	0.763	0.735	0.705	0.674	0.640
80	0.877	0.860	0.841	0.820	0.797	0.772	0.746	0.716	0.686	0.653	0.619
81	0.866	0.848	0.828	0.806	0.782	0.756	0.728	0.697	0.665	0.632	0.597
82	0.855	0.836	0.815	0.791	0.766	0.738	0.709	0.677	0.644	0.610	0.574
83	0.843	0.823	0.800	0.776	0.749	0.720	0.689	0.657	0.623	0.587	0.551
84	0.831	0.809	0.785	0.759	0.731	0.701	0.669	0.636	0.601	0.565	0.528
85	0.817	0.794	0.769	0.742	0.712	0.681	0.648	0.614	0.578	0.542	0.505
86	0.803	0.778	0.752	0.723	0.693	0.661	0.627	0.592	0.556	0.519	0.482
87	0.788	0.762	0.734	0.704	0.673	0.640	0.605	0.569	0.533	0.496	0.459
88	0.772	0.745	0.716	0.685	0.652	0.618	0.583	0.546	0.509	0.473	0.436
89	0.755	0.727	0.697	0.664	0.631	0.596	0.560	0.523	0.486	0.449	0.413
90	0.738	0.708	0.677	0.644	0.609	0.573	0.537	0.500	0.463	0.427	0.391
91	0.719	0.689	0.656	0.622	0.587	0.550	0.514	0.477	0.440	0.404	0.369
92	0.700	0.668	0.635	0.600	0.564	0.527	0.491	0.454	0.417	0.382	0.348
93	0.680	0.647	0.613	0.577	0.541	0.504	0.467	0.431	0.395	0.360	0.327
94	0.660	0.626	0.591	0.555	0.518	0.481	0.444	0.408	0.373	0.339	0.307
95	0.639	0.604	0.568	0.532	0.495	0.458	0.422	0.386	0.352	0.319	0.288
96	0.617	0.582	0.545	0.509	0.472	0.435	0.399	0.364	0.331	0.299	0.269
97	0.595	0.559	0.522	0.485	0.449	0.412	0.377	0.343	0.311	0.280	0.251
98	0.572	0.536	0.499	0.462	0.426	0.390	0.356	0.323	0.291	0.262	0.234
99	0.550	0.513	0.476	0.439	0.403	0.368	0.335	0.303	0.272	0.244	0.218
100	0.527	0.490	0.453	0.417	0.381	0.347	0.314	0.283	0.254	0.227	0.203

Tabel 9.Ekspektasi penerimaan bersih order $Z(C,t)$ untuk β_0=0,1, β_1=7, dan β_2=7

Waktu produksi	Harga yang Ditawarkan										
	C										
t	10550000	10775000	11000000	11225000	11450000	11675000	11900000	12125000	12350000	12575000	12800000
76	-1576987.66	-1386012.15	-1197658.72	-1012668.22	-831887.88	-656268.26	-486853.58	-324764.10	-171169.45	-27252.62	105834.89
77	-1468203.01	-1276618.42	-1088156.51	-903635.48	-723979.84	-550213.29	-383443.93	-224840.76	-75600.63	63093.93	190124.93
78	-1360140.73	-1168239.87	-980012.20	-796354.06	-618265.58	-446838.76	-283237.02	-128665.41	15668.80	148604.13	269079.44
79	-1252945.42	-1061050.10	-873429.19	-691056.50	-515004.20	-346425.49	-186527.96	-36537.39	102347.86	229009.86	342468.65
80	-1146776.52	-955238.07	-768625.89	-587988.92	-414465.63	-249260.79	-93612.39	51251.00	184161.43	304068.42	410097.82
81	-1041808.51	-851007.84	-665834.95	-487409.47	-316928.11	-155634.97	-4781.99	134419.79	260856.01	373568.31	471812.46
82	-938230.94	-748578.05	-565301.88	-389586.12	-222675.04	-65837.20	79680.50	212706.84	332205.48	437334.77	527502.96
83	-836249.23	-648182.08	-467284.47	-294795.07	-131992.42	19847.98	159505.50	285872.60	398015.75	495233.68	577107.37
84	-736088.16	-550070.70	-372054.47	-203321.48	-45168.53	101141.90	234438.48	353702.12	458126.50	547172.57	620610.93
85	-638006.05	-454525.25	-279909.66	-115470.20	37496.57	177763.27	304232.24	415997.65	512403.58	593092.20	658036.57
86	-542340.37	-361901.73	-191216.00	-31606.01	115652.83	249391.93	368612.26	472545.31	560706.42	632934.41	689412.83
87	-449620.28	-272740.17	-106513.45	47744.68	188802.74	315575.63	427187.59	523029.81	602806.45	666563.88	714698.88
88	-360775.19	-187966.87	-26710.96	121706.63	256122.50	375559.84	479289.47	566881.64	638242.69	693632.02	733656.62
89	-277396.69	-109145.69	46673.94	188828.84	316248.14	428087.06	523783.58	603102.17	666159.18	713426.41	745711.76
90	-201866.01	-38592.72	111413.65	246995.95	367199.42	471332.38	559016.27	630219.23	685268.78	724841.57	749930.70
91	-137057.99	20926.11	164877.12	293736.96	406687.86	503207.98	583112.65	646576.13	694130.89	726643.70	745270.94
92	-85488.25	67035.91	204854.07	327027.46	432892.10	522107.01	594684.90	651001.20	691779.72	718056.23	731123.59
93	-48220.10	98812.53	230574.94	346264.34	445382.18	527773.19	593644.27	643560.29	678417.03	699393.69	707890.10
94	-24221.54	117385.23	243269.76	352777.86	445583.15	521715.48	581567.31	625876.67	655688.47	672298.03	677182.89
95	-10677.73	125602.38	245813.54	349459.26	436388.13	506810.55	561292.53	600726.64	626283.28	639347.44	641447.48
96	-4073.73	126959.09	241669.99	339726.57	421152.27	486330.99	535988.56	571152.91	593097.21	603272.03	603233.28
97	-1326.33	124497.09	233828.93	326504.98	402721.26	463026.32	508291.24	539660.43	558488.64	566270.66	564570.25
98	-362.45	120255.86	224289.60	311744.71	382985.38	438714.42	479932.86	507883.11	523981.84	529749.09	526739.95
99	-80.64	115323.79	214124.14	296496.02	362965.15	414376.59	451845.28	476693.46	490381.30	494437.25	490393.74
100	-12.97	110174.06	203809.43	281235.26	343129.91	390467.05	424458.86	446489.54	458045.59	460648.90	455797.44

2. Perusahaan lebih memprioritaskan harga

Perusahaan lebih memprioritaskan harga sehingga $\beta_1 < \beta_2$. Nilai yang akan digunakan dalam perhitungan adalah β_0=0,1, β_1=5, dan β_2=9. Hasil perhitungan probabilitas penerimaan order dapat dilihat pada Tabel 10 dan hasil perhitungan ekspektasi penerimaan bersih perusahaan dapat dilihat pada Tabel 11. Pada Tabel 10 dan Tabel 11 dapat diketahui bahwa alternatif pasangan harga dan waktu produksi yang optimal adalah Rp 12.575.000,00 ; 92 jam. Probabilitas penerimaan order untuk pasangan harga dan waktu produksi (Rp 12.575.000,00 ; 92 jam) adalah *p*(Rp 12.575.000,00 ; 92 jam) = 0,401. Sedangkan ekspektasi keterlambatan order jika ditawarkan waktu penyelesaian order selama *t* = 92 jam adalah $E(T|76,92)$ = 1,157 jam. Diketahui *ready time* stasiun kerja 1 adalah = 4 jam, maka waktu penyelesaian order yang ditawarkan adalah selama 96 jam.

Tabel 10.Probabilitas penerimaan order $p(C,t)$ untuk β_0=0,1, β_1=5, dan β_2=9

Waktu produksi	Harga yang Ditawarkan										
	C										
t	10550000	10775000	11000000	11225000	11450000	11675000	11900000	12125000	12350000	12575000	12800000
76	0.914	0.898	0.879	0.858	0.833	0.805	0.773	0.738	0.700	0.659	0.615
77	0.909	0.892	0.872	0.849	0.824	0.794	0.762	0.725	0.686	0.644	0.599
78	0.903	0.885	0.865	0.841	0.814	0.783	0.749	0.712	0.672	0.628	0.583
79	0.897	0.878	0.857	0.832	0.804	0.772	0.737	0.698	0.657	0.613	0.567
80	0.891	0.871	0.848	0.822	0.793	0.760	0.724	0.684	0.642	0.597	0.551
81	0.884	0.864	0.840	0.812	0.782	0.748	0.710	0.670	0.626	0.581	0.534
82	0.878	0.856	0.831	0.802	0.770	0.735	0.696	0.655	0.611	0.565	0.518
83	0.870	0.847	0.821	0.791	0.758	0.722	0.682	0.640	0.595	0.548	0.501
84	0.863	0.838	0.811	0.780	0.746	0.708	0.668	0.624	0.579	0.532	0.485
85	0.855	0.829	0.801	0.769	0.733	0.694	0.653	0.609	0.563	0.515	0.468
86	0.846	0.820	0.790	0.757	0.720	0.680	0.638	0.593	0.546	0.499	0.452
87	0.837	0.810	0.779	0.744	0.707	0.666	0.622	0.577	0.530	0.482	0.435
88	0.828	0.799	0.767	0.731	0.693	0.651	0.606	0.560	0.513	0.466	0.419
89	0.818	0.788	0.755	0.718	0.678	0.636	0.591	0.544	0.497	0.449	0.403
90	0.808	0.777	0.743	0.705	0.664	0.620	0.574	0.528	0.480	0.433	0.387
91	0.798	0.766	0.730	0.691	0.649	0.604	0.558	0.511	0.464	0.417	0.372
92	0.787	0.753	0.717	0.676	0.634	0.588	0.542	0.494	0.447	0.401	0.356
93	0.776	0.741	0.703	0.662	0.618	0.572	0.525	0.478	0.431	0.385	0.341
94	0.764	0.728	0.689	0.647	0.602	0.556	0.509	0.461	0.415	0.369	0.326
95	0.752	0.715	0.674	0.631	0.586	0.540	0.492	0.445	0.399	0.354	0.312
96	0.739	0.701	0.660	0.616	0.570	0.523	0.476	0.429	0.383	0.339	0.298
97	0.726	0.687	0.645	0.600	0.554	0.507	0.459	0.413	0.367	0.325	0.284
98	0.713	0.673	0.629	0.584	0.537	0.490	0.443	0.397	0.352	0.310	0.271
99	0.699	0.658	0.614	0.568	0.521	0.474	0.427	0.381	0.337	0.296	0.258
100	0.685	0.643	0.598	0.552	0.504	0.457	0.410	0.365	0.323	0.283	0.246

Tabel 11.Ekspektasi penerimaan bersih order $Z(C,t)$ untuk β_0=0,1, β_1=5, dan β_2=9

Waktu produksi	Harga yang Ditawarkan										
	C										
t	10550000	10775000	11000000	11225000	11450000	11675000	11900000	12125000	12350000	12575000	12800000
76	-1581778.56	-1384973.56	-1190672.58	-1000038.70	-814469.26	-635587.21	-465207.58	-305273.37	-157758.28	-24539.38	92750.62
77	-1476658.62	-1279280.28	-1084982.62	-895040.90	-710964.61	-534479.13	-367479.91	-211954.22	-69869.95	56962.94	167045.30
78	-1372213.58	-1174487.91	-980464.39	-791531.33	-609307.68	-435614.01	-272413.40	-121718.83	14531.28	134620.86	237211.23
79	-1268520.34	-1070689.35	-877227.30	-689635.16	-509637.10	-339139.53	-180158.15	-34710.98	95318.13	208334.28	303185.20
80	-1165661.00	-967982.90	-775385.94	-589482.04	-412094.43	-245203.98	-90861.72	48931.78	172373.62	278017.21	364921.17
81	-1063722.91	-866472.18	-675059.84	-491205.48	-316823.38	-153955.17	-4667.90	129079.64	245592.47	343598.97	422390.99
82	-962798.67	-766266.00	-576373.13	-394942.35	-223968.88	-65539.27	78284.81	205611.98	314882.51	405025.22	475584.94
83	-862987.32	-667479.32	-479455.22	-300833.20	-133677.19	19899.41	157863.54	278417.87	380165.01	462258.00	524511.19
84	-764398.53	-570237.25	-384444.53	-209025.66	-46098.79	102215.89	233938.82	347393.91	441372.48	515273.22	569193.05
85	-667168.61	-474690.67	-291503.54	-119688.77	38597.90	181251.64	306372.40	412432.74	498437.61	564050.00	609658.45
86	-571510.92	-381065.64	-200866.94	-33059.55	120181.97	256792.01	374976.97	473384.93	551257.44	608537.04	645908.58
87	-477840.58	-289785.69	-112960.62	50442.00	198249.70	328461.34	439417.01	529966.05	599606.80	648572.56	677844.48
88	-387010.59	-201702.46	-28625.34	129997.82	272019.38	395528.85	499026.77	581587.29	642982.05	683741.32	705137.23
89	-300623.24	-118397.46	50593.32	204115.61	340070.68	456664.92	552584.44	627148.21	680412.45	713204.49	727075.83
90	-221221.16	-42361.42	122278.84	270477.10	400208.13	509820.17	598206.62	664945.87	710383.07	735635.08	742513.82

91	-152032.82	23266.15	183408.80	326205.96	449729.59	552491.70	633609.38	692927.81	731076.85	749446.58	750082.67
92	-96084.96	75574.15	231215.96	368706.51	486236.16	582497.93	656842.20	709379.94	741012.52	753378.56	748723.98
93	-54974.00	113078.73	264348.66	396777.03	508690.14	598973.76	667214.22	713779.57	739822.15	747198.31	738316.74
94	-28040.87	136512.31	283617.16	411307.40	518059.00	602957.31	665821.84	707263.77	728661.74	732056.80	719983.00
95	-12566.76	148608.06	291758.51	415025.65	517045.74	597107.31	655257.29	692334.06	709917.42	710201.67	695812.38
96	-4879.74	153002.55	292355.50	411440.56	509063.21	584717.23	638670.40	671972.73	686382.13	684218.46	668170.28
97	-1618.94	153000.69	288639.26	403690.78	497137.97	568681.44	618803.43	648751.36	660440.77	656293.45	639037.50
98	-451.37	150886.42	282832.83	393926.07	483333.58	550963.87	597507.33	624395.39	633682.85	627872.82	609713.37
99	-102.58	147904.46	276145.91	383315.31	468771.45	532630.94	575785.37	599836.98	606962.36	599727.32	580882.98
100	-16.87	144598.53	269109.46	372375.19	453951.20	514161.06	554089.52	575495.85	580661.41	572197.30	552842.54

3. Perusahaan lebih memprioritaskan waktu produksi

   Perusahaan lebih memprioritaskan waktu produksi sehingga $\beta_1 > \beta_2$. Nilai yang akan digunakan dalam perhitungan adalah β_0=0,1, β_1=9, dan β_2=5. Hasil perhitungan probabilitas penerimaan order dapat dilihat pada Tabel 12 dan hasil perhitungan ekspektasi penerimaan bersih perusahaan dapat dilihat pada Tabel 13. Pada Tabel 12 dan Tabel 13 dapat diketahui bahwa alternatif pasangan harga dan waktu produksi yang optimal adalah Rp 12.800.000,00 ; 89 jam. Probabilitas penerimaan order untuk pasangan harga dan waktu produksi (Rp 12.800.000,00 ; 89 jam) adalah p(Rp 12.800.000,00 ; 89 jam) = 0,424. Sedangkan ekspektasi keterlambatan order jika ditawarkan waktu penyelesaian order selama t = 89 jam adalah $E(T|76,89)$ = 3,481 jam. Diketahui ready time stasiun kerja 1 adalah = 4 jam, maka waktu penyelesaian order yang ditawarkan adalah selama 93 jam.

Tabel 12.Probabilitas penerimaan order $p(C,t)$ untuk β_0=0,1, β_1=9, dan β_2=5

Waktu produksi	Harga yang Ditawarkan										
	C										
	10550000	10775000	11000000	11225000	11450000	11675000	11900000	12125000	12350000	12575000	12800000
76	0.909	0.899	0.890	0.879	0.867	0.854	0.841	0.826	0.810	0.794	0.776
77	0.898	0.888	0.877	0.865	0.853	0.839	0.824	0.808	0.791	0.774	0.755
78	0.887	0.876	0.864	0.851	0.837	0.822	0.806	0.789	0.771	0.752	0.732
79	0.874	0.862	0.849	0.835	0.820	0.804	0.787	0.769	0.749	0.729	0.708
80	0.861	0.847	0.833	0.818	0.802	0.785	0.766	0.747	0.726	0.705	0.682
81	0.846	0.831	0.816	0.800	0.782	0.764	0.744	0.724	0.702	0.680	0.656
82	0.829	0.814	0.797	0.780	0.761	0.742	0.721	0.699	0.677	0.653	0.629
83	0.812	0.795	0.778	0.759	0.739	0.718	0.696	0.674	0.650	0.626	0.601
84	0.793	0.775	0.756	0.736	0.715	0.693	0.670	0.647	0.622	0.597	0.572
85	0.773	0.754	0.734	0.713	0.690	0.667	0.644	0.619	0.594	0.568	0.542
86	0.751	0.731	0.710	0.687	0.664	0.640	0.616	0.591	0.565	0.539	0.512
87	0.728	0.707	0.685	0.661	0.637	0.613	0.587	0.561	0.535	0.509	0.483
88	0.704	0.682	0.658	0.634	0.609	0.584	0.558	0.532	0.506	0.479	0.453
89	0.679	0.655	0.631	0.606	0.581	0.555	0.529	0.502	0.476	0.450	0.424
90	0.652	0.628	0.603	0.577	0.551	0.525	0.499	0.472	0.446	0.420	0.395
91	0.625	0.599	0.574	0.548	0.522	0.495	0.469	0.443	0.417	0.392	0.367
92	0.596	0.571	0.545	0.518	0.492	0.466	0.439	0.414	0.388	0.364	0.340
93	0.567	0.541	0.515	0.488	0.462	0.436	0.410	0.385	0.360	0.336	0.313
94	0.538	0.511	0.485	0.459	0.433	0.407	0.382	0.357	0.333	0.310	0.288
95	0.508	0.482	0.455	0.429	0.404	0.379	0.354	0.330	0.307	0.285	0.264
96	0.478	0.452	0.426	0.400	0.375	0.351	0.327	0.305	0.283	0.262	0.242
97	0.449	0.423	0.397	0.372	0.348	0.324	0.302	0.280	0.259	0.239	0.221
98	0.419	0.394	0.369	0.345	0.321	0.299	0.277	0.257	0.237	0.218	0.201
99	0.391	0.366	0.342	0.318	0.296	0.274	0.254	0.234	0.216	0.199	0.182
100	0.363	0.339	0.315	0.293	0.272	0.251	0.232	0.214	0.197	0.180	0.165

ANALISIS

Hasil perhitungan yang didapat dari perhitungan diatas akan dibandingkan dengan hasil perkiraanharga dan waktu produksi dari perusahaan seperti yang ditampilkan pada Tabel 14. Pada Tabel 14 diatas dapat dilihat bahwa harga yang diperkirakan perusahaan lebih murah dibandingkan harga dari hasil model, namun waktu produksi yang ditawarkan lebih lama dibandingkan hasil model. Dari pasangan harga dan waktu produksi yang diperkirakan oleh perusahaan, dihasilkan probabilitas penerimaan konsumen sebesar 0,138 dan ekspektasi keterlambatan selama 0 jam. Hal ini sangat berbeda dengan hasil

model yaitu 0,391; 0,401; dan 0,424. Jika dilihat dari hasil pemodelan, alternatif harga dan waktu yang ditawarkan perusahaan sangat tidak menguntungkan, karena probabilitas penerimaannya sangat kecil.

Tabel 13.Ekspektasi penerimaan bersih order $Z(C,t)$ untuk β_0=0,1, β_1=9, dan β_2=5

Waktu produksi	Harga yang Ditawarkan										
	C										
t	10550000	10775000	11000000	11225000	11450000	11675000	11900000	12125000	12350000	12575000	12800000
76	-1572057.52	-1387044.64	-1204383.52	-1024471.82	-847744.99	-674675.44	-505770.69	-341570.12	-182640.20	-29568.12	117046.35
77	-1459318.43	-1273916.59	-1091275.96	-911838.00	-736081.75	-564521.75	-397704.74	-236204.80	-80616.73	68452.22	210392.46
78	-1347200.34	-1161771.15	-979558.89	-801049.08	-626763.30	-457255.64	-293107.78	-134922.19	16686.33	161100.96	297714.85
79	-1235933.44	-1050881.98	-869550.07	-692466.21	-520191.91	-353316.45	-192450.05	-38215.13	108764.13	247874.04	378524.95
80	-1125781.19	-941556.86	-761600.90	-586482.18	-416797.66	-253165.37	-96215.49	53420.31	195121.31	328291.54	452374.68
81	-1017041.13	-834137.24	-656094.55	-483517.74	-317032.74	-157277.62	-4891.71	139497.03	275286.05	401913.32	518872.90
82	-910044.68	-728996.65	-553442.52	-384016.24	-221363.90	-66132.68	81041.99	219550.72	348825.44	468355.16	577701.62
83	-805156.70	-626538.46	-454080.56	-288437.32	-130263.97	19796.35	161127.12	293153.88	415360.24	527303.60	628629.93
84	-702776.46	-527194.87	-358465.34	-197251.41	-44204.18	100052.37	234937.06	359927.70	474576.93	578527.09	671523.28
85	-603347.08	-431434.13	-267079.42	-110942.34	36345.34	174195.37	302079.32	419544.65	526229.59	621876.29	706341.23
86	-507392.02	-339794.28	-180462.23	-30035.80	110889.29	241777.96	362171.99	471705.03	570115.77	657258.30	733109.24
87	-415608.41	-252972.75	-99295.87	44818.57	178828.38	302269.17	414769.48	516063.95	606003.74	684563.51	751844.55
88	-329037.03	-171990.16	-24562.75	112695.39	239313.11	354913.20	459225.62	552097.87	633501.97	703537.43	762430.07
89	-249258.93	-98377.79	42276.04	172223.96	291082.24	398575.26	494545.95	578962.69	651922.23	713648.35	764486.36
90	-178442.64	-34214.59	99252.88	221568.44	332449.73	431733.79	519383.95	595492.70	660280.27	714089.02	757373.92
91	-119000.46	18219.65	144241.36	258773.93	361646.69	452815.97	532367.90	600517.01	657600.51	704068.71	740472.06
92	-72789.17	57230.08	175724.63	282513.86	377544.54	460893.83	532767.74	593495.53	643520.10	683384.97	713718.70
93	-40197.88	82586.69	193639.67	292895.57	380419.54	456406.06	521173.32	575153.68	618880.78	652973.97	678120.97
94	-19737.36	95898.80	199714.36	291759.72	372214.89	441384.07	499686.22	547642.31	585859.88	615015.77	635838.04
95	-8491.47	100145.61	196982.48	282182.40	356033.32	418938.59	471404.41	514024.54	547463.19	572437.07	589697.24
96	-3156.69	98647.24	188769.18	267479.36	335164.20	392313.89	439507.30	477395.08	506681.75	528107.75	542432.12
97	-999.93	94134.29	177791.21	250339.74	312253.63	364096.52	406505.23	440172.00	465826.60	484219.10	496103.86
98	-265.48	88364.40	165797.97	232492.63	288996.99	335934.31	373984.86	403868.12	426325.64	442104.97	451945.45
99	-57.31	82248.50	153705.89	214848.93	266287.85	308691.53	342769.78	369256.20	388892.15	402412.53	410533.33
100	-8.93	76177.70	141921.18	197819.39	244530.50	282755.34	313220.24	336661.06	353808.84	365377.37	372052.96

Tabel 14. Perbandingan hasil model dengan perkiraan perusahaan

	Hasil Model			Perkiraan Perusahaan
	$\beta_1 = \beta_2$	$\beta_1<\beta_2$	$\beta_1>\beta_2$	
Harga yang ditawarkan	Rp 12.800.000,00	Rp 12.575.000,00	Rp 12.800.000,00	Rp 12.400.000,00
Waktu produksi yang ditawarkan	94 jam	96 jam	93 jam	109 jam
Probabilitas penerimaan	0,391	0,401	0,424	0,138
Ekspektasi keterlambatan	2,549 jam	1,157 jam	3, 481 jam	0
Ekspektasi penerimaan bersih	749.930,7	753.378,56	764.486,36	310.011,76

Dengan probabilitas penerimaan yang sangat kecil ini konsumen kemungkinan besar akan mengalihkan pesanannya ke perusahaan lain. Hasil ini sangat merugikan bagi perusahaan sehingga perusahaan cenderung memilih alternatif harga dan waktu produksi yang memiliki probabilitas penerimaan yang besar dan ekspektasi laba yang relatif besar pula. Perkiraan harga dan waktu produksi perusahaan menghasilkan ekspektasi penerimaan bersih sebesar 310.011,76 yang relatif lebih kecil dibandingkan yang dihasilkan oleh model. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari model dan perkiraan perusahaan, hasil dari model relatif lebih baik karena menghasilkan probabilitas penerimaan yang lebih besar dan ekspektasi penerimaan yang lebih besar pula. Namun, probabilitas penerimaan order yang dihasilkan model juga masih dibawah nilai 0,5 sehingga kemungkinan konsumen untuk memberikan order ke perusahaan lain masih lebih besar.

Penawaran harga dan waktu produksi berdasarkan penerimaan bersih terbesar belum tentu menghasilkan probabilitas penerimaan order oleh konsumen yang besar sehingga hal ini sangat beresiko bagi perusahaan karena konsumen bias saja memberikan order kepada perusahaan lain. Penentuan harga dan waktu produksi yang memberikan probabilitas penerimaan order yang besar akan lebih menarik bagi perusahaan karena akan lebih memberi kepastian order untuk dikerjakan, namun penawaran harga

danwaktu produksi yang menghasilkan probabilitas penerimaan order yang besar juga belum tentu menghasilkan ekspektasi penerimaan bersih yang besar bagi perusahaan.

Berdasarkan perhitungan hasil model probabilitas penerimaan order oleh konsumen yang dihasilkan juga relatif kecil. Hal ini membuat kemungkinan konsumen memberikan order ke perusahaan lain lebih besar sehingga alternatif harga dan waktu produksi yang dipilih seharusnya memiliki dua kriteria utama yaitu:

1. Ekspektasi penerimaan bersih yang relatif besar dan lebih dari nol
2. Probabilitas penerimaan order yang relatif besar dan lebih dari 0,5

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pasangan alternatif harga dan waktu produksi optimal yang didapat untuk setiap skenario adalah sebagai berikut:
   a. Untuk skenario perusahaan memberikan prioritas yang sama antara harga dan waktu produksi pasangan harga dan waktu produksi yang optimal adalah Rp 12.800.000,00 dan 94 jam.
   b. Untuk skenario perusahaan lebih memprioritaskan harga daripada waktu produksi pasangan harga dan waktu produksi yang optimal adalah Rp 12.575.000,00 dan 96 jam.
   c. Untuk skenario perusahaan lebih memprioritaskan waktu produksi dibandingkan harga pasangan harga dan waktu produksi yang optimal adalah Rp 12.800.000,00 dan 93 jam.
2. Perubahan nilai prioritas harga (β_2) lebih sensitif terhadap probabilitas penerimaan order dibandingkan perubahan nilai prioritas waktu produksi order (β_1), artinya perbedaan penawaran harga lebih berpengaruh ke nilai probabilitas penerimaan order dibandingkan perbedaan penawaran waktu produksi order.
3. Nilai β_0, β_1, dan β_2 sangat berpengaruh pada penawaran harga dan waktu produksi yang diberikan oleh perusahaan.
4. Dalam menentukan nilai β_1, dan β_2 sebaiknya didasarkan pada data historis perusahaan

DAFTAR PUSTAKA

Aisyati, Azizah.2002. Model Penentuan Harga dan Waktu Produksi Order pad Perusahaan Make to Order Job Shop dengan Mempertimbangkan Order Kontingensi. Bandung: Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.

Aisyati, A., Toha, I.S. 2002. Model ProbabilitasPenentuan Harga dan Waktu Produksi pada Perusahaan *Make-to-Order Flowshop*. Seminar Nasional Teknik Industri III, 464-474.

Baker, K.R., College, D. 1974. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. John Wiley & Sons, Inc: New Jersey.

Bertrand, J.W.M., dan Muntslag, D.R. 1993. *Production Control in Engineer-to-Order Firms*. International Journal Production Economics Vol 30-31, 3-22.

Blecker, T., dsn Abdelkafi, N. 2006. *Variety Management in Assemble-to-Order Supply Chains*. Series on Business Informatics and Application System Vol 2, 39-55.

Easton, F. F., dan Moodie, D. R. 1999. *Pricing and Lead Time Decisions for Make-to-Order Firms with Contingent Orders*. European Journal of Operational Research 116, 305-318.

Elhafsi, M., dan Rolland, E. 1999. *Negotiating Price/Delivery Date in Stochastic Manufacturing Environment*. IIE Transaction 31, 255-270.

Fogarty, D.W., Blackstone, J.H., dan Hoffman, T.R. 1991. *Production and Inventory Management*. South Western Publishing, Co: Cincinnati, Ohio.

Groover, M.P. 2001. *Automation, Production System, and Computer Integrated Manufacturing*. Prentice-Hall International: New York.

Hendry, L.C., dan Kingsman, B.G. 1991. *Production Planning Systems and Their Applicability to Make-to-Order Companies*. European Journal of Operational Research 40, 1-15.

Kamnisky, P., dan Kaya, O. 2008. *Scheduling and Due-Date Quotation in a Make-to-Order Supply Chain*. Naval Research Logistic 55, 444-458.

Novriady, H., Aisyati, A., dan Toha, I.S. 2001. Pengembangan Model Penentuan Harga Kontrak dan Waktu Manufaktur yang Mempertimbangkan Order Kontingensi. Proceeding Seminar Sistem Produksi V, 179-189.

Sun, D., Shi, H., dan Liu, C. 2012. *An Order Planning and Scheduling Framework in MTO Environment*. International Conference on System of System Engineering (SoSE) 7th, 682-687.

Toha, I.S. 2000. Sistem Manufaktur Berdasarkan Pesanan Non-Repetitif. Kumpulan Makalah Seminar Nasional Sistem Produksi. Universitas Atma Jaya: Yogyakarta.

INOVASI KEMASAN UNTUK INDUSTRI RUMAH TANGGA MENUJU STANDAR KEAMANAN PANGAN

Esti Dwi Rinawiyanti[1], Alasen Sembiring Milala[2], Fitri Novika Widjaja[3], SajektiPalupi[4]
[1,2,3,4]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya
Telp. 031-2981392
E-mail: estidwi@staff.ubaya.ac.id

ABSTRAKS
Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia. Karena itu, industri pangan sangat potensial untuk berkembang. Saat ini, industri pangan tidak hanya dikuasai oleh perusahaan-perusahaan besar, tetapi semakin banyak usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), dan juga industri rumah tangga yang menjalankan usahanya di bidang pangan. Walaupun peranan UMKM dan industri rumah tangga tidak bisa diremehkan, tetapi masih saja terdapat kendala untuk meningkatkan daya saing produk, salah satunya ialah kemasan. Tidak jarang industri pangan rumah tangga menggunakan kemasan sangat sederhana dan kurang memperhatikan aspek estetika, ergonomi, dan keamanan. Sehingga konsumen kurang tertarik untuk membeli, karena penampilan luarnya kurang menarik dan berdaya jual. Untuk itulah dilakukan pendampingan pada mitra industri rumah tangga di Desa Tamiajeng, Kabupaten Mojokerto untuk mengaplikasikan inovasi kemasan. Produk yang dihasilkan oleh mitra ialah minuman kesehatan, baik berupa jamu kering (padat) dan jamu cair. Saat ini produk dibuat dalam skala kecil, diproses dengan cara konvensional, menggunakan kemasan sederhana, dan dipasarkan di area dekat rumah. Selain itu, produk belum mempunyai ijin edar pangan industri rumah tangga (PIRT). Inovasi kemasan yang diterapkan pada jenis bahan kemasan dan cara pengemasan selain ditujukan untuk memperbaiki kualitas produk dan meningkatkan daya saing, juga dilakukan dalam rangka pengajuan ijin edar PIRT di Dinas Kesehatan Kabupaten Mojokerto. Dari kegiatan pendampingan yang dilakukan didapatkan beberapa hasil, antara lain perancangankemasanyang higienis dan menarik yang disesuaikan dengan standar keamanan pangan, serta diperolehnya ijinedar(PIRT) dari DinasKesehatanKabupaten Mojokerto. Hal tersebut semakin meningkatkan rasa percaya diri mitra untuk memasarkan produk di area yang lebih luas, yang diharapkan dapat meningkatkan penjualan dan memperbaiki perekonomian mitra.

***Kata kunci**: industri rumah tangga, keamanan pangan, minuman kesehatan, PIRT*

PENDAHULUAN

Usaha Kecil dan Menengah (UKM) mempunyai peranan yang penting pada perekonomian suatu negara, tak terkecuali di Indonesia. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS). pada tahun 2007 UKM memberikan kontribusi sebesar Rp. 2.12,3 triliun atau sama dengan 53,6 % dari total Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Pada tahun 2012, industri pengolahan makanan tetap mendominasi struktur perekonomian Indonesia sebesar 23,5% hingga triwulan kedua. Sektor ini diperkirakan bisa tumbuh hingga 8% dibanding 2011, sehingga targetnya hingga akhir tahun diperkirakan bisa mencapai Rp 700 triliun. Ada tiga faktor yang mendorong tumbuhnya usaha UKM di sektor makanan dan minuman, yakni (1) pertumbuhan makro ekonomi Indonesia yang terus membaik sehingga mampu meningkatkan daya beli masyarakat; (2) pertumbuhan jumlah penduduk Indonesia yang berpengaruh pada peningkatan kebutuhan masyarakat terhadap makanan dan minuman; dan (3) fasilitasi pemerintah melalui pembinaan, pendapingan dan dukungan pemasaran (Bisnis.com, 2012). Walaupun sektor UKM semakin berkembang, tetapi standar keamanan pangan dan kualitas produknya dinilai masih rendah. Penyebabnya adalah masih kurangnya pemahaman UKM mengenai konsep keamanan pangan atau *food security* (Liputan 6, 2014). Pelaku usaha kecil dan menengah (UKM) yang bergerak di bidang makanan sebagian besar belum memenuhi standar kemasan. Lebih lanjut dikatakan pengemasan produk yang menarik masih menjadi kelemahan pelaku usaha kecil menengah kluster makanan. Angkanya mencapai 90 persen dari jumlah UKM produk makanan di Indonesia, yang berkisar 12 juta pelaku. (Tempo, 2010). Umumnya kemasan yang digunakan UKM tidak standar, seperti tidak memenuhi aspek estetika atau keindahan, ergonomis atau mudah dipegang, dan faktor keamanan produk. Banyak kemasan pangan tradisional terkesan asal-asalan dan belum memperhatikan ketentuan yang ada di kemasan produknya, sehingga kurang menarik minat konsumen dan mempunyai daya saing yang lemah untuk menembus pasar global.

Kelemahan pelaku usaha makanan mengemas produk hingga menarik, terkadang membuat barang dagangan mereka kurang diminati pelanggan. Sektor industri makanan & minuman memang merupakan sektor industri terbesar pengguna kemasan. Sektor ini menguasai sekitar 51% penggunaan kemasan, diikuti sektor industri rumah tangga 25%, sektor industri lain 15%, dan yang terakhir sektor industri farmasi dan kecantikan 9%. Berdasarkan jenis kemasan yang digunakan, sebagian besar didominasi oleh penggunaan kaleng, gelas, keramik, logam dan aluminium sebesar 30%, kemudian diikuti oleh kotak karton gelombang 20%, plastik rigid/semi rigid 14%, *flexible pack/laminating* 15%, kotak karton lipat 12% dan yang terakhir adalah kertas/label sebesar 9% (Kementerian Perindustrian, 2014).

Keengganan pelaku UKM untuk membenahi kemasan disebabkan masalah biaya, karena mereka harus mengeluarkan uang lebih untuk kemasan. Selain itu, mereka tidak tahu harus mencari ke mana untuk membuat kemasan yang lebih bagus dan aman. Padalah sebenarnya, kemasan pangan harus mampu melindungi dan mempertahankan mutu pangan serta tidak boleh dipengaruhi maupun mempengaruhi biaya baik selama pengangkutan maupun dalam masa penyimpanan. Secara umum kemasan pangan mempunyai fungsi sebagai berikut yaitu: (1) Melindungi produk terhadap pengaruh fisik, seperti pengaruh mekanik, dan cahaya; (2) Melindungi produk terhadap pengaruh kimiawi (permiasi gas, kelembaban udara/uap air); (3) Melindungi produk terhadap pengaruh biologik (bakteri, kapang); (4) Mempertahankan keawetan dan mutu produk; (5) Memudahkan penanganan (penyimpanan, transportasi, penumpukan, pindah tempat); (6) Sebagai media informasi produk dan media promosi; (7) Memberikan informasi konsumen misalnya: penggunaan dan penyimpanan; dan (8) Memberikan bentuk dan daya tarik produk. (Departemen Kesehatan, 2013). Oleh karena itu kemasan harus dibuat dengan memenuhi standar yang tinggi dan memenuhi syarat syarat yang sudah ditetapkan baik oleh BPOM ataupun oleh lembaga lembaga Internasional, seperti ISO (GMP, HACCP). CE, dll. Sehingga, produk-produk yang dikemas tersebut bisa dikonsumsi dengan baik, sehat dan aman (Kementerian Perindustrian, 2014).

Terdapat beberapa usaha mikro atau bisa dikatakan industri rumah tangga di DesaTamiajeng yang terletak di KecamatanTrawas,Kabupaten Mojokerto. Kebanyakan industri rumah tangga yang dilakukan bergerak di sektor makanan. Salahsatunya adalah usaha minumantradisional yang dijalankan oleh ibu-ibu.Terdapat dua kelompok usaha (mitra) yang beranggotakan ibu-ibu yang membuat produk minuman tradisional di DesaTamiajeng. Yang pertama ialah produk minuman cair yang dikemas dalam botol plastik, seperti beras kencur, sinom, dan kunyit asam. Yang kedua yaitu yang diproduksi dalam bentuk serbuk instan (minuman padat) dalam kemasan plastik, antara lain jahe instan, temulawak instan, dan kunyit instan. Minuman cair biasanya diproduksi berdasarkan pesanan dan yang paling sering dipesan adalah sinom danberas kencur dalam kemasan botol plastik dengan ukuran 650ml. Sedangkan yang dalam bentuk padat/kering yang seringkali disebut minuman instan dibuat dari jahe,temulawak,kunyit putih,dan kencur yang dikemas dalam plastic bening rangkap dua dengan ukuran 300 gram. Pemasaran produk dilakukan dengan cara menitipkan produk tersebut pada warung dan toko di sekitar tempat tinggal mitra. Usaha yang dilakukan mitra merupakan industri rumah tangga, karena dilakukan dengan tenaga kerja kurang dari 5 orang (Perekonomian Bisnis, 2006). Industri rumah tangga atau industri rumahan merupakan industri yang potensial untuk dikembangkan karena bisa dilakukan di rumah, dikerjakan oleh sedikit orang, dan dapat memberdayakan ketrampilan dan keahlian yang dimiliki oleh masyarakat. Apalagi biasanya industri rumah tangga menggunakan bahan baku lokal yang mudah didapatkan, diproses dengan cara sederhana, dan produk bisa diterima oleh masyarakat sekitar.

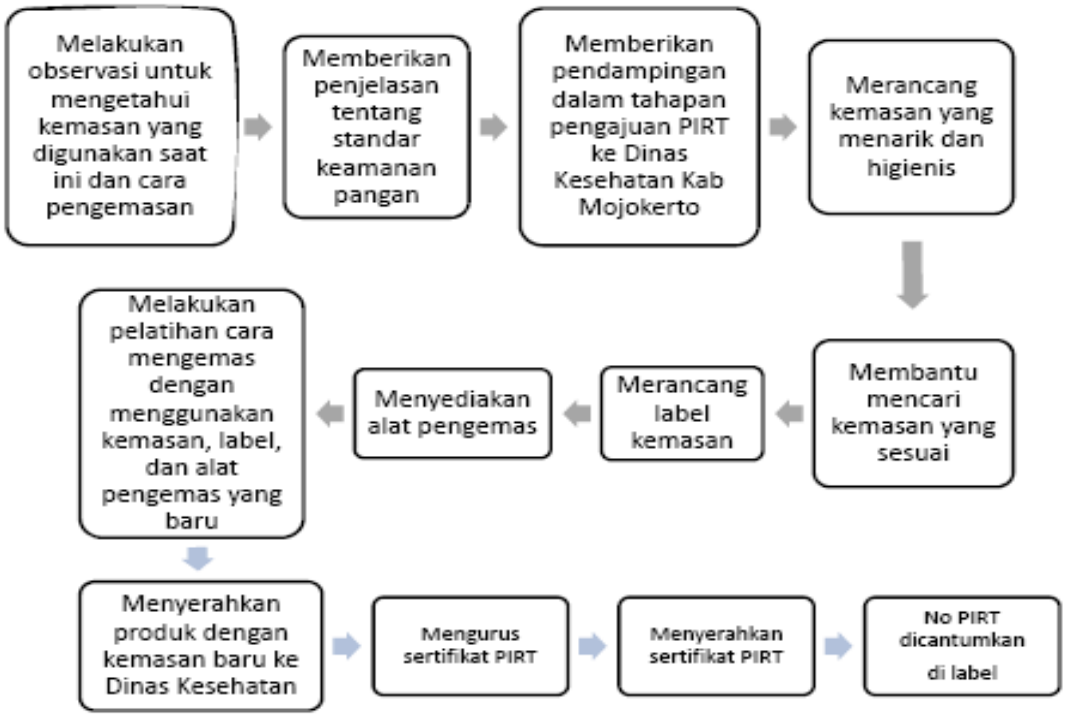
Sampai saat ini area pemasaran produk mitra masih terbatas di lingkungan sekitar tempat tinggal mitra, yaitu dengan menitipkan di warung/toko terdekat dan melayani pesanan. Mitra belum berani memasarkan produk di toko yang lebih besar atau restoran karena produk belum mempunyai ijin edar pangan industri rumah tangga (PIRT) dari dinas kesehatan setempat,yang merupakan jaminan kualitas produk yang akan membuat pelanggan yakin akan mutu dan keamanan produk minuman yang dibelinya. Sertifikat PIRT adalah ijin edar produk pangan olahan yang diproduksi oleh UKM untuk dipasarkan secara lokal. Ijin PIRT hanya untuk produk pangan olahan dengan tingkat resiko yang rendah. Apabila mendaftar, maka pelaku usaha akan memperoleh 2 sertifikat yaitu sertifikat penyuluhan dan sertifikat PIRT (Ichda, 2008). Sertifikat PIRT menyatakan bahwa pelaku usaha bahwa usaha makanan dan minuman rumahan dijual memenuhi standar keamanan makanan. Salah satu persyaratan untuk mengurus PIRT adalah memberikan sampel produk yang sudah dikemas dan menyertakan rancangan label produk. Padahal, mitra saat ini menggunakan kemasan yang masih sederhana, yaitu minuman padat dibungkus plastik bening rangkap dua dan direkatkan dengan bantuan lilin. Label yang memuat informasi tentang produk diberikan pada selemba rkertas yang berisi bahan baku dan manfaat produk, namun belum ada merek, tanggal kadaluarsa, berat bersih, dan daerah asal produk tersebut di produksi termasuk ijin edar dari Dinas Kesehatan Kabupaten Mojokerto. Sedangkan untuk kemasan botol plastik (minuman cair)masih digunakan botol plastik beka s yang dicuci bersih dengan ukuran 600 ml dan 1500 ml dan

belum ada label pada kemasan. Bagaimanapun juga, pilihan konsumen dalam membeli produk harus berdasarkan informasi yang ada pada produk, yang tercantum pada label. Informasi tersebut digunakan sebagai acuan konsumen untuk membeli produk yang sesuai sehingga hak atas informasi ini sangat penting (Setyoyati, 2014). Label itu ibarat jendela, konsumen yang jeli bisa mengintip suatu produk dari labelnya. Label adalah hak konsumen dalam mendapat informasi tentang produk pangan yang akan dikonsumsinya. Pengaturan pelaksana dari UU Pangan yang mengatur lebih lanjut dan terperinci mengenai pelabelan termuat di dalam Peraturan Pemerintah No. 69 Tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan (PP Label dan Iklan Pangan). Dalam PP tersebut pada pasal 3 diatur mengenai persyaratan label yang harus berisikan keterangan sekurang-kurangnya: a.Nama produk; b.Daftar bahan yang digunakan; c.Nama dan alamat pihak yang memproduksi atau memasukan pangan ke wilayah Indonesia; d.Tanggal, bulan dan tahun kadaluwarsa (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 1999).

Dari latar belakang permasalahan di atas, Tim Pengabdian Masyarakat dari Universitas Surabaya merasa perlu untuk melakukan inovasi pada industri rumah tangga minuman tradisional di Desa Tamiajeng dengan merancang kemasan yang sesuai dengan standar keamanan pangan, sebagai persyarakatan untuk mendapatkan ijin edar PIRT. Inovasi diterapkan pada jenis bahan kemasan dan cara pengemasan. Diharapkan kualitas produk minuman menjadi lebih baik dengan jaminan kualitas berupa ijin edar dari Dinas Kesehatan dan produk lebih bernilai jual dan berdaya saing karena dikemas dalamkemasanyangpraktis,higienisdan bisa diterima pasar. Dengan demikian mitra dapat lebih ditingkatkan keahlian dan keterampilannya dan industri rumahanminuman tradisional di Desa Tamiajeng akansemakin berkembang,bahkandapatmenjadicontoh (*rolemodel*) untuk mengajak lebih banyak lagi anggota kelompok pembuat minuman tradisional dari DesaTamiajeng.

METODE KEGIATAN

Kegiatan yang dilaksanakan merupakan program Ipteks bagi Masyarakat (IbM) yang mendapatkan hibah dari Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi (DIKTI) pada tahun 2013. Kegiatan dilakukan mulai bulan Maret sampai Desember 2013. Permasalahan yang dihadapi oleh mitra menjadi dasar dalam penyusunan solusi yang ditawarkan. Ada tiga mitra untuk minuman tradisional, yaitu satu mitra untuk minuman padat (Ibu Sa'diyah) dan 2 mitra untuk minuman cair (Ibu Ismawati dan Ibu Poniti). Kegiatan dijalankan dengan cara pendampingan mitra, baik melalui kunjungan langsung ke lokasi mitra, observasi, wawancara, dan diskusi dengan mitra untuk mencari cara yang paling baik yang dapat diterima dan diaplikasikan. Pelaksanaan program dapat dijelaskan melalui diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir kegiatan IBM

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kegiatan yang menunjukkan ada perbaikan dari kondisi sebelumnya dijelaskan sebagai berikut.

Minuman Padat

Sebelum inovasi

- Bahan kemasan: kemasan yang dipakai yaitu plastik tipis rangkap dua, keterangan mengenai produk dituliskan pada selembar kertas *foto copy* dengan desain sederhana dan kurang menarik. Tidak ada keterangan mengenai nama/merek produk, produsen/yang membuat, asal produk, komposisi bahan dan cara penggunaan, serta tidak dicantumkan tanggal kadaluarsa dan kode produksi, juga belum mempunyai ijin edar PIRT.
- Cara pengemasan: plastik yang sudah diisi dengan produk kemudian direkatkan dengan menggunakan lilin, lalu dimasukkan lagi ke plastik satunya (yang lebih besar) dan kembali direkatkan dengan lilin. Gambar produk dengan kemasan sebelumnya ditampilkan di gambar 2.

Sesudah inovasi

- Bahan kemasan: dilakukan inovasi dengan memilih kemasan plastik lebih tebal, yaitu plastik PP 0,8 mm. PP (*Polypropylene*) adalah jenis plastik yang biasa digunakan untuk *packing*/pembungkus makanan kering/*snack*, sedotan plastik, kantong obat, penutup, cup plastik, tas, botol, dll. (www.distributorplastik.com, 2014). Bahan plastik PP merupakan jenis terbaik yang bisa dimanfaatkan sebagai kemasan makanan/minuman. Plastik jenis PP lentur namun kuat, mampu mencegah reaksi kimiawi serta tahan minyak dan panas (Uniqpost, 2012).
- Cara pengemasan: inovasi diaplikasikan dengan menggunakan *hand sealer* untuk merekatkan plastik kemasan, sehingga plastik kemasan dapat terekat lebih sempurna, lebih rapi dan kuncian lebih kuat sehingga tidak mudah robek. Untuk mesin *sealer*, dipilih yang bisa dioperasikan dengan tangan karena penggunaan listriknya kecil, yang bisa diambilkan dari konsumsi listrik rumah tangga. *Hand sealer* juga sederhana dan ringan, sehingga bisa dipindahkan. Misalnya, digunakan untuk industri rumah tangga yang lain atau untuk produk yang lain.
- Inovasi merek: semula produk dari industri rumahan mitra tidak mempunyai merek. Yang digunakan adalah nama generik, seperti jahe instan. Merek adalahnama, istilah, tanda, simbol, atau desainyang dimaksudkan untukmengidentifikasibarang atau jasadarisatu penjualatau kelompokpenjual danuntuk membedakanmereka daripara pesaing (Keller, 2007). Untuk itu perlu ditetapkan merek produk, yang menjadi identitas produk yang dijual dan membedakannya dari produk sejenis. Merek yang dipilih oleh mitra ialah ‘Annur’ untuk produk minuman padat (instan).
- Inovasi label: karena label adalah bagian yang sangat penting dari suatu produk agar konsumen dapat memperoleh produk sesuai yang diharapkan yang sehat serta aman dikonsumsi (Satyahadi, 2013), maka inovasi juga diaplikasikan pada label minuman padat. Label dibuat lebih atraktif dari bahan kertas stiker yang tebal dan *glossy* dengan warna cerah dan gambar menarik. Sesuai dengan PP Label dan Pangan pasal 3, pada label kemasan yang sudah diperbarui disebutkan nama/merek produk, komposisi bahan dan cara penggunaan, serta dicantumkan tanggal kadaluarsa dan kode produksi, dan disebutkan ijin edar PIRT yang sudah diperoleh. Tidak lupa disebutkan juga produsen/pembuat, lengkap dengan lokasi dan nomer telepon, sehingga konsumen yang ingin membeli lagi bisa menghubungi langsung. Desain label yang telah dibuat ditampilkan di gambar 4. Gambar produk dengan inovasi kemasan dan label yang diterapkan dapat dilihat di gambar 3. Dapat dilihat pada gambar bahwa produk lebih menarik dan berdaya jual setelah dilakukan inovasi kemasan.

Gambar2. Produk minuman padat sebelum inovasi

Gambar 3. Produk minuman padat setelah inovasi

Minuman Cair

Sebelum inovasi

- Bahan kemasan: mitra menggunakan botol bekas air mineral yang dicuci bersih untuk kemasan minuman cair (beras kencur, sinom, dan kunyit asam), tidak menggunakan *seal* (perekat tutup botol), dan tidak ada label. Gambar produk minuman cair sebelum inovasi ditampilkan di gambar 6. Tentu saja hal ini tidak bisa diteruskan, karena botol bekas kurang higienis untuk digunakan lagi. Botol plastik air mineral terbuat dari PET atau *Polyethylene Terephthalate*. Biasanya, pada bagian bawah kemasan botol plastik, tertera logo daur ulang dengan angka 1 di tengahnya dan tulisan PETE atau PET di bawah segitiga. Simbol tersebut biasa dipakai untuk botol plastik yang jernih/transparan/tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya. Botol Jenis PET/PETE ini direkomendasikan "hanya untuk sekali pakai". Alasannya, bila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik yang dapat menyebabkan kanker (www.kemasan.co.id, 2011).
- Cara pengemasan: botol yang diisi dengan jamu cair kemudian dipasangkan tutup botolnya secara manual, tanpa menggunakan *seal* (perekat).

Sesudah inovasi

- Bahan kemasan: disarankan kepada mitra untuk beralih ke botol kemasan air mineral yang baru. Memang, harga botol baru lebih mahal dari botol bekas, tetapi lebih higienis karena belum pernah digunakan, dan tutup botol juga lebih rapat karena belum rusak/patah.
- Cara pengemasan: kemasan botol dilengkapi dengan *seal* yang direkatkan pada bagian atas (tutup botol) sehingga kemasan produk lebih rapat dan tahan lama serta tidak lembab dan terkontaminasi udara luar. Proses perekatan *seal* dilakukan dengan cara yang mudah dan sederhana, yaitu menggunakan uap panas dari air mendidih yang diletakkan dalam ceret.
- Inovasi merek: mitra menggunakan merek 'Sri Rejeki' dan 'Anam'.
- Inovasi label: Selain karena sebelumnya tidak ada label, maka label itu benar-benar baru bagi produk minuman cair. Label dibuat dari kertas stiker yang tebal dan *glossy*, didesain dengan menggunakan warna-warna cerah yang menarik. Pada label disebutkan merek produk, komposisi bahan dan cara

penggunaan, serta dicantumkan tanggal kadaluarsa dan kode produksi, dan dicantumkan ijin edar PIRT yang sudah diperoleh. Tertulis juga produsen/pembuat, lokasi produsen dan nomer telefon, sehingga konsumen dapat menghubungi langsung bila ingin membeli lagi. Desain label untuk minuman cair ditampilkan di gambar 5. Sedangkan gambar produk dengan inovasi kemasan dan label yang diterapkan dapat dilihat di gambar 7.

Gambar 4. Desain label minuman padat

Gambar 5. Desain label minuman cair

Pendampingan juga dilakukan pada mitra untuk pengajuan ijinkeUTC(*UbayaTraining Centre*) di Trawas pada *counter* oleh-oleh UTC. Sambutan dari PimpinanUTCsangatbaik,bahkan akan disediakan tempatprodukminumancairberupa *softcase*agar tetap segar dandingin, mengingat bahwa minuman cair tidak dapat bertahan lama jika tidak disimpan pada suhu dingin. Sistemyangditawarkanadalahkonsinyasidan penggantian/pengisian produk barudilakukanper minggu. Rencananya akan adapetugasadministrasi khusus untukmelayani penjualan dari ibu-ibu mitra. Secara keseluruhan kegiatan diapresiasi dengan baik oleh masyarakat di desa Tamiajeng. Hal ini terbukti pada saat sosialisasi program. Dari penjelasan yang disampaikan dan bukti implementasi nyata pada mitra, warga tertarik dan termotivasi untuk meningkatkan kualitas produk, memperbaiki kemasan, serta mendapatkan ijin edar (PIRT) dari Dinas Kesehatan Kabupaten Mojokerto.

Gambar 6. Produk minuman cair sebelum inovasi

Gambar 7. Produk minuman cair setelah inovasi

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil survei dan observasi didapatkan informasi bahwa (1) industri rumah tangga yang dijalankan mitra masih pada skala kecil dan dilakukan secara sederhana; (2) kemasan yang digunakan tidak menarik dan belum memenuhi standar keamanan pangan; dan (3) mitra belum mengetahui cara meningkatkan kualitas produk, membuat kemasan yang menarik, dan prosedur mendapatkan ijin edar (PIRT). Inovasi yang diaplikasikan pada kemasan meliputi pemilihan bahan pengemas, proses pengemasan, dan pemberian label, dan diterapkan pada minuman padat (kering/instan) dan minuman cair. Untuk minuman padat, bahan pengemas diubah ke plastik PP yang lebih tebal dengan ukuran 0,8 mm, proses pengemasan menggunakan *hand sealer*, dan perubahan pada label yang didesain lebih menarik dan atraktif serta sesuai dengan informasi yang diharuskan ada pada label. Untuk minuman cair, beralih dari botol bekas minuman air mineral ke botol baru, sehingga lebih higienis dan aman. Proses pengemasan menggunakan *seal* yang direkatkan dengan cara mudah, yang membuat botol lebih rapat dan meminimalisasikan kontaminasi dengan udara luar. Desain label dibuat menarik dan memenuhi aspek-aspek Peraturan Pemerintah No. 69 Tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan pasal 3. Dengan inovasi kemasan yang diterapkan, mitra berhasil mendapatkan ijin edar PIRT dari Dinas Kesehatan Kabupaten Mojokerto. Programdapat dikatakan berhasil, karena ijinedar(PIRT)sudahdiperoleh, dan telahdilakukanjuga pendampinganpemasaranprodukuntuk area pemasaran yang lebih luas.

Saran yang bisa diusulkan untuk kegiatan selanjutnya ialah melibatkan lebih banyak mitra sehingga manfaat bisa dirasakan lebih luas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim pengabdian masyarakat **Ipteks bagi Masyarakat Pengusaha Jamu di Desa Tamiajeng Kabupaten Mojokerto** Universitas Surabaya menyampaikan terimakasih kepada Direktorat Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai pelaksanaan program ini dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Nomor: 192/SP2H/KPM/DIT.LITABMAS/V/2013 tanggal 13 Mei 2013.

PUSTAKA

Bisnis.com (2012). KEMENTERIAN KOPERASI & UKM Gelar Pameran Makanan & Minuman 3-7 Oktober, http://www.bisnis.com/articles/kementerian-koperasi-and-ukm-gelar-pameran-makanan-and-minuman-3-7-oktober, diakses pada tanggal 12 Maret 2014.

Departemen Kesehatan, (2013). Serba Serbi kemasan Pangan, http://www.gizikia.depkes.go.id/archives/9141, diakses pada tanggal 12 Maret 2014.

Distributor Plastik, (2014). http://www.distributorplastik.com/ diakses pada tanggal 12 Maret 2014.

Ichda Ch. (2008). Bahan Ajar Pengendalian Mutu Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Keller, Kevin Lane, (2007). Strategic Brand Management , Third Edition, Prentice Hall.

Kemasan, (2011). Bahaya Menggunakan Bekas Kemasan Air Minum Mineral, http://kemasan.co.id/bahaya-menggunakan-bekas-kemasan-air-minum-mineral.html, diakses pada tanggal 13 Maret 2014

Kementerian Perdagangan, (1999., PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 69 TAHUN 1999 TENTANG LABEL DAN IKLAN PANGAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA, ditjenspk.kemendag.go.id/.../1999/.../label-dan-iklan, diakses pada tanggal 13 Maret 2014.

Kementerian Perindustrian, (2014). Kemenperin Dorong IKM Percantik Kemasan, http://www.kemenperin.go.id/artikel/8249/Kemenperin-Dorong-IKM-Percantik-Kemasan, diakses pada tanggal 13 Maret 2014

Liputan 6. (2014). Penjual Makanan Perlu Tahu Standar Keamanan Pangan, http://health.liputan6.com/read/795783/penjual-makanan-perlu-tahu-standar-keamanan-pangan, diakses pada tanggal 12 Maret 2014.

Perekonomian Bisnis, (2006). Pengertian, Definisi, Macam, Jenis dan Penggolongan Industri di Indonesia, http://www.organisasi.org/1970/01/pengertian-definisi-macam-jenis-dan-penggolongan-industri-di-indonesia-perekonomian-bisnis.html, diakses pada tanggal 12 Maret 2014.

Satyahadi, Alfred, (2013). Pentingnya Penggunaan Label pada Kemasan, Indonesia Print Media Edisi 52 (Mei-Juni 2013). http://www.indonesiaprintmedia.com/pendapat/225-pentingnya-penggunaan-label-pada-kemasan.html, diakses pada tanggal 12 Maret 2014.

Setyoyati, Wiwit. (2014). Perlindungan Hukum bagi Konsumen terhadap Produk Pangan Industri Rumah Tangga yang Tidak Berlabel di Surabaya, Jurnal Novum, Vol 1 No 1 (2014). http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/novum/issue/view/594, diakses pada tanggal 13 Maret 2014.

Tempo, (2010).Mayoritas Kemasan Produk Makanan Usaha Kecil Belum Standar**,** http://www.tempo.co/read/news/2010/05/05/179245710/Mayoritas-Kemasan-Produk-Makanan-Usaha-Kecil-Belum-Standar, diakses pada tanggal 12 Maret 2014.

Uniqpost, (2012). Mengenal Simbol Kode Jenis Plastik dan Bahayanya http://uniqpost.com/33990/mengenal-simbol-kode-jenis-plastik-dan-bahayanya/, diakses pada tanggal 12 Maret 2014.

ANALISIS PENGARUH MOTIVASI TERHADAP KINERJA PETUGAS LAPANGAN PJTKI MENGGUNAKAN METODE ANALISIS DISKRIMINAN (STUDI KASUS DI PT RIMBA CIPTAAN INDAH)

Diana Puspita Sari[1], Hery Suliantoro[2], Gusti Agung Chandra Dewi[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH – Tembalang, Semarang
Telp. 024-7460052
Email: diana_psptsr@yahoo.com, suliantoro_hery@yahoo.com

ABSTRAKS
Maju dan berkembangnya suatu perusahaan ditandai dengan meningkatnya produktivitas kerja karyawan. Hal ini dapat dicapai bila perusahaan tersebut dapat meningkatkan semangat kerja karyawannya. PT Rimba Ciptaan Indah (PT RCI) merupakan Perusahaan Jawatan Tenaga Kerja Indonesia (PJTKI) yang bergerak dibidang penyaluran Tenaga Kerja Wanita (TKW) ke luar negeri. Petugas lapangan merupakan karyawan PT RCI yang bertugas untuk mencari TKW di daerah-daerah di Jawa Tengah. Permintaan akan TKW yang cukup besa menuntut agar PT RCI dapat memenuhi permintaan tersebut. Sering kali PT RCI tidak mampu untuk memenuhi permintaan tersebut karena pemasukan TKW dari petugas lapangan yang semakin berkurang. Untuk itu diperlukan kinerja petugas lapangan yang lebih baik untuk mencari TKW agar dapat memenuhi permintaan tersebut. Terdapat tiga kategori yaitu petugas lapangan yang sangat berhasil, berhasil dan tidak berhasil. Dalam rangka mengukur kinerja petugas lapangan yang sangat berhasil, berhasil, dan tidak berhasil dan untuk perbaikan terhadap kinerja petugas lapangan, salah satu cara untuk menentukan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja mereka adalah dengan menggunakan analisis diskriminan. Analisis diskriminan penting digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang paling berpengaruh pada masing-masing kelompok.Terdapat 13 faktor-faktor motivasi menurut konsep teori motivasi Dua Faktor Herzberg yaitu faktor higienis (administrasi dan kebijakan perusahaan, supervisi, kondisi kerja, gaji, hubungan dengan rekan kerja, kehidupan pribadi, status, dan keamanan) dan motivator (prestasi, pengakuan, pekerjaan itu sendiri, tanggung jawab, dan kemajuan). Terdapat 32 variabel yang mempengaruhi kinerja petugas lapangan. Dari analisis diskriminan didapatkan bahwa petugas lapangan yang bekerja di PT Rimba Ciptaan Indah yaitu 21,2% dengan kinerja sangat berhasil, 19,2% dengan kinerja berhasil, dan 59,6% dengan kinerja sangat berhasil. Terdapat 7 variabel yang menjadi pembeda diantara ketiga kinerja petugas lapangan.

***Kata kunci**: analisis diskriminan, kinerja, motivasi, petugas lapangan*

PENDAHULUAN

Manusia merupakan penggerak sumber daya yang ada dalam rangka aktivitas dan rutinitas dari sebuah organisasi atau perusahaan. Sebagaimana diketahui sebuah organisasi atau perusahaan, didalamnya terdiri dari berbagai macam individu yang tergolong dari berbagai status yang mana status tersebut berupa pendidikan, jabatan dan golongan, pengalaman, jenis kelamin, status perkawinan, tingkat pengeluaran, serta tingkat usia dari masing - masing individu tersebut. PT Rimba Ciptaan Indah (PT RCI) merupakan Perusahaan Jawatan Tenaga Kerja Indonesia (PJTKI) yang bergerak dibidang penyaluran Tenaga Kerja Wanita (TKW) ke luar negeri. Permintaan akan TKW yang cukup besar dari agen-agen di Singapura, Malaysia, dan Hongkong menuntut agar PT RCI dapat memenuhi permintaan tersebut. PT RCI memiliki petugas lapangan yang bertugas untuk mencari TKW di daerah-daerah untuk bersedia bekerja di luar negeri. Sering kali PT RCI tidak mampu untuk memenuhi permintaan tersebut karena pemasukan TKW dari petugas lapangan yang semakin berkurang. Meskipun beberapa petugas lapangan ada yang sangat berhasil dan berhasil, tetapi banyak juga yang tidak berhasil dalam memenuhi target perusahaan.

Dari studi pendahuluan yaitu dari hasil wawancara yang telah dilakukan dengan 42 orang petugas lapangan dan pihak perusahaan, terdapat 30 orang petugas lapangan yang menyatakan bahwa kinerja dari petugas lapangan tersebut sangatlah dipengaruhi oleh motivasi para petugas lapangan tersebut. Hal ini berarti 71,4% dari petugas lapangan setuju bahwa pengaruh motivasi begitu besar terhadap kinerja mereka. Motivasi merupakan salah satu faktor yang penting dalam mendorong para petugas lapangan untuk dapat bekerja dengan baik yang sangat penting pula ditumbuhkan dalam diri para petugas lapangan

karena di PT RCI sendiri para petugas lapangan sangatlah tertutup satu sama lainnya mengenai jumlah TKW yang berhasil dapatkan.

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah mengukur kinerja petugas lapangan yang sangat berhasil, berhasil, dan tidak berhasil, mengetahui faktor-faktor apa saja yang menjadi pembeda diantara kinerja petugas lapangan yang sangat berhasil, berhasil, dan tidak berhasil, menentukan faktor motivasi manakah yang memberi pengaruh paling besar didalam mempengaruhi kinerja petugas lapangan sehingga dapat memaksimalkan kinerja petugas lapangan, memberikan usulan perbaikan untuk petugas lapangan dan juga perusahaan dalam rangka peningkatan kinerja petugas lapangan dan juga perusahaan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor pembeda adalah analisis Diskriminan. Analisis Diskriminan merupakan suatu teknik menganalisis data, kalau variable tak bebas (criterion) merupakan kategori (non-metrik, nominal atau ordinal, bersifat kualitatif) sedangkan variabel bebas sebagai prediktor merupakan metrik (interval atau rasio, bersifat kuantitatif) (Supranto, 2004). Banyak penelitian yang menggunakan analisis diskriman sebagai alat pengolah data. Andriani dkk (2011) menggunakan analisis diskriminan untuk Mengetahui Faktor yang memp engaruhi pilihan Program Studi Matematika di FMIPA dan FKIP Universitas Sriwijaya. Analisis diskriminan digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang memb edakan mahasiswa dalam memilih Prodi Matematika FMIPA dan FKIP. Faktor-faktor yang diamati adalah faktor minat, dunia kerja, kapasitas prodi,, lingkungan sosial dan motivasi dunia kerja. Hasil analisis faktor kapasitas prodi dan motivasi dunia kerja yang signifikan dapat membedakan pemilihan Prodi Matematika. Cahyawati dkk (2011) menggunakan analisis diskriminan untuk menentukan fungsi pengelompokan anak putus sekolah Pendidikan Dasar. Fungsi diskriminan yang diperoleh menunjukkan bahwa faktor-faktor yang signifikan menentukan kelompok anak berisiko putus sekolah pendidikan dasar adalah umur kepala rumah tangga, pendidikan ayah, motivasi orangtua dan motivasi anak

METODOLOGI PENELITIAN

Pendekatan Pemecahan Masalah

Penelitian ini menggunakan konsep teori motivasi Dua Faktor Herzberg yang terdiri dari 13 faktor motivasi. Adapun penjelasan ketigabelas faktor motivasi tersebut adalah sebagai berikut (Indrawijaya,1983)

1) Faktor Higienis
   - Administrasi dan Kebijakan perusahaan
     Melalui pendekatan manajemen partisipatif bawahan tidak lagi dipandang sebagai objek melainkan sebagai subjek.
   - Supervisi
     Supervisi yang efektif akan membantu peningkatan produktivitas pekerja melalui penyelenggaraan kerja. (Samsudin, 2005)
   - Kondisi Kerja
     Lingkungan fisik dimana individu bekerja mempunyai pengaruh pada jam kerja maupun sikap mereka terhadap pekerjaan itu sendiri. (Samsudin, 2005)
   - Gaji
     Gaji selain berfungsi memenuhi kebutuhan pokok bagi setiap karyawan juga dimaksudkan untuk menjadi daya dorong bagi karyawan agar dapat bekerja dengan penuh semangat.
   - Hubungan dengan Rekan Kerja
     Hubungan kerja yang harmonis haruslah dibina oleh seluruh karyawan.
   - Kehidupan Pribadi
     Apabila kehidupan pribadi dari karyawan dalam kondisi baik maka tidak akan mengganggu kinerja dari karyawan begitu juga sebaliknya.
   - Status
     Individu tergolong dari berbagai status yang mana status tersebut berupa pendidikan, jabatan dan golongan, pengalaman, jenis kelamin, status perkawinan, tingkat pengeluaran, serta tingkat usia dari masing - masing individu tersebut.
   - Keamanan
     Setiap karyawan pasti menginginkan perlindungan atas diri mereka,salah satunya adalah keamanan.

2) Motivator
   - Prestasi
     Prestasi yang dicapai dalam pekerjaan akan menimbulkan sikap positif yang selalu ingin melakukan pekerjaan dengan penuh tantangan.
   - Pengakuan
     Pengakuan merupakan kepuasan yang diperoleh seseorang dari pekerjaan itu sendiri atau dari lingkungan psikologis dan atau fisik dimana orang tersebut bekerja yang masuk dalam kompensasi non finansial.
   - Pekerjaan itu Sendiri
     Menurut Herzberg, pekerjaan itu sendiri merupakan faktor motivasi bagi karyawan untuk berforma tinggi.
   - Tanggung Jawab
     Tanggung jawab adalah merupakan kewajiban seseorang untuk melaksanakan fungsi-fungsi yang ditugaskan dengan sebaik-baiknya sesuai dengan pengarahan yang diterima.
   - Kemajuan
     Peluang untuk maju *(advance)* merupakan pengembangan potensi diri seseorang karyawan dalam melakukan pekerjaan.

Instrumen utama penelitian berupa kuesioner. Kuesioner yang dibuat meliputi kuesioner tentang penilaian petugas lapangan mengenai pengaruh motivasi terhadap kinerja mereka. Hasil identifikasi variable penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi variabel penelitian

Faktor-faktor Motivasi	Notasi	Keterangan	
Gaji (A)	A1	Pemberian gaji tepat waktu	
	A2	Jumlah gaji yang diterima sesuai dengan pekerjaan	
	A3	Cara pemberian gaji yang mudah	
Supervisi (B)	B1	Pemberian petunjuk dan pengarahan kerja yang jelas	Dalam bentuk tetorial tertulis
	B2	Cara penjelasan pekerjaan yang mudah dimengerti	Dalam bentuk presentasi dari pihak PT RCI
	B3	Pekerjaan yang selalu dipantau dengan baik	
Kebijakan dan administrasi perusahaan (C)	C1	Dukungan dari pihak manajemen perusahaan dalam pekerjaan	Dalam bentuk administrasi
Kebijakan dan administrasi perusahaan (C)	C2	Kebijakan perusahaan mendukung pekerjaan	
Hubungan Dengan Rekan Kerja (D)	D1	Hubungan dengan rekan kerja baik	Hubungan dengan seluruh staff PT RCI
	D2	Suasana kerja yang nyaman	
	D3	Tidak ada permasalahan dengan rekan kerja	Hubungan perseorangan
	D4	Rekan kerja yang saling menghormati	
Kondisi Kerja (E)	E1	Lingkungan kerja yang mendukung pekerjaan	Ditinjau dari segi keamanan
	E2	Adanya sarana dan prasarana perusahaan	

		yang mendukung pekerjaan	
	E3	Kondisi pekerjaan yang menyenangkan	Kondisi di dalam perusahaan maupun dilapangan
Kehidupan Pribadi (F)	F1	Tidak ada masalah dalam keluarga yang mengganggu pekerjaan	Permasalahan dengan anggota keluarga
	F2	Tidak ada masalah ekonomi dalam kehidupan pribadi	Permasalahan keuangan
Status (G)	G1	Jenis kelamin mempengaruhi keberhasilan pekerjaan	
	G2	Perbedaan tingkat pendidikan mempengaruhi keberhasilan pekerjaan	
	G3	Tingkat umur mempengaruhi keberhasilan pekerjaan	
Keamanan (H)	H1	Adanya perlindungan keamanan dalam bekerja	
	H2	Perusahaan sangat memperhatikan faktor keamanan	
Pekerjaan Itu Sendiri (I)	I1	Pemberian kontribusi berupa hasil kerja yang sesuai dengan tujuan perusahaan	Sesuai dengan target
	I2	Lamanya bekerja mempengaruhi keberhasilan pekerjaan	
Kemajuan (J)	J1	Adanya kemajuan dalam melaksanakan pekerjaan	
	J2	Tercapainya harapan dalam pekerjaan	
Tanggung Jawab (K)	K1	Adanya tanggung jawab yang jelas terhadap pekerjaan	
	K2	Kecintaan terhadap pekerjaan	
Pengakuan/penghargaan (L)	L1	Adanya penghargaan atas keberhasilan pekerjaan dari perusahaan	Dalam bentuk piagam tertulis
	L2	Adanya pengakuan yang jelas atas pekerjaan dari pihak perusahaan	Dari segi kualitas TKW
Prestasi (M)	M1	Adanya pengakuan atas prestasi yang diraih	Dari segi kuantitas TKW
	M2	Adanya reward dari perusahaan untuk prestasi kerja	Dalam bentuk bonus

a) Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada para petugas lapangan yang hanya bekerja di PT Rimba Ciptaan Indah. Selain itu juga dilakukan wawancara dan observasi langsung yang dilakukan untuk menggali informasi lebih dalam.

Populasi penelitian meliputi semua petugas lapangan yang hanya bekerja di PT Rimba Ciptaan Indah yaitu sebanyak 73 orang. Untuk menghitung besarnya sampel penelitian digunakan rumus *Slovin* dengan nilai eror sebesar 10%, maka jumlah sampel minimum yang harus diambil adalah sebanyak 52 orang petugas lapangan dan jumlah sampel minimum yang harus diambil adalah sebanyak 42 orang petugas lapangan (Umar, 2002). Setelah dilakukan penyebaran kuesioner asilnya didapat variable-variabel apa saja dari faktor-faktor motivasi yang menurut petugas lapangan mempengaruhi mereka dalam pekerjaannya yaitu mencari TKW.

b) Pengolahan Data

Analisis yang digunakan adalah analisis diskriminan yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi kinerja petugas lapangan yang sangat berhasil, berhasil, dan tidak berhasil. Karena variabel dependen lebih dari dua kategori (sangat berhasil, cukup berhasil dan tidak berhasil), maka menggunakan *multiple discriminant analysis*. (Simamora2005)

Model analisis diskriminan dinyatakan dengan formula sebagai berikut :

$$\mathbf{D = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \ldots. + b_kX_k} \quad \textbf{(1)}$$

Keterangan :

D = Nilai Diskriminan

b = Koefisien Diskriminan masing-masing variabel bebas

X = Prediktor atau variabel bebas

Prosedur melakukan Analisis Diskriminan :

- **Langkah1 Merumuskan masalah**
  Merumuskan masalah diskriminan memerlukan identifikasi tujuan *(objectives)*, variabel dependen *(predictor)*, dan variabel independen *(criterion)*. Maksudnya adalah merumuskan masalah dari penginputan data, proses edit data, mengkode data (memilih variabel dependen Y dan variabel independen X), sampai proses tabulasi (data yang akan dipakai untuk analisis diskriminan).
- **Langkah 2 Membuat perkiraan koefisien fungsi diskriminan**
  Membuat estimasi/perkiraan meliputi pengembangan suatu kombinasi linier dari variable independen X *(predictor)*, yang disebut juga fungsi diskriminan. Sehingga kelompok (variable *dependen* Y) sedapat mungkin sangat berbeda berdasarkan nilai *predictor*.
  Ada dua pendekatan untuk membuat fungsi diskriminan yaitu:
  1. *SIMULTANEOUS ESTIMATION*, dimana semua variabel independen (X) dimasukkan secara bersama-sama kemudian dilakukan proses diskriminan
  2. *STEP-WISE ESTIMATION*, dimana variable idependen (X) dimasukkan satu per satu ke dalam model diskriminan. Pada proses ini tentu ada variabel independen (X) yang tetap ada pada model, dan ada kemungkinan satu atau lebih variabel independen yang 'dibuang'dari model.
- **Langkah 3 Menentukan signifikansi fungsi diskriminan**
  Penentuan signifikansi statistic meliputi pengujian hipotesis 0 (H_0), bahwa rata-rata fungsi diskriminan disemua kelompok sama besarnya. Kalau hipotesis 0 ditolak maka berarti hasil analisis diskriminan memang berbeda. Jadi dapat dikatakan bahwa fungsi diskriminan yang dibentuk benar-benar bias membedakan kelompok yang satu dengan kelompok yang lainnya. Pengujian signifikansi dapat juga dilakukan dengan melihat nilai Wilks'Lambda atau F test. Dengan ketentuan :
  - Angka *Wilks'Lambda*
    Jika angka wilks'Lambda berkisar 0 sampai 1 dengan semakin mendekati 0 maka data tiap grup semakin berbeda, sedangkan semakin mendekati 1 data tiap grup cenderung sama.
  - F test
    Jika sig > 0.05 berarti tidak ada perbedaan antar grup
    Jika sig < 0.05 maka ada perbedaan antar grup

- **Langkah 4 Membuat interpretasi hasil hitungan**
  Membuat interpretasi hasil analisis diskriminan dapat dikaji melalui koefisien fungsi diskriminan yang dibankukan dan korelasi struktur yang menjelaskan korelasi antara variabel independen dengan fungsi diskriminan. Jika koefisien variabel independen menunjukkan nilai yang besar pada fungsi diskriminan maka memjeleaskan korelasi variabel independen(X) tersebut erat hubungannya terhadap fungsi diskriminan yang dibentuk.
- **Langkah 5 Penilaian terhadap validitas anilisi diskriminan**
  Setelah fungsi diskriminan dibuat kemudian klasifikasi dilakukan selanjutnya akan dilihat seberapa jauh klasifikasi tersebut sudah tepat. Atau berapa persen terjadi miss klasifikasi pada proses klasifikasi tersebut. Misal jika pada data awal terdapat 38 objek atau orang yang masuk pada kelompok A dan setelah klasifikasi fungsi diskriminan, yang tetap pada kelompok A sebanyak 27 objek / orang. Sedangkan pada kelompok B pada data awal terdapat 37 objek / orang, dan setelah klasifikasi fungsi diskriminan yang tetap pada kelompok B sebanyak 24 objek / orang. Dengan demikian ketepatan prediksi dari model adalah (27 + 24) / 75 = 0.68 atau 68%. Oleh karena itu angka ketepatan yang tinggi (68%) maka model diskriminan dapat digunakan untuk analisis diskriminan dengan kata lain valid. Setelah terbukti bahwa fungsi diskriminan mempunyai ketepatan yang tinggi maka fungsi diskriminan tersebut bias digunakan untuk memprediksi sebuah kasus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Menilai variabel yang layak

Berdasar hasil output SPSS untuk data 32 pertanyaan yang dijawab oleh 52 responden dalam kuesioner, didapatkan hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2.Variables entered/removed

Step	Entered	Min. D Squared					
				Exact F			
		Statistic	Between Groups	Statistic	df1	df2	Sig.
1	K2	.623	2,00 and 3,00	4.711	1	49.000	.035
2	I2	2.781	1,00 and 2,00	7.134	2	48.000	.002
3	K1	3.758	2,00 and 3,00	9.085	3	47.000	7.480E-5
4	D2	6.709	1,00 and 2,00	8.248	4	46.000	4.212E-5
5	M2	8.097	2,00 and 3,00	11.244	5	45.000	4.543E-7
6	E3	12.340	1,00 and 2,00	9.673	6	44.000	8.756E-7
7	C1	14.650	1,00 and 2,00	9.620	7	43.000	3.887E-7

[Sumber : Output Program SPSS]

Berdasarkan tabel *Variables Entered/Removed*, hanya tujuh variabel yang akan digunakan untuk membentuk fungsi diskriminan, variabel independen yang dapat membedakan kinerja petugas lapangan signifikan secara berturut-turut sebagai berikut:

1. Variabel K2 : Saya cinta terhadap pekerjaan saya
2. Variabel I2 : Lamanya bekerja mempengaruhi keberhasilan pekerjaan saya
3. Variabel K1 : Saya memiliki tanggung jawab yang jelas terhadap pekerjaan
4. Variabel D2 : Saya merasakan suasana kerja yang nyaman
5. Variabel M2 : Saya mendapatkan reward dari perusahaan untuk prestasi kerjasaya
6. Variabel E3 : Saya merasakan kondisi pekerjaan yang menyenangkan
7. Variabel C1 : Pihak manajemen perusahaan mendukung pekerjaan saya

b) Canonical Discriminant Function

Untuk membuat fungsi diskriminan 1 dan 2 berdasarkan pada canonical discriminant function coefficient seperti pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Canonical discriminant function

	1	2
C1	.460	.048
D2	1.097	.181
E3	.635	-.654
I2	.351	-.611
K1	.907	.416
K2	.680	.369
M2	1.012	.568
(Constant)	-14.704	-.896

[Sumber : Output Program SPSS]

Fungsi diskriminan 1

Z Score_1 = -14, 704 + (0,460 C1) + (1,097 D2) + (0,635 E3) + (0,351 I2) + (0,907 K1) + (0,680 K2) + (1, 012 M2)

Fungsi diskriminan 2

Z Score_2 = -0.896+ (0.048C1) + (0.181D2) - (0.654635 E3) - (0.611 I2) + (0.416K1) + (0.369K2) + (0.568M2)

Fungsi Z Score_1 akan memilah petugas lapangan dengan kinerja sangat berhasil dan berhasil, sedangkan fungsi Z Score_2 akan memilah petugas lapangan dengan kinerja berhasil dan tidak berhasil.

Jika kasus yang menggunakan tiga kode yang menghasilkan dua fungsi diskriminan , cara menentukan penempatan sebuah data pada kode (tipe) tertentu akan lebih efektif dengan menggunakan *Territorial Map*. Territorial map pada dasarnya memetakan (mapping) batas – batas setiap kode berdasar sumbu X (Fungsi diskriminan 1) dan Sumbu Y (Fungsi Diskriminan 2) sehingga dengan melihat koordinat sebuah kasus ,dengan mudah akan bisa dilihat kasus tersebut ada di teritori mana.

c) Menentukan faktoryangberpengaruh

Untuk menentukan atribut yang memberikan kekuatan kekuatan diskriminasi tinggi digunakan s*tructure matrix*.Dari hasil s*tructure matrix*ternyata hanya 7 variabel independent yang lulus uji. Ketujuh variable tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Structure matrix

Variabel	Function	
	1	2
K2	.320*	.255
K1	.267*	.226
D2	.220*	-.147
C1	.160*	-.072
I2	.128	-.717*
E3	.432	-.459*
M2	.163	.457*

d) Functions at Group Centroids

Titik potong sebagai pembeda antar kelompok diskriminan petugas lapangan dengan kinerja sangat berhasil, berhasil, dan juga tidak berhasil dapat dilihat pada Tabel 5.

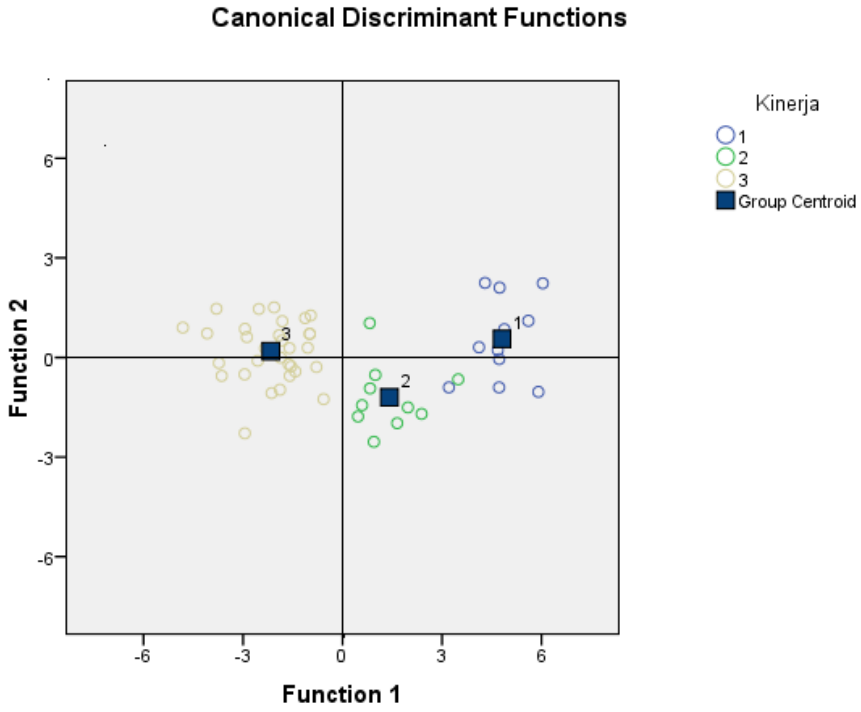
Tabel 5. Functions at group centroids

Kinerja	Function	
	1	2
1	4.810	.561
2	1.413	-1.203
3	-2.162	.189

Dilihat dari Table5.terlihat titik centroid untuk grup sangat berhasil adalah 4,810 pada fungsi 1 dan 0,561 pada fungsi 2, titik centroid dari grup berhasil 1,413 pada fungsi 1 dan -1,203 pada fungsi 2, titik centroid dari grup tidak berhasil -2,162 pada fungsi 1 dan -0,189 pada fungsi 2. Gambar 1 menunjukkan letak dari titik-titik centroid. Dari Gambar 1 menunjukkan bahwa 11 dari 52 orang masuk ke dalam group

sangat berhasil, 10 dari 52 orang masuk ke dalam grup berhasil, 31 dari 52 orang masuk ke dalam grup tidak berhasil. Dengan demikian kebanyakan petugas lapangan termasuk ke dalam grup tidak berhasil.

Setelah memetakan koordinat-koordinat pada *Canonical Discriminant Functions*,dapat dilihat bahwa ketujuh variabel kecintaan terhadap pekerjaan (0,320, 0,255), adanya tanggung jawab yang jelas terhadap pekerjaan (0,267, 0,226), suasana kerja yang nyaman (0,220, -0,147), adanya dukungan manajemen perusahaan terhadap pekerjaan (0,160, -0,072), lamanya bekerja mempengaruhi keberhasilan pekerjaan (0,128, - 0,717), kondisi pekerjaan yang menyenangkan (0,432, -0,459), dan adanya reward dari perusahaan untuk prestasi kerja (0,163, 0,457) tersebut bergeromol didekat centroid grup 2 dan 3. Hal ini berarti ketujuh variabel tersebut kecenderungannya mempengaruhi kinerja petugas lapangan yang berhasil dan tidak berhasil. Hal ini ini juga menandakan tujuh variabel tersebut mampu membedakan kinerja petugas lapangan yang berhasil dengan yang tidak berhasil dan juga mampu membedakan kinerja petugas lapangan yang berhasil dan tidak berhasil dengan kinerja petugas lapangan sangat berhasil. Variabel tanggung jawab yang jelas terhadap pekerjaan, kecintaan terhadap pekerjaan, dan adanya reward dari perusahaan untuk prestasi kerja berada di *territorial* grup 3, hal ini berarti lebih mempengaruhi kinerja petugas lapangan yang tidak berhasil,, sedangkan variabel suasana kerja yang nyaman, dukungan pihak manajemen terhadap pekerjaan, lama bekerja mempengaruhi keberhasilan pekerjaan, dan kondisi pekerjaan yang menyenangkan berada di territorial grup 2, hal ini berarti lebih mempengaruhi kinerja petugas lapangan yang berhasil.



Gambar 1. Canonical discriminant function

e) Penilaian Signifikansi Analisis Diskriminan

Classification table menunjukkan seberapa tepat klasifikasi obyek yang diperoleh ke dalam kedua kelompok tersebut. Berikut Tabel 6 yang menyajikan ringkasan kuantitas kesalahan klasifikasi.

Tabel 6. Classification results

			Predicted Group Membership			
		Kinerja	1	2	3	Total
Original	Count	1	10	1	0	11
		2	1	9	0	10
		3	0	1	30	31
	%	1	90.9	9.1	.0	100.0

		2	10.0	90.0	.0	100.0
		3	.0	3.2	96.8	100.0
Cross-validated[a]	Count	1	10	1	0	11
		2	1	9	0	10
		3	0	1	30	31
	%	1	90.9	9.1	.0	100.0
		2	10.0	90.0	.0	100.0
		3	.0	3.2	96.8	100.0

a. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

b. 94,2% of original grouped cases correctly classified.

c. 94,2% of cross-validated grouped cases correctly classified.

Dari classification table terlihat bahwa, 94,2 % dari data telah terklasifikasi dengan benar. Hal ini berarti 94,2 % dari data yang diolah telah dimasukkan pada group yang sesuai. Jika dilihat dari validasi silang (*Cross Validated*) maka angka menunjukkan hasil yang sama yaitu 94,2 %, maka fungsi diskriminan yang telah dibentuk juga Map Teritori yang telah dibuat **sudah layak** untuk membedakan ketiga group kinerja petugas lapangan tersebut.

KESIMPULAN

Dari 52 orang petugas lapangan yang menjadi responden didapatkan karakteristik petugas lapangan yaitu 21,2% petugas lapangan dengan kinerja sangat berhasil, 19,2% petugas lapangan dengan kinerja berhasil, dan 59,6% petugas lapangan dengan kinerja sangat berhasil.

Dari 13 faktor motivasi yang mempengaruhi kinerja petugas lapangan didapatkan 32 variabel pemicu kinerja petugas lapangan PT Rimba Ciptaan Indah Semarang Faktor utama yang mendiskriminasi kinerja petugas lapangan antar ketiga kelompok (sangat berhasil, berhasil, dan tidak berhasil) didapat 7 varibel yaitu:

- dukungan dari pihak manajemen perusahaan dalam pekerjaan
- suasana kerja yang nyaman
- kondisi pekerjaan yang menyenangkan
- lamanya bekerja mempengaruhi keberhasilan pekerjaan
- adanya tanggung jawab yang jelas terhadap pekerjaan
- kecintaan terhadap pekerjaan
- adanya reward dari perusahaan untuk prestasi kerja

Tujuh variabel tersebut merupakan variabel pembeda kinerja petugas lapangan yang berhasil dengan yang tidak berhasil dan juga mampu membedakan kinerja petugas lapangan yang berhasil dan tidak berhasil dengan kinerja petugas lapangan sangat berhasil.

Kinerja petugas lapangan yang sangat berhasil kinerjanya belum bisa dijelaskan dengan teori motivasi Dua Faktor Herzberg karena 7 faktor yang mendiskriminasi ketiga kelompok petugas lapangan kecenderungannya lebih mempengaruhi kinerja petugas lapangan yang berhasil dan tidak berhasil. Kinerja petugas lapangan yang berhasil kinerjanya dipengaruhioleh adanyasuasana kerja yang nyaman, dukungan dari pihak manajemen perusahaan dalam pekerjaan,lamanya bekerja yang mempengaruhi keberhasilan pekerjaan, dan kondisi pekerjaan yang menyenangkan. Dan petugas lapangan yang tidak berhasil, kinerjanya dipengaruhi oleh belum adanya kriteria tanggung jawab yang jelas dari perusahaan, kurang cintanya para petugas lapangan terhadap pekerjaannya, dan tidak mendapatkan reward dari perusahaan ketika mereka berhasil mendapatkan TKW.

Usulan perbaikan khususnya untuk para petugas lapangan dengan kinerja tidak berhasil antara lain diharapkan:

- Memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya
- Memiliki rasa cinta terhadap pekerjaan mereka jangan hanya memikirkan gaji semata
- Dapat bekerja dengan sebaik-baiknya untuk dapat mencapai tujuan perusahaan,
- Percaya diri dengan kemampuan diri sendiri dalam bekerja, berusaha lebih baik lagi dalam bekerja.

PUSTAKA

Andriani, Yuli., Cahyawati, Dian., dan Gusmaryanita, Vivin. (2011). Analisis Diskriminan untuk Mengetahui Faktor yang Mempengaruhi Pilihan Program Studi Matematika di FMIPA dan FKIP Universitas Sriwijaya, *Jurnal Penelitian Sains*, Volume 14 No. 4A, hal 9-14

Cahyawati, Dian., Dwipurwani, Oky., dan Bertran, Wella. (2011). Aplikasi Analisis Diskriminan Dalam Menentukan Fungsi Pengelompokkan Anak Putus Sekolah Pendidikan Dasar. *Prosiding Konferensi Nasional Sains dan Aplikasinya Tahun 2011*, hal. 1-8

Indrawijaya, A. (1983). *Perilaku Organisasi*, Bandung: Sinar Baru Algensindo,

Samsuddin. (2005). *Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Kepala Desa dalam Pelaksanaan Tugas Pemerintahan Desa di Kabupaten Katingan Propinsi Kalimantan Tengah*, Surabaya: Universitas Airlangga

Simamora, B .(2005) *Analisis Multivariat Pemasaran*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Supranto, J. (2004) *Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi*, Jakarta: Rineka Cipta

Umar, Husein. (2002). *Metode Riset Komunikasi Indonesia.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

EFEKTIVITAS TRANSFER TEKNOLOGI BERKELANJUTAN PADA KLASTER INDUSTRI KERAJINAN TEMBAGA DI TUMANG BOYOLALI

Naniek Utami Handayani[1], Haryo Santoso[2], Dhimas Aji Adhitya Yulianto[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275
Telp. 024-7460052
Email: naniekh@yahoo.com, haryokrmt@gmail.com, dhimz_a@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Transfer teknologi adalah upaya mengalihkan pemahaman, keterampilan teknologi, atau pengetahuan yang dikembangkan dalam suatu organisasi terhadap organisasi lainnya. Adanya transfer teknologi diharapkan akan meningkatkan pendapatan melalui efisiensi produksi. Beberapa peneliti telah mengkaji mengenai efektivitas transfer teknologi pada industri besar, namun masih sedikit penelitian yang menganalisis efektivitas teknologi pada industri kecil dan menengah yang merupakan pelaku utama dari klaster industri. Disisi lain, pembangunan berkelanjutan adalah proses pembangunan yang berprinsip memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi masa depan. Secara operasional konsep keberlanjutan adalah kondisi dimana sumberdaya alam dikelola sedemikian rupa untuk memelihara kesempatan produksi di masa mendatang. Konsep keberlanjutan didukung oleh tiga aspek, yaitu, aspek ekonomi, aspek sosial, dan aspek lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor keberlanjutan (sustainability) yang berpengaruh terhadap efektivitas proses transfer teknologi pada klaster industri kerajinan tembaga di Tumang Boyolali. Penelitian ini menggunakan metode PLS. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas transfer teknologi pada Klaster Kerajinan Tembaga Tumang dipengaruhi oleh variabel dalam model berkelanjutan yaitu lingkungan dan letak geografis.
Kata kunci: *Efektivitas, PLS, Transfer Teknologi*

PENDAHULUAN

Kerajinan tembaga Tumang merupakan salah satu subsektor yang tergabung pada sektor industri pengolahan, dan memberikan sumbangan yang cukup besar bagi perekonomian di kota Boyolali dan merupakan dua sektor utama penggerak perekonomian di Kabupaten Boyolali. Sejak tahun 2007, Propinsi Jawa Tengah mulai melakukan pengembangan industri kecil dan menengah yang berkelanjutan. Dalam artian bahwa pengembangan klaster industri harus mempertimbangkan interaksi antara lingkungan, sosial dan letak geografis. Salah satu sasaran program tersebut adalah klaster industri kerajinan tembaga di Tumang Boyolali yang merupakan salah satu binaan OVOP (*one Village One Product*), karena kerajinan tembaga diakui sebagai nasional heritage karena keunikan dan potensinya. Selain itu, klaster industri tembaga di Tumang mampu berkembang dari hulu ke hilir, dimana industri kerajinan tembaga mampu memenuhi kebutuhannya baik dari segi bahan baku, tenaga kerja, pemasaran maupun pengolahan sisa limbah secara berkaitan dengan satu sentra terpadu.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Supriyanto (Ketua Klaster Industri Kerajinan Tembaga Desa Tumang), proses produksi kerajinan tembaga telah mengalami beberapa kali perubahan dan dalam penggunaan bahan baku. Besi tua yang pada mulanya menjadi bahan baku utama mulai digeser oleh tembaga-kuningan pada 1930-an. Kesulitan memperoleh besi tua menjadi penyebab perubahan ini. Dalam perkembangannya, bahan baku yang digunakan tidak hanya tembaga-kuningan saja tetapi juga alumunium. Faktor-faktor seperti kelangkaan bahan baku dan perkembangan selera pasar diduga sebagai pemicu perubahan bahan baku yang digunakan. Saat ini, usaha kerajinan Tumang sanggup melayani permintaan pasar dengan memproduksi barang dari besi, tembaga-kuningan, maupun alumunium.

Perubahan bahan baku yang digunakan diikuti dengan perubahan teknologi produksi yang digunakan pada mulanya hanya untuk memproduksi barang-barang peralatan dapur. Pada perkembangan selanjutnya, nilai tambah produk semakin ditingkatkan dengan sentuhan teknologi seni ukir. Seni ukir tembaga-kuningan ini mulai dikenal sejak dasawarsa 1980-an. Keahlian ukir ini diperoleh dari Jogjakarta melalui proses magang di sanggar-sanggar seni maupun di sentra kerajinan logam Kota Gedhe. Masuknya teknologi ukir memperkaya proses produksi dan produk-produk yang dihasilkan yang sebelumnya dikenal sebagai kerajinan tradisional. Era inilah yang membedakan dengan era usaha kerajinan sebelumnya, yang disebut era usaha kerajinan modern tembaga-kuningan, meskipun era tradisional belum berakhir.

Peran Pemerintah dalam proses perkembangan teknologi yang terjadi di industri kerajinan tembaga desa Tumang mencakup fasilitasi kerjasama dengan lembaga pendidikan, guna melakukan pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan mengenai teknologi-teknologi baru yang dapat dikembangkan untuk menunjang perkembangan teknologi dalam meningkatkan produksi dan meningkatkan penjualan dan pemasaran produk. Namun, peserta pelatihan tersebut dibatasi beberapa tenaga kerja per perusahaan, sehingga diperlukan proses transfer teknologi dan pengetahuan antara peserta pelatihan terhadap rekan kerjanya. Akan tetapi, adanya keterbatasan kemampuan dalam menerima pengetahuan mengenai teknologi baru dan kemampuan dalam men-transfer teknologi antara peserta pelatihan terhadap pekerja lainnya, mengakibatkan transfer teknologi antar tenaga kerja tersebut tidak berjalan dengan maksimal dan efektif. Hal ini berdampak pada kemampuan dan ketrampilan dalam penggunaan teknologi (baik alat maupun pengetahuan) antara satu perusahaan dengan perusahaan lain tidak merata sehingga terdapat perbedaan baik kualitas produk dan kemampuan yang ada di perusahaan satu dengan perusahaan lain dalam satu klaster industri.

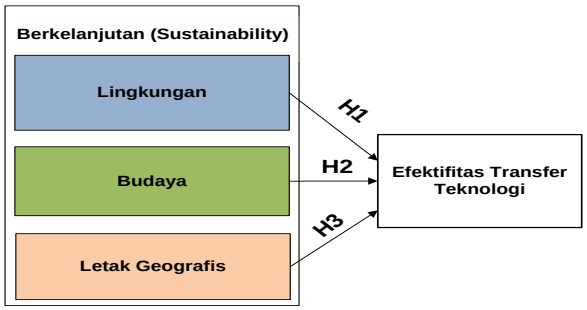
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pemilik usaha tembaga berusaha mempelajari teknologi baru melalui pelaku usaha lainnya maupun dari internet. Tetapi kurangnya kemampuan transfer teknologi antar pekerja dalam satu perusahaan maupun antar pelaku usaha menyebabkan perbedaan kualitas antara usaha satu dengan usaha lain, sehingga diperlukan saling berbagi pengetahuan atau teknologi baru yang didapat agar usaha-usaha kerajinan tembaga di Desa Tumang dapat maju dan terus berkembang. Ketidakmerataan kemampuan menyerap teknologi juga disebabkan oleh latar belakang pendidikan setiap pengrajin.

Agar mampu tumbuh secara berkelanjutan klaster industri kerajinan tembaga di Tumang perlu memperhatikan perkembangan teknologi yang digunakan dalam proses produksi kerajinan tembaga. Untuk mengetahui kemampuan pelaku usaha dalam mengadopsi perkembangan teknologi yang ada, diperlukan penilaian terhadap efektivitas transfer teknologi pada klaster industri kerajinan tembaga di Tumang. Al-Thawwad (2008) menyatakan bahwa budaya, lingkungan fisik, dan lokasi geografis memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan transfer teknologi dan akan memfasilitasi efektivitas teknologi. Agar transfer teknologi berkelanjutan dapat berlangsung dengan efektif, penelitian ini bertujuan untuk mengidentikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan transfer teknologi berkelanjutan di Klaster Industri Kerajinan Tembaga di Tumang. Merujuk pada Al-Thawwad (2008), penelitian ini mengadopsi metodologi pengukuran efektivitas transfer teknologi yang melibatkan faktor lingkungan fisik, dukungan budaya dan infrastruktur, serta lokasi geografis.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengembangan Model Penelitian

Merujuk pada Al-Thawwad (2008), dikembangkan model konseptual efektivitas transfer teknologi seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Model konseptual penelitian

Sumber: Al-Thawwad (2008)

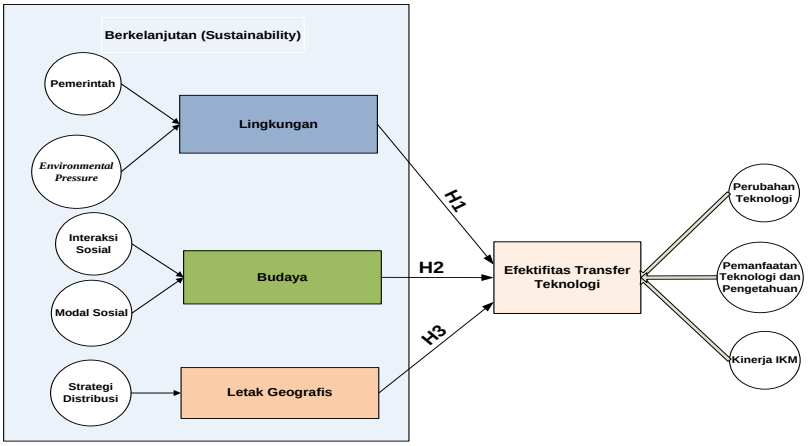
Berdasarkan model konseptual yang ditunjukkan pada Gambar 1, disusun hipotesis penelitian sebagai berikut:

H1 : Pengaruh lingkungan sebagai faktor untuk keberhasilan transfer teknologi berkelanjutan.

H2 : Pengaruh budaya sebagai faktor untuk keberhasilan transfer teknologi berkelanjutan.

H3 : Pengaruh lokasi geografis sebagai faktor untuk keberhasilan transfer teknologi berkelanjutan.

Dalam penelitian ini, terdapat tiga konstruk eksogen (lingkungan, budaya dan letak geografi) dan satu konstruk endogen (efektivitas transfer teknologi). Keempat konstruk tersebut akan diturunkan menjadi beberapa dimensi dan elemen penelitian. Hubungan antara konstruk-konstruk tersebut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Variabel Penelitian

Definisi Variabel Operasional

1. Lingkungan

Lingkungan merupakan segala sesuatu yang ada di sekitar manusia yang memengaruhi perkembangan kehidupan manusia baik langsung maupun tidak langsung. Transfer teknologi membutuhkan lingkungan tertentu (fisik, ekonomi, industri) untuk menjadi nilai komersial. Lingkungan merupakan faktor yang penting dalam mengkondisikan transfer teknologi (Al-Thawwad, 2008). Dimensi-dimensi dari konstruk lingkungan mencakup, pemerintah dan *environmental pressure* dan secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2 Dimensi dan Indikator pada Konstruk Lingkungan

Konstruk	Dimensi	Definisi	Indikator	Referensi
Lingkungan	Pemerintah	Keadaan politik dan kebijakan pemerintah yang berkaitan dengan penyelenggaraan transfer teknologi	Kebijakan pemerintah	Mohamed dkk., 2010
			Penyediaan fasilitas oleh pemerintah	
	Environmental pressure	Tekanan yang bersumber dari lingkungan sekitar yang memiliki pengaruh terhadap kebijakan yang dilakukan oleh sebuah organisasi/perusahaan.	*Internal pressure*	Zhu dkk, 2002
			External pressure	

2. Budaya

Budaya merupakan suatu cara hidup yang berkembang dan dimiliki bersama oleh sebuah kelompok orang dan diwariskan dari generasi ke generasi. Hambatan budaya merupakan tantangan terbesar untuk keberhasilan transfer teknologi (Al-Thawwad, 2008). Ciri-ciri budaya dapat berdampak signifikan pada efektivitas dan karenanya mempengaruhi keberhasilan proses transfer teknologi (Mohamed dkk., 2010). Budaya termasuk bahasa, tradisi dan cara pandang (Al-Thawwad, 2008). Dimensi-dimensi dari konstruk budaya mencakup, interaksi sosial dan modal sosial dan secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

3. Letak Geografis

Letak geografis merupakan letak suatu daerah di permukaan bumi. Kedekatan Geografis dapat meningkatkan transfer teknologi dan mengurangi biaya terkait dengan operasi teknologi. Efek dari lokasi geografis pada transfer teknologi dapat dilihat dari dua perspektif yang berbeda. Pertama, jika sumber daya alam atau bahan-bahan baru yang diperlukan untuk memproduksi produk tertentu melalui penerapan teknologi baru tidak ada karena kondisi geografis akan mempengaruhi teknologi yang berlaku. Kedua, unsur kunci terkait lokasi geografis yang diperlukan untuk membuat teknologi dipindahtangankan, seperti kurangnya pasokan air, meskipun semua bahan baku lainnya yang diperlukan tersedia (Samli, 1985). Dimensi dari konstruk letak geograsfi adalah sistem distribusi yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Dimensi dan Indikator pada Konstruk Budaya

Konstruk	Dimensi	Definisi	Indikator	Referensi
Budaya	Interaksi sosial	hubungan yang terjalin antara pemerintah, lembaga pendidikan, dan pengrajin tembaga.	Hubungan dengan supplier	Samli, 1985; Lyon and Atherton, 2000; Brachos dkk, 2007
			Hubungan dengan Individual customer	
			Hubungan antar anggota dalam klaster	
			Hubungan dengan klaster sejenis	
			Hubungan dengan Asosiasi	
			Hubungan dengan pemerintah	
	Modal Sosial	Sumber (*resource*) yang timbul dari adanya interaksi antara orang – orang dalam suatu komunitas.	Kepercayaan	Samli, 1985; Brachos dkk, 2007; Mahboudi dan Ananthan, 2010)
			Norma	
			Nilai	
			Bahasa	

Tabel 4 Dimensi dan Indikator pada Konstruk Letak Geografis

Konstruk	Dimensi	Definisi	Indikator	Referensi
Letak Geografi	Sistem Distribusi	Strategi yag dilakukan perusahaan untuk menyampaikan produknya ke tangan konsumen dalam kondisi yang baik	Transportasi	Samli, 1985; Al-Thawwad, 2008
			Sistem penyimpanan	
			Sistem pemilihan saluran distribusi	
			Posisi Klaster Industri/ perusahaan kerajinan tembaga	Al-Thawwad, 2008

4. Efektivitas Transfer Teknologi

Efektivitas transfer teknologi merupakan ukuran keberhasilan proses transfer, yang diukur melalui perubahan pengetahuan di UKM. Efektivitas dapat diukur melalui peningkatan pengetahuan SDM (Bozeman, 2000). Keberhasilan transfer teknologi dapat diukur melalui peningkatan pengetahuan karyawan. Brachos, dkk. (2007) dan Miesing, dkk. (2007) berpendapat bahwa efektivitas transfer teknologi diukur berdasarkan pemanfaatan pengetahuan dan teknologi yang diperoleh. Efektivitas transfer teknologi juga dapat diukur melalui kinerja UKM. Teknologi transfer memiliki dampak yang positif terhadap kinerja perusahaan (Mohammed dkk., 2009). Kinerja UKM meliputi kinerja perusahaan dan kinerja SDM (Sazali, dkk., 2009). Menurut Sung dan Gibson (2000), rata-rata penjualan merupakan salah satu indikator keberhasilan transfer teknologi. Selain itu, keberhasilan transfer teknologi dapat diukur melalui kepuasan pelanggan. Transfer teknologi juga memiliki dampak pada kinerja inovasi perusahaan (Arvanitis dkk., 2008; Hanel dan St Piere, 2006). Dimensi-dimensi dari konstruk efektivitas transfer teknologi mencakup, perubahan pengetahuan, pemanfaatan pengetahuan dan teknologi dan kinerja IKM yang secara lengkap disajikan pada Tabel 4.

Tabel 5 Dimensi dan Indikator pada Konstruk Efektivitas Transfer Teknologi

Konstruk	Dimensi	Definisi	Indikator	Referensi
Efektivitas Transfer Teknologi	Perubahan Pengetahuan	Perubahan pengetahuan IKM setelah menjalin kerjasama dengan Lembaga Pendidikan	Keluasan Pengetahuan	Brachos, dkk., 2007
			Kedalaman Pengetahuan	Brachos, dkk., 2007
	Pemanfaatan pengetahuan dan teknologi	Pemanfaatan pengetahuan dan teknologi yang diperoleh di perusahaan	Perubahan perilaku	Brachos, dkk., 2007
	Kinerja IKM	Kinerja perusahaan menghasilkan inovasi baru dan peningkatan finansial setelah melakukan transfer teknologi	Peningkatan Pendapatan	Sazali, dkk., 2009
			Kepuasan pelanggan	Arvanitis, dkk., 2008; Hanel dan St Piere, 2006
			Inovasi Produk	
			Innovasi Proses	

a) Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, pengambilan data dan informasi yang terkait dengan permasalahan penelitian, dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, diantaranya: observasi langsung, wawancara, kuesioner, dan studi dokumentasi. Adapun kebutuhan data dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 6 Kebutuhan Data

Analisa	Data	Sumber
Identifikasi faktor keberhasilan transfer teknologi berkelanjutan	Faktor keberhasilan transfer teknologi berkelanjutan	– Wawancara – Observasi – Studi Literatur
Bobot keberhasilan transfer teknologi	Kuesioner	– Responden
Analisa keberhasilan transfer teknologi	Rekap kuesioner	– Pengolahan Data – Studi Literatur – Wawancara

b) Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data yang digunakan adalah PLS *(Partrial Least Square)* yang merupakan salah satu pendekatan metode SEM dengan menggunakan software SmartPLS. PLS juga merupakan metode analisis yang tidak didasarkan pada banyak asumsi yang bertujuan untuk melakukan prediksi. Teknik analisis data menggunakan PLS dilakukan untuk menjelaskan hubungan antar dimensi yang ada dalam penelitian. PLS merupakan metode analisis yang powerfull karena tidak didasarkan oleh banyak asumsi. Data tidak harus berdistribusi normal multivariat (indikator dengan skala kategori sampai ratio dapat digunakan pada model yang sama), sampel tidak harus besar dan residual distribution (Ghozali, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas dan Reliabilitas Indikator Konstruk

1. Lingkungan

Suatu indikator dikatakan mempunyai validitas dan reliabilitas yang baik jika nilai faktor loadingnya lebih besar 0.7, namun faktor loading lebih besar dari 0.5 masih dapat diterima (Ghozali, 2006), sedangkan nilai faktor loading kurang dari 0.5 dihilangkan dari konstruknya. Sebelum melakukan eliminasi indikator, diperiksa terlebih dahulu adanya indikator yang memiliki nilai faktor loading yang negatif karena nilai faktor loading tidak boleh negatif. Untuk mengatasi hal ini maka item pertanyaan yang memiliki nilai faktor loading negatif di-recode yaitu dengan membalik skor jawaban. Setelah nilai indikator tersebut di-recode, indikator tersebut diolah kembali dengan menggunakan software SmartPLS.

Tabel 7 Estimasi Indikator Konstruk Lingkungan

First Order Construct	Indikator	Kode	Loading Faktor
Pemerintah	Kebijakan pemerintah	KP1	0.679
		KP2	0.860
		KP3	0.731
	Penyediaan fasilitas oleh pemerintah	PFP1	0.744
		PFP2	0.613
		PFP3	0.763
Environment_Pressure	*External pressure*	EP1	0.594
		EP2	0.570
		EP3	0.689
		EP4	0.558
		EP5	0.701
		EP6	0.626
		EP7	0.636
		EP8	0.647
		EP9	0.626
	Internal Pressure	IP1	0.508
		IP2	0.571
		IP3	0.571
		IP4	0.684
		IP5	0.821
		IP6	0.655
		IP7	0.625

Berdasarkan Tabel 6, semua faktor loading bernilai positif dan di atas 0.5. Selanjutnya dilakukan uji validitas, dimana konstruk dikatakan valid apabila nilai t-statistik lebih besar dari t-tabel yaitu 1.694 (α = 5%, n = 32).

Tabel 8 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Konstruk Lingkungan

Dimensi	original sample estimate	mean of subsamples	T-Statistic	Ket	Composite Reliability	Ket
Pemerintah	0.354	0.351	9.149	Valid	0.851	Reliabel
Environment_Pressure	0.731	0.730	18.426	Valid	0.907	Reliabel

Berdasarkan Tabel 7, semua dimensi valid, karena dari perhitungan didapat nilai t-statistik dimensi pemerintah dan *enviroment pressure* lebih tinggi dari t-tabel yang di tetapkan sehingga dapat disimpulkan kedua dimensi pembentuk konstruk lingkungan valid. Setelah dimensi valid, langkah selanjutnya adalah uji realibititas yang digunakan untuk mengukur pertanyaan dalam kuisioner. Berdasarkan nilai *composite reliability* dapat disimpulkan bahwa semua dimensi menunjukkan sebagai pengukur yang tepat, hal ini berarti bahwa semua item pertanyaan yang digunakan untuk masing-masing konstruk adalah reliabel. Nilai composite reliability sangat baik yaitu berada di atas 0.7.

2. Budaya

Tabel 9 Estimasi Indikator Konstruk Budaya

First Order Construct	Indikator	Kode	Loading Faktor
Interaksi_Sosial	Hubungan dengan Asosiasi	HA1	0.681
		HA2	0.711
	Hubungan antar anggota dalam klaster	HAK1	0.630
		HAK2	0.653
		HAK3	0.641
	Hubungan dengan Individual customer	HIC	0.567
	Hubungan dengan klaster sejenis	HKS	0.646
	Hubungan dengan pemerintah	HP1	0.545
		HP2	0.620
	Hubungan dengan supplier	HS	0.537
Modal_sosial	Bahasa	BAH	0.681
	Kepercayaan	KEP	0.632
	Nilai	NIL1	0.786
		NIL2	0.718
		NIL3	0.742
	Norma	NOR	0.597

Berdasarkan Tabel 8, semua faktor loading bernilai positif dan di atas 0.5. Selanjutnya dilakukan uji validitas, dimana konstruk dikatakan valid apabila nilai t-statistik lebih besar dari t-tabel yaitu 1.694 (α = 5%, n = 32).

Tabel 10 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Konstruk Budaya

Dimensi	original sample estimate	mean of subsamples	T-Statistic	Ket	Composite Reliability	Ket
Interaksi_Sosial	0.620	0.614	14.132	Valid	0.861	Reliabel
Modal_sosial	0.573	0.569	11.111	Valid	0.827	Reliabel

Berdasarkan Tabel 9, didapat nilai t-statistik dimensi interaksi sosial dan modal sosial lebih tinggi dari t-tabel yang ditetapkan sehingga dapat disimpulkan kedua dimensi pembentuk konstruk budaya valid. Berdasarkan nilai *composite reliability* dapat disimpulkan bahwa semua dimensi menunjukkan sebagai pengukur yang tepat, hal ini berarti bahwa semua item pertanyaan yang digunakan untuk masing-masing konstruk adalah reliabel.

3. Letak Geografi

Tabel 11 Estimasi Indikator Konstruk Letak Geografi

First Order Construct	Indikator	Kode	Loading Faktor
S_Distribusi	Posisi Klaster Industri/perusahaan kerajinan tembaga	PK1	0.609
		PK2	0.680
		PK3	0.664
		PK4	0.642
		PK5	0.555
		PK6	0.713

		PK7	0.511
	Sistem penyimpanan	SP	0.538
	Sistem pemilihan saluran distribusi	SPS	0.579
	Transportasi	TRA1	0.618
		TRA2	0.692
		TRA3	0.554
		TRA4	0.538
		TRA5	0.522
		TRA6	0.569
		TRA7	0.682
		TRA8	0.851

Berdasarkan Tabel 10, semua faktor loading bernilai positif dan di atas 0.5. Selanjutnya dilakukan uji validitas, dimana konstruk dikatakan valid apabila nilai t-statistik lebih besar dari t-tabel yaitu 1.694 (α = 5%, n = 32)

Tabel 12 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Letak Geografi

Dimensi	original sample estimate	mean of subsamples	T-Statistic	Ket	Composite Reliability	Ket
S_Distribusi	0.996	0.997	531.427	Valid	0.905	Reliabel

Berdasarkan Tabel 11 didapat nilai t-statistik dimensi sistem distribusi lebih tinggi dari t-tabel yang ditetapkan dan disimpulkan bahwa kedua dimensi tersebut adalah valid. Nilai *composite reliability* di atas yang lebih dari 0.7 dapat disimpulkan bahwa semua dimensi menunjukkan sebagai pengukur yang tepat, hal ini berarti bahwa semua item pertanyaan yang digunakan untuk masing-masing konstruk adalah reliabel.

4. Efektifitas Transfer Teknologi

Tabel 13 Estimasi Indikator Konstruk Efektifitas Transfer Teknologi

First Order Construct	Indikator	Kode	Loading Faktor
Perubahan_T	Kedalaman Pengetahuan	KED	0.938
	Keluasan Pengetahuan	KEL	0.913
Pemanfaattan_TP	Perubahan perilaku	PP	1.000
Kinerja_IKM	Inovasi Produk	INO1	0.632
		INO2	0.530
	Innovasi Proses	INP1	0.679
		INP2	0.808
		INP3	0.795
	kepuasan pelanggan	KEP1	0.577
		KEP2	0.554
	Peningkatan Pendapatan	PEN1	0.684
		PEN2	0.821

Berdasarkan Tabel 12, semua faktor loading bernilai positif dan di atas 0.5. Selanjutnya dilakukan uji validitas, dimana konstruk dikatakan valid apabila nilai t-statistik lebih besar dari t-tabel yaitu 1.694 (α = 5%, n = 32).

Tabel 14 Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Konstruk Efektifitas Transfer Teknologi

Dimensi	original sample estimate	mean of subsamples	T-Statistic	Ket	Composite Reliability	Ket
Perubahan_T	0.281	0.280	8.507	Valid	0.923	Reliabel
Pemanfaattan_TP	0.107	0.107	4.286	Valid	1.000	Reliabel
Kinerja_IKM	0.714	0.706	15.753	Valid	0.884	Reliabel

Berdasarkan Tabel 13 nilai t-statistik dimensi perubahan teknologi, pemanfaatan pengetahuan dan teknologi, dan kinerja IKM lebih tinggi dari t-tabel yang ditetapkan dan ketiga dimensi tersebut dinyatakan valid. Nilai *composite reliability* di atas dapat disimpulkan bahwa semua dimensi menunjukkan sebagai pengukur yang tepat, hal ini berarti bahwa semua item pertanyaan yang digunakan untuk masing-masing konstruk adalah reliabel.

Rekapitulasi Konstruk setelah Uji Validasi dan Reliabilitas

Berdasarkan hasil perhitungan pada subbab 3.a dapat direkapitulasikan hasil pengujian terhadap dimensi-dimensi penelitian, seperti disajikan pada Tabel 14.

Tabel 15. Rekapitulasi Konstruk setelah Uji Validasi dan Reliabilitas

No	Konstruk	Dimensi	T-Statistik	Composite Reability	Keterangan
1	Lingkungan	Pemerintah	9.149	0.851	Valid dan Reliabel
		Environment_Pressure	18.426	0.907	Valid dan Reliabel
2	Budaya	Interaksi_Sosial	14.132	0.861	Valid dan Reliabel
		Modal_sosial	11.111	0.827	Valid dan Reliabel
3	Letak Geografi	S_Distribusi	531.427	0.905	Valid dan Reliabel
4	Efektifitas Transfer Teknologi	Perubahan_T	8.507	0.923	Valid dan Reliabel
		Pemanfaattan_TP	4.286	1.000	Valid dan Reliabel
		Kinerja_IKM	15.753	0.884	Valid dan Reliabel

a) Pengujian Hipotesis

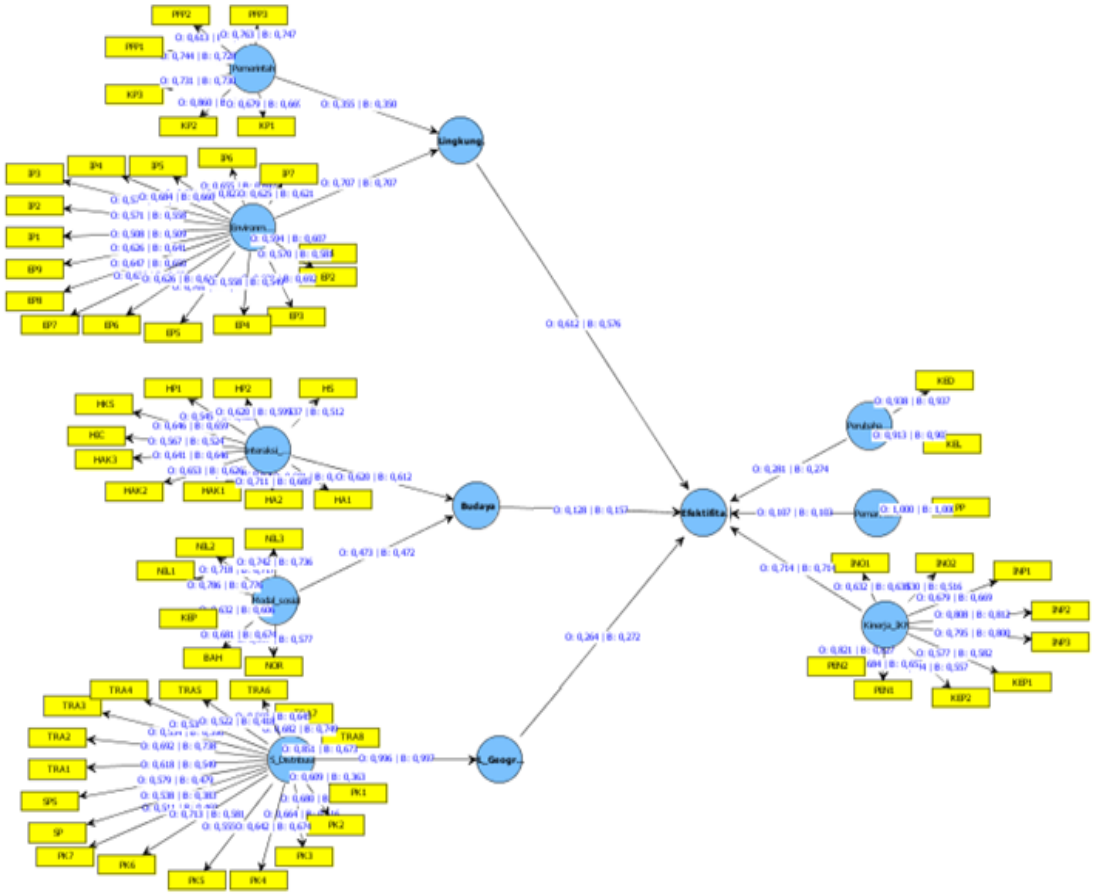
Pengujian hipotesis yang diajukan dapat dilihat berdasarkan nilai t-statistik dari hubungan antar konstruk. Signifikasi parameter yang diestimasi memberikan informasi yang sangat berguna tentang hubungan antara variabel-variabel penelitian. Batas untuk menolak dan menerima hipotesis adalah ± 1.694 signifikan pada $\alpha = 0.05$ dengan $n = 32$. Tabel 15 menyajikan output estimasi untuk pengujian model struktural. Gambar hasil *bootstraping* dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 16. Pengujian Hipotesis

Hipotesis	Variabel	original sample estimate	T-Statistic	Kesimpulan
H1	Lingkungan -> Efektifitas_TT	0.612	4.871	Diterima
H2	Budaya -> Efektifitas_TT	0.128	1.180	Ditolak
H3	L_geografi -> Efektifitas_TT	0.264	2.628	Diterima

H1 : faktor lingkungan berpengaruh terhadap efektifitas transfer teknologi klaster kerajinan tembaga di Tumang

Berdasarkan Tabel 15, untuk hipotesis 1 menunjukkan adanya hubungan antara konstruk lingkungan dan efektifitas transfer teknologi pada model PLS. Daerah penerimaan hipotesis adalah jika nilai statistik $\mathbf{t_{hitung} > t_{tabel}}$. Nilai t statistik pada hubungan ini adalah 4.781, sehingga hipotesis **H1 diterima**. Hal ini berarti bahwa konstruk lingkungan terbukti secara statistik mempengaruhi transfer teknologi berkelanjutan pada klaster industri. Konstruk lingkungan memiliki pengaruh positif sebesar 0.612 untuk efektifitas transfer teknologi, yang berarti semakin baik lingkungan perusahaan maka efektifitas transfer teknologi pada klaster industri juga menjadi lebih besar. Pembuktian hipotesis ini didukung oleh teori yang disampaikan oleh Bozeman (2002), Al-Thawwad (2008), dan Mohamed dkk., (2010) yang berpendapat bahwa lingkungan mempengaruhi efektivitas transfer teknologi. Lingkungan disekitar klaster industri kerajinan tembaga Tumang mendukung adanya proses kegiatan transfer teknologi. Hal ini ditandai dengan para pengusaha selalu berusaha mencari informasi mengenai pengetahuan dan teknologi baru yang dibutuhkan dan juga mengalokasikan dana untuk perkembangan teknologi bagi perusahaannya. Keinginan untuk terus meningkatkan teknologi dalam klaster industri disebabkan pesaing terus meningkatkan teknologi yang dimilikinya. Kebijakan pemerintah dalam mendukung pertumbuhan IKM kerajinan tembaga yaitu dengan rutin melakukan pelatihan dan pembinaan terhadap pengusaha didalam klaster industri dan membantu pemasaran dengan mengikutsertakan pada pameran didalam negeri maupun diluar negeri. Pemerintah juga membantu dalam penyediaan peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam proses produksi. Hasil pengujian validitas yang dilakukan menunjukkan bahwa konstruk lingkungan mempengaruhi efektifitas transfer teknologi.



Gambar 3. Hasil *Bootstraping* Model

Hipotesis 2 : faktor budaya tidak berpengaruh terhadap efektifitas transfer teknologi klaster kerajinan tembaga di Tumang

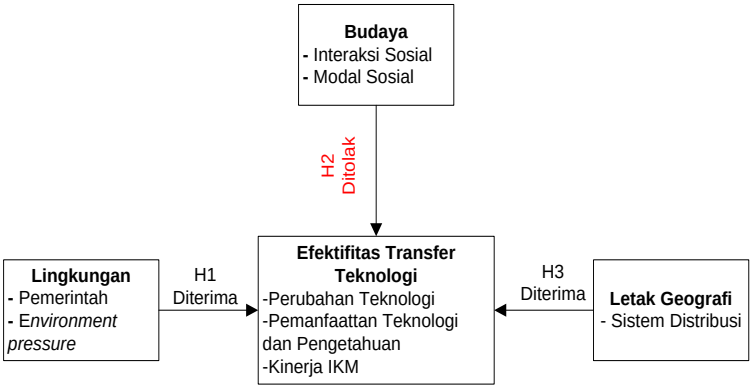
Berdasarkan Tabel 15, untuk hipotesis 2 menunjukkan tidak adanya hubungan antara konstruk budaya dengan konstruk efektifitas transfer teknologi. Dari hasil perhitungan PLS diperoleh nilai t-statistik sebesar 1.180 yang berarti tidak signifikan terhadap α = 0.05. Konstruk budaya memiliki pengaruh positif sebesar 0.128 untuk efektifitas transfer teknologi. Hasil ini berbeda dari beberapa penelitian sebelumnya Al-Thawwad (2008) yang menyatakan bahwa budaya dalam klaster industri berpengaruh terhadap perkembangan efektifitas transfer teknologi klaster tersebut. Hal ini mungkin dapat terjadi karena budaya yang digunakan antarperusahaan dalam klaster industri sama, persaingan antar anggota sangat rendah, karena lebih bersifat kekeluargaan. Selain itu, sering diadakan pertemuan dan pelatihan antara pemilik IKM, pemerintah untuk saling bertukar ilmu yang berkaitan dengan masalah pengetahuan maupun teknologi baru yang dapat membantu mengembangkan klaster industri kerajinan tembaga Tumang. Pertemuan dilakukan setiap bulan dan pelatihan dua sampai tiga bulan sekali. Hal ini dirasa cukup karena perkembangan pengetahuan dan teknologi yang pesat dan memungkinkan meng-*update* berita tentang pengetahuan dan teknologi tersebut. Hubungan kerjasama antaranggota sangat baik dalam hal pemanfaatan informasi dan teknologi baru, sehingga faktor budaya ini tidak berpengaruh terhadap efektifitas transfer teknologi.

Hipotesis 3 : faktor letak geografi berpengaruh terhadap efektifitas transfer teknologi klaster kerajinan tembaga di Tumang

Berdasarkan Tabel 15, untuk hipotesis 3 menunjukkan adanya hubungan antara konstruk letak geografi dengan konstruk efektifitas transfer teknologi. Dari hasil perhitungan PLS diperoleh nilai t-statistik sebesar 2.628 yang berarti signifikan terhadap α = 0.05. Konstruk letak geografi memiliki pengaruh positif sebesar 0.264 untuk efektifitas transfer teknologi. Hal ini berarti semakin dekat letak geografi, maka efektifitas transfer teknologi klaster juga menjadi lebih besar. Hasil ini diperkuat dengan adanya pernyataan pada penelitian sebelumnya Al-Thawwad (2008). Pada penelitian tersebut di dapatkan hasil berupa salah satu faktor yang berpengaruh terhadap efektifitas transfer teknologi adalah letak geografi. Kedekatan Geografis dapat meningkatkan transfer teknologi, dan biaya yang terkait akan

berkurang jika pihak yang bertransaksi saling berdekatan. Klaster industri kerajinan tembaga Tumang terletak dalam satu kawasan, sehingga menurunkan biaya untuk kerjasama, transportasi dan transfer teknologi. Hasil pengujian validitas menunjukkan bahwa konstruk letak geografi mempengaruhi efektifitas transfer teknologi.

Hasil penilaian efektivitas transfer teknologi pada klaster industri kerajinan tembaga di Tumang dapat disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Evaluasi Hipotesis Hubungan Konstruk

KESIMPULAN

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan transfer teknologi pada klaster industri kerajinan Tembaga desa Tumang antara lain faktor lingkungan, dan letak geografi. Efektivitas transfer teknologi berpengaruh positif terhadap perkembangan klaster industri kerajinan tembaga desa Tumang. Semakin besar efektivitas transfer teknologi pada perusahaan/industri kerajinan tembaga, maka semakin besar pula perkembangan klaster industri kerajinan tembaga, sehingga dapat disimpulkan transfer teknologi telah berjalan dengan sukses.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Thawwad, R.M. (2008). Technology Transfer and Sustainability - Adapting Factors: Culture, Physical Environment, and Geographical Location, *Proceedings of The 2008 IAJC-IJME International Conference*, paper 152.

Arvanitis, S., Sydow, N., dan Woerter, M. (2008). Do specific forms of university-industry knowledge transfer have different impacts on the performance of private enterprises? An empirical analysis based on Swiss firm data, *J Technol Transfer*, **33**, 504–533.

Bozeman, B. (2000). Technology Transfer and Public Policy : A Review of Research and Theory, *Research Policy* **29**, 627-655.

Brachos, Kostopoulos, K., Soderquist, K.E., dan Prastacos, G. (2007). Knowledge effectiveness, social context and innovation, *Journal of Knowledge Management*, **11** (5), 31-44.

Ghozali, I. (2005). *Desain Penelitian Eksperimental Desain Penelitian Eksperimental Teori, Konsep dan Analisis Data dengan SPSS 16.0*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.

Hanel, P. dan St-Pierre, M. (2006). Industry–University Collaboration by Canadian Manufacturing Firms, *Journal of Technology Transfer*, **31**, 485–499.

Lyon, F., dan Atherton, A. (2000). A Business View of Clustering: Lessons for Cluster Development Policies, Foundation for SME Development. University of Durham, Durham, UK.

Mahboudi, M. dan Ananthan, B.R. (2010). Effective Factors in Technology Transfer in the Pharmaceutical Industries of Iran: A Case Study. *Journal of Knowledge Management*, **8 (**1 & 2).

Miesing, P., Kriger, M., P., dan Sloug N. (2007). Towards A Model Of Effective Knowledge Transfer Within Transnationals: The Case Of Chinese Foreign Invested Enterprises, *Journal of Technol Transfer*, **32**, 109–122.

Mohamed, A.S., Sapuan, S.M., Ahmad, M.M.H.M, Hamouda ,A.M.S., dan Baharudin, B.T.H.T. (2009). The Effect of Technology Transfer Factors on Performance: An Empirical Study of Libyan Petroleum Industry", *American Journal of Applied Sciences*, **6** (9), 1763-1769.

Mohamed A.S., Sapuan, S.M., Ahmad, M.M.H.M., Hamouda ,A.M.S., dan Baharudin, B.T.H.T. (2010). Modeling Technology Transfer for Petroleum Industry in Libya: An Overview. *Scientific Research and Essay*, **5**, 130-147.

Samli, A.C. (1985). *Technology Transfer: Geographic, Economics, Cultural, and Technical Dimensions*. Quorum Books: Westport, 8-14, 1985.

Sazali, A.W., Haslinda, A., Jegak U., dan Raduan, C.R. (2009). A Holistic Model Of The Inter-Firm Technology Transfer Based On Integrated Perspectives Of Knowledge-Based View And Organizational Learning, *The Journal of International Social Research*, **2** (9), 407-422.

Sung, T., K. dan Gibson, D.V. (2000), Knowledge and Technology Transfer: Levels and Key Factors, *Proceedings of the 4th International Conference on Technology Policy and Innovation*, Brazil.

Zhu, K., Kraemer, K.L., Xu, S. (2002). *A Cross-Country Study of Electronic Business Adoption Using The Technology-Organization-Environment Framework*. Center for Research on Information Technology and Organizations, University of California.

PERANCANGAN CASING BERKEMAMPUAN NOISE SHIELDING PADA MODUL PENGOLAH SINYAL MIOELEKTRIK (SME) DENGAN ELEKTRODA PERMUKAAN TANPA EKSTERNAL STIMULATOR

Adnan Prabowo[1], Susy Susmartini[2] dan Ilham Priadythama[3]
[1,2,3]Jurusan teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: adnanprabowo@hotmail.com, susysus2011@gmail.com , ilham@megaspin.net

ABSTRAKS
Alat penangkap sinyal mioelektrik dirancang untuk menangkap sinyal mioelektrik pada proses kontraksi otot. Alat ini menggunakan pembesaran sinyal sebesar 150 kali dan memiliki tingkat sensitifitas yang sangat tinggi.Sehingga, alat penangkap sinyal mioelektrik ini masih rentan terhadap noise yang berasal dari lingkungan sekitar.Noise yang berasal dari lingkungan sekitar tersebut berpengaruh terhadap hasil data sinyal mioelektrik yang ditangkap, karena pembesaran sinyal yang dilakukan tidak hanya pada sinyal mioelektrik yang ditangkap tetapi juga pada noise yang berasal dari lingkungan sekitar. Penanganan noise dari dalam sistem dapat ditangani dengan groundingatau filtering, sedangkan untuk noise yang bearasal dari luar sistem harus ditangani dengan caranoise shielding.Noise shielding dapat dipenuhi dengan menambahkan casing yang terbuat dari material tertentu yang memiliki kemampuan noise shielding.Penelitian ini merupakan eksperimen komparatif terhadap 3 jenis casing yang terbuat dari material alumunium, stainless steel dan galvalum. Penelitian ini dilakukan dengan mengukur sumber noise yang berupa sebuah amplifier dengan daya 200 Watt yang dihubungkan pada kumparan tembaga yang bertujuan untuk memberi perbesaran pada gelombang elektromagnetik yang dihasilkan. Pengukuran oisedilakukan dengan EMF meter.Besaran tingkat frekuensi yang digunakan untuk memperbanyak variasi data yang diambil. Berdasarkan eksperimen yang tersebut, dapat disimpulkan bahwa casing yang terbuat dari pelat stainless steel dengan ketebalan 0.5 mm memiliki karakteristik noise shielding terbaik.

***Kata kunci**: sinyal mioelektrik, noise shielding, noise*

PENDAHULUAN

Alat penangkap sinyal mioelektrik dirancang untuk menangkap sinyal mioelektrik pada proses kontraksi otot. Alat ini menggunakan pembesaran sinyal sebesar 150 kali dan memiliki tingkat sensitifitas yang sangat tinggi.Alat ini menggunakan elektroda untuk mendapatkan sinyal dari otot.Ada 2 macam elektroda yang digunakan dalam penangkapan sinyal mioelektrik dalam tubuh, yaitu *surface electrode* dan *needle electrode*. Penggunaan *needle electrode* adalah dengan cara menusukkan elektroda ke dalam tubuh. Penggunaan elektroda ini kurang cocok dalam penggunaan terhadap orang banyak, karena di nilai kurang nyaman dalam proses penggunaannya. Sebaliknya, penggunaan *surface electrode* sangat banyak digunakan, karena di nilai nyaman dalam penggunaannya. Penggunaan *surface electrode* adalah dengan cara menempelkan elektroda di atas kulit pada bagian tubuh yang diinginkan.

Penelitian sebelumnya tentang alat penangkap sinyal mioelektrik telah dilakukan pada tahun 2012.Alat penangkap sinyal mioelektrik dirancang untuk menangkap sinyal mioelektrik pada proses kontraksi otot, yang besarnya berkisar antara 30-40 mVolt. Elektroda penangkap yang dikembangkan menggunakan *surface elektroda* tanpa eksternal *electric-stimulator*, dengan pembesaran sebesar 150 kali (Susmartini, 2012). Modul penangkap sinyal mioelektrik yang telah dikembangkan ini sudah bekerja sesuai harapan, tetapi harus dilakukan di ruangan yang telah dikondisikan ruangan tersebut terbebas dari *noise.*Keberhasilan modul penangkap sinyal mioelektrik ditunjukkan pada putaran sebuah motor DC dengan daya 5 Volt.Tetapi jika modul penangkap sinyal mioelektrik ini digunakan pada ruangan pada umumnya (tidak dikondisikan terbebas dari *noise*) maka pembesaran sinyal yang dilakukan tidak hanya pada sinyal mioelektrik dari dalam tubuh.Tetapi *noise* dari peralatan elektronik di lingkungan sekitar juga mengalami pembesaran sinyal. Sehingga dengan adanya *noise* yang berasal dari peralatan elektronik sangat mengganggu dalam proses penangkapan sinyal mioelektrik dari dalam tubuh.

Besarnya sinyal mioelektrik yang dihasilkan oleh tubuh manusia sekitar 5-150 Hz (Setioningsih).Sedangkan, besarnya frekuensi dari alat elektronik di lingkungan sekitar adalah sekitar 5–60 Hz (Tarigan, 2009).Hal ini belum ditambah dengan geombang radio frekuensi rendah dari alat elektronik di lingkungan sekitar tersebut dapat menjadi *noise* dalam proses penangkapan sinyal

mioelektrik. Sehingga sinyal yang berasal dari alat elektronik di lingkungan sekitar sangat mengganggu dalam proses penangkapan sinyal mioelektrik.

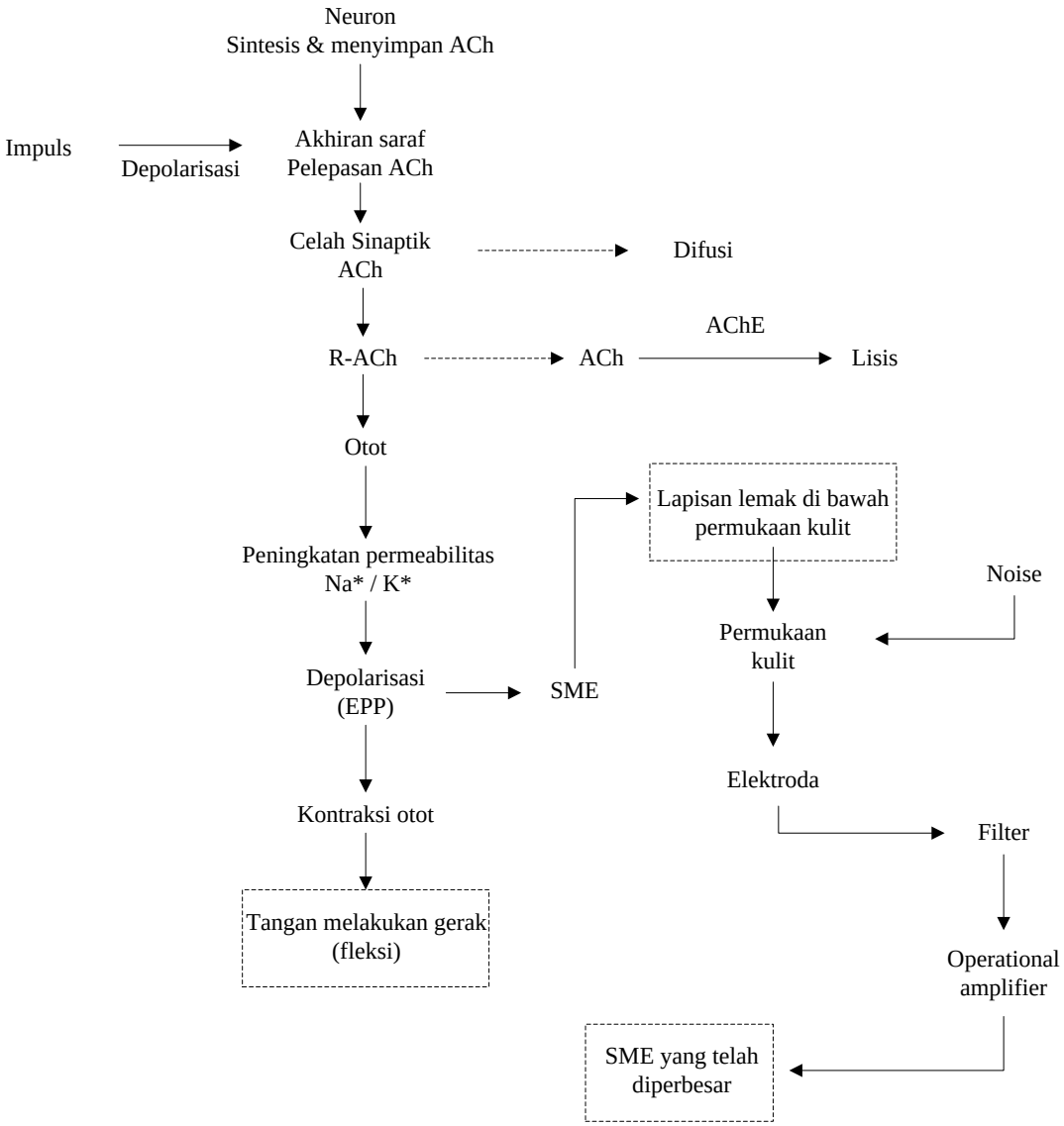
Oleh sebab itu perlu suatu cara untuk mengatasi *noise* dari peralatan elektronik di lingkungan sekitar. Ada 3 macam cara mengatasi *noise* yang ada, yaitu: *filtering, grounding,* dan *noise shielding. Filtering*efektif untuk mengatasi *noise* yang frekuensinya berbeda dari frekuensi sinyal yang ingin kita dapatkan. Sementara *grounding* efektif untuk mengatasi *noise* yang berasal dari sistem itu sendiri (*internal noise*). Sedangkan, *noise shielding* adalah suatu cara untuk mengatasi *noise* yang frekuensinya hampir sama dengan frekuensi sinyal yang ingin kita dapatkan. Karena sinyal mioelektrik dari dalam tubuh dan sinyal peralatan elektronik berada pada rentan frekuensi yang hampir sama. Untuk memperbaiki kinerja alat penangkap sinyal mioelektrik yang terganggu oleh *noise* perlu dilakukan perbaikan dalam bentuk *casing* yang memiliki kemampuan *noise shielding*.

DASAR TEORI

Elektromiografi (EMG) adalah sebuah metode untuk merekam dan mengevaluasi aktifitas otot.Sebuah sinyal elektromiografi berasal dari sinyal serabut otot pada jarak tertentu dari elektroda (Luttmann, A., 1996).Analisa sinyal elektromiografi menghasilkan informasi yang dapat digunakan untuk bermacam – macam aplikasi, diantranya dalam mendiagnosa penyakit saraf dan dalam aplikasi ergonomik.Sejak lama penelitian tentang elektromiografi telah dilakukan, tetapi masih banyak persoalan yang perlu diselesaikan.Salah satu persoalannya yaitu tentang *noise* yang mengganggu penangkapan sinyal mioelektrik.

Ada berbagai macam cara untuk mengatasi *noise* yang ada dalam sistem. Untuk mengatasi *noise* yang berasal dari dalam sistem dapat menggunakan metode *grounding,* sedangkan cara untuk menangani *noise* yang berasal dari luar sistem menggunakan cara *noise shielding*. *Noise shielding* dilakukan dengan melindungi sistem dengan suatu bahan/material yang memiliki kemampuan *noise shielding*.Material yang mempunyai kemampuan *noise shielding* khususnya material berbahan jenis logam.

Dalam ilmu kedokteran telah diketahui adanyta sinyal listrik di dalam tubuh manusia yang dikenal sebagai sinyal mioelektril (SME) yang muncul pada proses kontraksi otot. Secara garis besar, peristiwa penangkapan sinyal mioelektrik dalam proses kontraksi otot akan dijelaskan pada gambar berikut.



Gambar 1. Proses penangkapan sinyal mioelektrik

METODOLOGI PENELITIAN

Berikut akan dijelaskan tentang metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Observasi pada modul pengolah sinyal mioelektrik yang telah dikembangkan sebelumnya serta melakukan studi yang dibutuhkan dalam penelitian.
2. Permasalahan yang muncul yaitu*noise* dari lingkungan sekitar yang perlu ditangani sehingga alat penangkap sinyal mioelektrik dapat digunakan di berbagai tempat tidak hanya pada ruangan yang telah dikondisikan secara khusus terhadap *noise*.
3. Kebutuhan teknis yang muncul dari permasalahan yang ada yaitu bagaimana menghasilkan suatu alat bantu untuk alat penangkap sinyal mioelektrik.
4. Penyelesaian masalah yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat *casing* yang dapat menahan *noise* yang berasal dari lingkungan sekitar.
5. Melakukan spesifikasi rancangan, pembuatan alat, pengukuran *noise* dengan menggunakan alat DT – 1180 *Electromagnetic Radiation Detector* EMF *Meter* (*Low Frequency Mode :* 5 Hz – 400 KHz) dan pengujian *casing*alat penangkap sinyal mioelektrik.

6. Melakukan validasi hasil, menganalisis data yang telah didapatkan kemudian mendapatkan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini.

ALTERNATIF MATERIAL CASING

Selanjutnya dilakukan juga pemilihan terhadap material yang akan digunakan sebagai bahan dasar *casing*alatpenangkap sinyal mioelektrik. Penelitian ini bertujuan merancang *casing* untuk alat penangkap sinyal mioelektrik yang berkemampuan *noise shielding*, maka material yang digunakan harus memiliki kemampuan *noise shielding* dengan baik.Selain berkemampuan *noise shielding*, material tersebut juga harus mempunyai *strength* yang cukup. Suatu material memiliki *strength* yang cukup maka material tersebut tidak akan mudah berubah bentuk jika terkena tekanan dari luar. Material memiliki nilai *strength* yang cukup berdasarkan modulus elastisitas dan ketebalan yang dimiliki oleh masing – masing material. Penetapan *strength* material didasarkan pada material yang digunakan pada *casing* komputer pada umumnya (baja dengan ketebalan 0,5 mm). Menurut persamaan yang ada pada buku *Materials Selection in Mechanical Design*, ketebalan antara 2 material yang berbeda dapat diketahui dengan membandingkan modulus elastisitas dan ketebalan masing–masing material.*Stainless steel* dan galvalum memiliki nilai modulus elastisitas yang hampir sama yang bernilai sebesar 210 Gpa. Sementara alumunium memiliki sifat material yang lebih lembut. Nilai modulus elastisitas alumunium sebesar 82 Gpa (Ashby, 2005). Sehingga:

V_{max} = Vdi $L/2 = \frac{P.a}{24.E.I}(3L^2 - 4a^2)$……...(i)

Dengan:

V	= Defleksi	(mm)
L	= Panjang Bahan	(mm)
P	= Gaya	(N)
a	= Luas Penampang	(mm^2)
E	= Modulus Elastisitas	(Gpa)

Dari rumus diatas maka didapatkan persamaan:

V_{max} baja = V_{max} stainless steel = V_{max} alumunium = V_{max} galvalum

$\frac{P.a}{24.E.I}(3L^2 - 4a^2)$ (baja) = $\frac{P.a}{24.E.I}(3L^2 - 4a^2)$ (material 1,2,3)

Sehingga didapatkan persamaan:

$\frac{1}{E\,h3}$ (baja) = $\frac{1}{E\,h3}$ (stainless steel) = $\frac{1}{E\,h3}$ (alumunium) = $\frac{1}{E\,h3}$ (galvalum)……(ii)

1. Alumunium

Alumunium merupakan alternatif material pertama yang akan digunakan pada perancangan *casing* modul pengolah sinyal mioelektrik. Ketebalan alumunium perlu diperhatikan sehingga kekuatan (*strength / bend-proof*) yang dimiliki sama dengan baja yang memiliki ketebalan 0,5 mm.

$\frac{1}{E\,h3}$ (baja) = $\frac{1}{E\,h3}$ (alumunium)

$\frac{1}{200.(0,5)3}$ (baja) = $\frac{1}{82\,(h)3}$ (alumunium)

$h_{alumunium} = 100/82$

$h_{alumunium}$ = 1,219 = 1,2 mm

Untuk memiliki kekuatan alumunium yang sama dengan kekuatan baja dengan ketebalan 0,5 mm, tebal alumunium yang harus digunakan adalah sebesar 1,2 mm.

2. Stainless steel

Stainless steel merupakan alternatif material kedua yang akan digunakan pada perancangan *casing* modul pengolah sinyal mioelektrik. Ketebalan *stainless steel* perlu diperhatikan sehingga kekuatan (*strength / bend-proof*) yang dimiliki sama dengan baja yang memiliki ketebalan 0,5 mm.

$\frac{1}{E\,h3}$ (baja) = $\frac{1}{E\,h3}$ (*stainless steel*)

$\frac{1}{200.(0,5)3}$ (baja) = $\frac{1}{210\,(h)3}$ (*stainless steel*)

$H_{stainless\ steel} = 100/210$

$H_{stainless\ steel}$ = 0,476 = 0,5 mm

Untuk memiliki kekuatan *stainless steel* yang sama dengan kekuatan baja dengan ketebalan 0,5 mm, maka tebal *stainless steel* yang harus digunakan adalah sebesar 0,5 mm.

3. Galvalum
   Galvalum merupakan alternatif material terakhir yang akan digunakan pada perancangan *casing* modul pengolah sinyal mioelektrik. Ketebalan galvalum perlu diperhatikan sehingga kekuatan (*strength / bend-proof*) yang dimiliki sama dengan baja yang memiliki ketebalan 0,5 mm.

$\frac{1}{E\ h3}$ (baja) $= \frac{1}{E\ h3}$ (galvalum)

$\frac{1}{200.(0,5)3}$ (baja) $= \frac{1}{210\ (h)3}$ (galvalum)

$H_{galvalum} = {}^{100}/_{210}$

$H_{galvalum} = 0,476 = 0,5$ mm

Untuk memiliki kekuatan galvalum yang sama dengan kekuatan baja dengan ketebalan 0,5 mm, maka tebal galvalum yang harus digunakan adalah sebesar 0,5 mm.

PEMBUATAN PROTOTIPE

Setelah mendapatkan material yang akan digunakan pada pembuatan *casing*, tahapan selanjutnya yaitu melakukan pembuatan prototipe *casing*. Pembuatan *casing* ini terdiri dari 4 bagian yaitu akrilik, bagian atas, bagian bawah, dan bagian depan. Dimensi *casing* telah disesuaikan dengan dimensi *bread board*, 4 buah baterai 9 volt, beberapa kabel RCA (*Round Current Audio*) dan beberapa *jack stereo.*Berikut beberapa gambar dari protipe yang telah dibuat.

Gambar 2. Bagian bawah casing

Gambar 4. Bagian depan casing

Gambar 3. Bagian atas casing

Gambar 5. Akrilik

PENGUKURAN NOISE

Pengukuran besar *noise*pada awalnya dilakukan langsung terhadap sumber *noise* yang ada dengan menggunakan alat DT – 1180 *Electromagnetic Radiatiaon Detector* EMF *Meter* (*Low Frequency Mode* 5 Hz – 400 KHz). Pengukuran besar *noise* langsung dari sumber *noise* dimaksudkan untuk mengetahui besarnya *noise* yang ditimbulkan oleh sumber *noise* tersebut. Setelah itu akan dilakukan pengukuran besar *noise* dengan cara menutupi alat DT – 1180 tersebut dengan casing dari masing-masing material, Sehingga akan diketahui selisih besar *noise* antara *noise* yang berasal dari sumber *noise* dan *noise* yang sudah dilindungi casing dengan masing-masing alternatif material. Sementara satuan *noise* yang didapatkan dari hasil penangkapan terhadap sumber *noise* adalah Voltmeter(Vm). Berikut adalah tabel untuk rekap data *noise* yang telah didapatkan dari masing-masing material yang telah dilakukan penelitian.

1. Stainless Steel
   Berikut adalah hasil data yang didapatkan dari pengukuran dengan menggunakan *casing* bahan dasar plat stainless steel.

Tabel 1. Hasil rekap data stainless steel

Frekuensi: 50 Hz		Frekuensi 500 Hz		Frekuensi 5000 Hz		Frekuensi 50000 Hz	
1	1	102	104	132	132	129	129
1	2	106	105	130	131	130	130
1	1	105	104	131	132	131	130
3	2	103	107	130	132	130	130
2	1	103	105	132	131	130	131
2	1	104	105	132	132	130	129
1	1	105	104	131	131	130	130
3	1	104	105	132	131	131	130
2	1	105	105	132	131	129	130
1	1	103	106	131	130	131	129
2	1	105	105	130	130	132	130
1	1	105	105	130	131	133	129
1	1	105	105	131	130	132	129
1	1	105	105	132	130	131	130
1	2	104	104	132	132	130	129

2. Alumunium
   Berikut adalah hasil data yang didapatkan dari pengukuran dengan menggunakan *casing* bahan dasar plat alumunium

Tabel 2. Hasil rekap data alumunium

Frekuensi: 50 Hz		Frekuensi 500 Hz		Frekuensi 5000 Hz		Frekuensi 50000 Hz	
5	8	241	244	251	258	240	241
7	5	239	242	249	257	239	241
5	6	240	245	260	259	240	242
4	5	238	244	260	258	244	240
8	4	240	244	258	263	245	241
8	6	242	243	261	258	241	240
5	7	242	247	259	254	242	241
8	6	241	247	260	257	240	241
5	8	244	247	257	256	242	241
7	5	242	245	258	255	240	241
7	4	244	247	261	257	241	240
4	6	243	248	261	258	240	240
5	7	242	250	261	259	241	240
6	5	244	248	259	261	242	240
7	8	243	249	259	258	241	241

3. Galvalum
   Berikut adalah hasil data yang didapatkan dari pengukuran dengan menggunakan *casing* bahan dasar plat galvalum

Tabel 3. Hasil rekap data galvalum

Frekuensi: 50 Hz		Frekuensi 500 Hz		Frekuensi 5000 Hz		Frekuensi 50000 Hz	
8	10	242	240	193	193	175	178
12	10	241	239	194	194	182	177
10	11	242	240	193	195	181	178
8	10	238	239	195	193	182	178
9	10	240	238	194	194	183	178
10	8	240	238	193	192	182	178
8	9	238	238	194	194	182	179
8	8	239	240	193	193	181	180
10	10	238	238	192	193	182	180
8	10	238	238	194	193	182	180
10	10	239	240	193	194	181	181
11	8	241	238	194	195	182	180
8	7	240	238	194	194	182	180
8	8	240	240	195	194	178	180
6	9	239	240	193	193	177	181

ANALISIS

Dari hasil rekap data yang didapatkan, *stainless steel* memiliki data *noise* yang paling kecil dibandingkan alumunium dan galvalum. Dapat dikatakan bahwa *stainless steel* memiliki kemampuan *noise shielding* yang terbaik dari ketiga logam yang telah diuji.

KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan eksperimen komparatif dengan membandingkan 3 alternatif material berjenis logam untuk mengetahui material terbaik dalam kemampuan *noise shielding*. Kemampuan *noise shielding* diperlukan karena saat ini alat penangkap sinyal mioelektrik yang ada masih rentan terhadap *noise* yang ada dari lingkungan sekitar. Alat penangkap sinyal mioelekrik ini akan digunakan pada ruangan yang tidak dikondisikan terbebas dari *noise* maka perlu menambahkan suatu alat bantu yang dapat menahan *noise* dari lingkungan sekitar. Dari pengujian yang telah dilakukan terhadap 3 material berjenis logam, didapatkan bahwa *stainless steel* merupakan material yang terbaik dalam kemampuan *noise shielding*.

DAFTAR PUSTAKA

Ackland, T.R. dan Bloomfield, J. 1995. *Functional Anatomy*. Di dalam: Bloomfield, J., Fricker, P.A., and Fitch, K.D. editor. Textbook of Science and Medicine in Sport. Champaign. Illinois: Human Kinetics Books.

Ashby, M. 2005. *Materials Selection in Mechanical Design*. Oxford: Pergamon Press.

Kimura, J. 1983. *Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle: Principles and Practice*. Philadelphia: F. A. Davis Company.

Luttmann, A,. 1996, *Physiological Basis and Concepts of Electromyography in: Electromyography in Ergonomics*. edited by Shrawan Kumar and Anil Mital, Institut fur Arbeitsphysiologie an der Universitat Dortmund, Dortmund. Taulor & Francis Publishers

Martini, F. 1992. *Fundamentals of Anatomy and Physiologys*. New jersey 07632: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Marshal, R.N., and Elliot, B.C. 1995. *Bioechanical Analysis*. Di dalam Bloomfield, P.A., Fricker, and Fitch, K.D., editor. Textbook of Science and Medicine in Sport. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.

Susmartini, S. 2011. *Pemanfaatan Sinyal Mioelektrik (SME) Pada Proses Kontraksi Otot Sebagai Pemicu Gerak Motor Aktuator*. Disertasi

Susmartini, S., Aisyati, A., dan Priadythama, I. 2012. *Penanganan Noise Pada Perancangan Prototipe Alat Penangkap Sinyal Mioelektrik Menggunakan "Surface Electrode" tanpa "Eksternal Electric Stimulator".* Seminar Nasional Teknoin. ISBN - 979 – 978 – 96964 – 9 – 8.

PENJADWALAN DAN PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI PRODUK DI PT. XYZ DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SAVINGS MATRIX*

Elly Wuryaningtyas Yunitasari
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta
Jl. Kusumanegara 157 Yogyakarta 55165
Telp. 0274-586949
Email : ellyyunitasari@gmail.com

ABSTRAKS
Tujuan penelitian ini adalah mengetahui matrik jarak lintasan di PT. XYZ, mengetahui matrik penghematan (savings matrix) dalam rute, mengetahui alokasi depo ke kendaraan atau rute dan mengurutkan depo (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi. Alokasi toko atau depo ke kendaraan atau rute :Depo Sragen : Rute 1 = Karanganyar dan Tawangmangu, Rute 2 = Mantingan dan Boyolali, Depo Solo : Rute = Sukoharjo, Solo Raya dan Wonogiri, Depo Yogyakarta 1 : Rute 1 = Sleman dan Yogyakarta Kota, Rute 2 = Wates dan Gamping, Depo Yogyakarta 2 : Rute 1 = Klaten, Prambanan dan Kalasan, Rute 2 = Wonosari dan Kotagede, Depo Magelang : Rute 1 = Wonosobo dan Banjarnegara, Rute 2 = Temanggung, Parakan dan Muntilan, Depo Purwokerto : Rute 1 = Cilacap dan Majenang, Rute 2 = Buntu dan Purbalingga, Depo Kebumen : Rute = Purworejo-Kutoarjo-Gombong.Urutan toko atau depo atau tujuan dalam rute yang sudah terdefinisi yaitu Depo Sragen : Rute 1 = Gudang-Karanganyar-Tawangmangu-Gudang, Rute 2 = Gudang-Mantingan-Boyolali-Gudang, Depo Solo : Rute = Gudang-Solo Raya-Sukoharjo-Wonogiri-Gudang, Depo Yogyakarta 1 : Rute 1 = Gudang-YK Kota-Sleman-Gudang, Rute 2 = Gudang-Gamping-Wates-Gudang, Depo Yogyakarta 2 : Rute 1 = Gudang-Kalasan-Prambanan-Klaten-Gudang, Rute 2 = Gudang-Kotagede-Wonosari-Gudang, Depo Magelang : Rute 1 = Gudang-Wonosobo-Banjarnegara-Gudang, Rute 2 = Gudang-Muntilan-Temanggung-Parakan-Gudang, Depo Purwokerto : Rute 1 = Gudang-Cilacap-Majenang-Gudang, Rute 2 = Gudang-Buntu-Purbalingga-Gudang, Depo Kebumen : Rute = Gudang-Gombong-Kutoarjo-Purworejo-Gudang.

***Kata kunci** : alokasi, jarak, metode savings matrix, rute, urutan*

Latar Belakang

Salah satu keputusan operasional yang sangat penting dalam manajemen distribusi adalah penentuan jadwal serta rute pengiriman dari satu lokasi ke beberapa lokasi tujuan. Keputusan seperti ini sangat penting bagi mereka yang harus mengirimkan barang dari satu lokasi ke berbagai depo yang tersebar di sebuah kota. Secara umum permasalahan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman bisa memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai seperti tujuan untuk menentukan rute pengiriman, menentukan urutan rute kunjungan, atau meminimumkan jarak tempuh.

Langkah-langkah Penelitian

- Mengidentifikasikan matrix jarak.
- Mengidentifikasikan matrix penghematan (*savings matrix*).

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \quad (1)$$

- Mengalokasikan depo ke kendaraan atau rute.
- Mengurutkan depo (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data Penelitian

a. Depo Sragen membawahi Sragen, Mantingan, Boyolali, Karanganyar dan Tawangmangu

Tabel 1. Lokasi tujuan dan ukuran order

Toko Tujuan	Ukuran order
Mantingan	125
Boyolali	115
Karanganyar	105
Tawangmangu	150

Menggunakan 2 truk dengan kapasitas masing-masing 300 karton

Tabel 2. Matrik jarak dari gudang ke toko dan antar toko (dalam Km)

	Gudang Sragen	Mantingan	Boyolali	Karanganyar	Tawangmangu
Mantingan	32,9	0			
Boyolali	37,2	66	0		
Karanganyar	28,4	50,1	41,7	0	
Tawangmangu	47,4	50,9	67,2	25,7	0

b. Depo Solo membawahi Wonogiri, Sukoharjo dan Solo Raya

Tabel 3. Lokasi tujuan dan ukuran order

Toko Tujuan	Ukuran order
Wonogiri	105
Sukoharjo	125
Solo Raya	110

Menggunakan 1 truk dengan kapasitas masing-masing 350 karton

Tabel 4. Matrik jarak dari gudang ke toko dan antar toko (dalam Km)

	Gudang Solo	Wonogiri	Sukoharjo	Solo Raya
Wonogiri	54,2	0		
Sukoharjo	9,4	60,7	0	
Solo Raya	3,8	55,4	5,5	0

c. Depo Yogyakarta membawahi Yogyakarta 1 dan Yogyakarta 2

- Yogyakarta 1 membawahi Sleman, Wates, Gamping dan Yogyakarta kota

Tabel 5. Lokasi tujuan dan ukuran order

Toko Tujuan	Ukuran order
Sleman	160
Wates	125
Gamping	155
Yogyakarta kota	180

Menggunakan 2 truk dengan kapasitas masing-masing 350 karton

Tabel 6. Matrik jarak dari gudang ke toko dan antar toko (dalam Km)

	Gudang YK	Sleman	Wates	Gamping	YK kota
Sleman	24	0			
Wates	34,9	44,6	0		
Gamping	9,6	15,9	29,4	0	
YK kota	5	9,6	34,7	10,2	0

- Yogyakarta 2 (Bantul) membawahi Klaten, Prambanan, Wonosari, Kotagede dan Kalasan

Tabel 7. Lokasi tujuan dan ukuran order

Toko Tujuan	Ukuran order
Klaten	105
Prambanan	115
Wonosari	215
Kotagede	125
Kalasan	125

Menggunakan 2 truk dengan kapasitas masing-masing 350 karton

Tabel 8. Matrik jarak dari gudang ke toko dan antar toko (dalam Km)

	Gudang Bantul	Klaten	Prambanan	Wonosari	Kotagede	Kalasan
Klaten	41,2	0				
Prambanan	28,9	14,1	0			
Wonosari	38,4	39,5	34,6	0		
Kotagede	13	28,2	13,7	33,4	0	
Kalasan	26,7	16,5	5,5	34,9	13,6	0

d. Depo Magelang membawahi Muntilan, Magelang, Temanggung, Parakan, Wonosobo dan Banjarnegara

Tabel 9. Lokasi tujuan dan ukuran order

Toko Tujuan	Ukuran order
Muntilan	105
Temanggung	115
Parakan	100
Wonosobo	125
Banjarnegara	130

Menggunakan 2 truk dengan kapasitas masing-masing 350 karton

Tabel 10. Matrik jarak dari gudang ke toko dan antar toko (dalam Km)

	Gudang Magelang	Muntilan	Temanggung	Parakan	Wonosobo	Banjarnegara
Muntilan	15,6	0				
Temanggung	22,7	37,2	0			
Parakan	33,7	49,8	10,5	0		
Wonosobo	51,4	62,1	40	30,7	0	
Banjarnegara	77,5	88,2	66,4	57,1	31,8	0

e. Depo Purwokerto membawahi Buntu, Purbalingga, Cilacap dan Majenang

Tabel 11. Lokasi tujuan dan ukuran order

Toko Tujuan	Ukuran order
Buntu	155
Purbalingga	185
Cilacap	165
Majenang	120

Menggunakan 2 truk dengan kapasitas masing-masing 350 karton

Tabel 12. Matrik jarak dari gudang ke toko dan antar toko (dalam Km)

	Gudang Purwokerto	Buntu	Purbalingga	Cilacap	Majenang
Buntu	26,1	0			
Purbalingga	34,5	46,8	0		
Cilacap	62,9	55,4	95,9	0	
Majenang	74,1	81,6	104	66,5	0

f. Depo Kebumen membawahi Purworejo, Kutoarjo dan Gombong

Tabel 13. Lokasi tujuan dan ukuran order

Toko Tujuan	Ukuran order
Purworejo	125
Kutoarjo	105
Gombong	115

Menggunakan 1 truk dengan kapasitas masing-masing 350 karton

Tabel 14. Matrik jarak dari gudang ke toko dan antar toko (dalam Km)

	Gudang Kebumen	Purworejo	Kutoarjo	Gombong
Purworejo	54,2	0		
Kutoarjo	42,3	12,8	0	
Gombong	16,8	61,8	49,9	0

Analisis Data

a. Depo Sragen

- Mengidentifikasikan matrik penghematan (*savings matrix*)
  S(2,1) = 32,9+37,2-66 = 4,1
  S(3,1) = 32,9+28,4-50,1 = 11,2
  S(4,1) = 32,9+47,4-50,9 = 29,4
  S(3,2) = 37,2+28,4-41,7 = 23,9
  S(4,2) = 37,2+47,4-67,2=17,4
  S(4,3) = 28,4+47,4-25,7 = 50,1
- Mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute

Tabel 15. Langkah awal semua toko memiliki rute terpisah

	Mantingan	Boyolali	Karanganyar	Tawangmangu
Mantingan	0			
Boyolali	4,1	0		
Karanganyar	11,2	23,9	0	
Tawangmangu	29,4	17,4	50,1	0
Order	125	115	105	150

- Mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi
  Rute 1 = 50,1 = (Karanganyar+Tawangmangu) = (105+150 = 255)
  Rute 2 = 4,1 = (Mantingan+Boyolali) = (125+115 = 240)
  Metode *Nearest Neighbor* :
  Rute 1 = Karanganyar-Tawangmangu
  Gudang-Karanganyar = 28,4 (minimum)
  Gudang- Tawangmangu = 47,4
  Gudang-Karanganyar-Tawangmangu-Gudang = 28,4+25,7+47,4 = 101,5
  Rute 2 = Mantingan-Boyolali
  Gudang-Mantingan = 32,9 (minimum)
  Gudang- Boyolali = 37,2
  Gudang-Mantingan-Boyolali-Gudang = 32,9+66+37,2 = 136,1

b. Depo Solo

- Mengidentifikasikan matrik penghematan (savings matrix)
  S(2,1) = 54,2+9,4-60,7 = 2,9
  S(3,1) = 54,2+3,8-55,4 = 2,6
  S(3,2) = 9,4+3,8-5,5 = 7,7
- Mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute

Tabel 16. Langkah awal semua toko memiliki rute terpisah

	Wonogiri	Sukoharjo	Solo Raya
Wonogiri	0		
Sukoharjo	2,9	0	
Solo Raya	2,6	7,7	0
Order	105	125	110

- Mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi
  Rute = 7,7 = (Sukoharjo+Solo Raya+Wonogiri) = (125+110+105 = 340)
  Metode *Nearest Neighbor* :
  Rute = Sukoharjo-Solo Raya-Wonogiri

Gudang-Sukoharjo = 9,4
Gudang-Solo Raya = 3,8 (minimum)
Gudang-Wonogiri = 54,2
Solo Raya-Sukoharjo = 5,5 (minimum)
Solo Raya-Wonogiri = 55,4
Gudang-Solo Raya-Sukoharjo-Wonogiri-Gudang = 3,8+5,5+60,7+54,2 = 124,2

c. Depo Yogyakarta 1

- Mengidentifikasikan matrik penghematan (*savings matrix*)
  S(2,1) = 24+34,9-44,6 = 14,3
  S(3,1) = 24+9,6-15,9 = 17,7
  S(4,1) = 24+5-9,6 =19,4
  S(3,2) = 34,9+9,6-29,4 = 15,1
  S(4,2) = 34,9+5-34,7 = 5,2
  S(4,3) = 9,6+5-10,2 = 4,4
- Mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute

Tabel 17. Langkah awal semua toko memiliki rute terpisah

	Sleman	Wates	Gamping	YK Kota
Sleman	0			
Wates	14,3	0		
Gamping	17,7	15,1	0	
YK Kota	19,4	5,2	4,4	0
Order	160	125	155	180

- Mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi
  Rute 1 = 19,4= (Sleman+YK Kota) = (160+180 = 340)
  Rute 2 = 15,1 = (Wates+Gamping) = (125+155 = 280)
  Metode Nearest Neighbor :
  Rute 1 = Sleman-YK Kota
  Gudang-Sleman= 24
  Gudang- YK Kota = 5 (minimum)
  Gudang-YK Kota-Sleman-Gudang = 5+9,6+24 = 38,6
  Rute 2 = Wates-Gamping
  Gudang-Wates = 34,9
  Gudang- Gamping= 9,6 (minimum)
  Gudang-Gamping-Wates-Gudang = 9,6+29,4+34,9 = 73,9

d. Depo Yogyakarta 2

- Mengidentifikasikan matrik penghematan (*savings matrix*)
  S(2,1) = 41,2+28,9-14,1 = 56
  S(3,1) = 41,2+38,4-39,5 = 40,1
  S(4,1) = 41,2+13-28,2 =26
  S(5,1) = 41,2+26,7-16,5 = 51,4
  S(3,2) = 28,9+38,4-34,6 = 32,7
  S(4,2) = 28,9+13-13,7 = 28,2
  S(5,2) = 28,9+26,7-5,5 = 50,1
  S(4,3) = 38,4+13-33,4 = 18
  S(5,3) = 38,4+26,7-34,9 = 30,2
  S(5,4) = 13+26,7-13,6 = 26,1
- Mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute

Tabel 18. Langkah awal semua toko memiliki rute terpisah

	Klaten	Prambanan	Wonosari	Kotagede	Kalasan
Klaten	0				
Prambanan	56	0			
Wonosari	40,1	32,7	0		

Kotagede	26	28,2	18	0	
Kalasan	51,4	50,1	30,2	26,1	0
Order	105	115	215	125	125

- Mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi
  Rute 1 = 51,4= (Klaten+Prambanan+Kalasan) = (105+115+125 = 345)
  Rute 2 = 18 = (Wonosari+Kotagede) = (215+125 = 340)
  Metode *Nearest Neighbor* :
  Rute 1 = Klaten-Prambanan-Kalasan
  Gudang-Klaten= 41,2
  Gudang- Prambanan = 28,9
  Gudang- Kalasan = 26,7 (minimum)
  Kalasan-Klaten = 16,5
  Kalasan-Prambanan = 5,5 (minimum)
  Gudang-Kalasan-Prambanan-Klaten-Gudang = 26,7+5,5+14,1+41,2 = 87,5
  Rute 2 = Wonosari-Kotagede
  Gudang-Wonosari = 38,4
  Gudang-Kotagede= 13 (minimum)
  Gudang-Kotagede-Wonosari-Gudang = 13+33,4+38,4 = 84,8

e. Depo Magelang

- Mengidentifikasikan matrik penghematan (*savings matrix*)
  S(2,1) = 15,6+22,7-37,2 = 1,1
  S(3,1) = 15,6+33,7-49,8 = -0,5
  S(4,1) = 15,6+51,4-62,1 = 4,9
  S(5,1) = 15,6+77,5-88,2 = 4,9
  S(3,2) = 22,7+33,7-10,5 = 45,9
  S(4,2) = 22,7+51,4-40 = 34,1
  S(5,2) = 22,7+77,5-66,4 = 33,8
  S(4,3) = 33,7+51,4-30,7 = 54,4
  S(5,3) = 33,7+77,5-57,1 = 54,1
  S(5,4) = 51,4+77,5-31,8 =97,1
- Mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute

Tabel 19. Langkah awal semua toko memiliki rute terpisah

	Muntilan	Temanggung	Parakan	Wonosobo	Banjarnegara
Muntilan	0				
Temanggung	1,1	0			
Parakan	-0,5	45,9	0		
Wonosobo	4,9	34,1	54,4	0	
Banjarnegara	4,9	33,8	54,1	97,1	0
Order	105	115	100	125	130

- Mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi
  Rute 1 = 97,1= (Wonosobo+Banjarnegara) = (125+130 = 255)
  Rute 2 = 45,9= (Temanggung+Parakan+Muntilan) = (115+100+105 = 320)
  Metode *Nearest Neighbor* :
  Rute 1 = Wonosobo-Banjarnegara
  Gudang-Wonosobo = 51,4 (minimum)
  Gudang-Banjarnegara = 77,5
  Gudang-Wonosobo-Banjarnegara-Gudang = 51,4+31,8+77,5 = 160,7
  Rute 2 = Temanggung-Parakan-Muntilan
  Gudang-Temanggung = 22,7
  Gudang-Parakan = 33,7
  Gudang-Muntilan = 15,6 (minimum)
  Muntilan-Temanggung = 37,2 (minimum)
  Muntilan-Parakan = 49,8
  Gudang-Muntilan-Temanggung-Parakan-Gudang = 15,6+37,2+10,5+33,7 = 97

f. Depo Purwokerto

- Mengidentifikasikan matrik penghematan (*savings matrix*)
  S(2,1) = 26,1+34,5-46,8 = 13,8
  S(3,1) = 26,1+62,9-55,4 = 33,6
  S(4,1) = 26,1+74,1-81,6 = 18,6
  S(3,2) = 34,5+62,9-95,9 = 1,5
  S(4,2) = 34,5+74,1-104 = 4,6
  S(4,3) = 62,9+74,1-66,5 = 70,5
- Mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute

Tabel 20. Langkah awal semua toko memiliki rute terpisah

	Buntu	Purbalingga	Cilacap	Majenang
Buntu	0			
Purbalingga	13,8	0		
Cilacap	33,6	1,5	0	
Majenang	18,6	4,6	70,5	0
Order	155	185	165	120

- Mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi
  Rute 1 = 70,5 = (Cilacap+Majenang) = (165+120 = 285)
  Rute 2 = 13,8= (Buntu+Purbalingga) = (155+185 = 340)
  Metode *Nearest Neighbor* :
  Rute 1 = Cilacap-Majenang
  Gudang-Cilacap = 62,9 (minimum)
  Gudang-Majenang = 74,1
  Gudang-Cilacap-Majenang -Gudang = 62,9+66,5+74,1 = 203,5
  Rute 2 = Buntu-Purbalingga
  Gudang-Buntu = 26,1 (minimum)
  Gudang-Purbalingga = 34,5
  Gudang-Buntu-Purbalingga-Gudang = 26,1+46,8+34,5 = 107,4

g. Depo Kebumen

- Mengidentifikasikan matrik penghematan (*savings matrix*)
  S(2,1) = 54,2+42,3-12,8 = 83,7
  S(3,1) = 54,2+16,8-61,8 = 9,2
  S(3,2) = 42,3+16,8-49,9 = 9,2
- Mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute

Tabel 21. Langkah awal semua toko memiliki rute terpisah

	Purworejo	Kutoarjo	Gombong
Purworejo	0		
Kutoarjo	83,7	0	
Gombong	9,2	9,2	0
Order	125	105	115

- Mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi
  Rute = 9,2 = (Purworejo-Kutoarjo-Gombong) = (125+105+115 = 345)
  Metode *Nearest Neighbor* :
  Rute = Purworejo-Kutoarjo-Gombong
  Gudang-Purworejo = 54,2
  Gudang-Kutoarjo = 42,3
  Gudang-Gombong = 16,8 (minimum)
  Gombong-Kutoarjo = 49,9 (minimum)
  Gombong-Purworejo= 61,8
  Gudang-Gombong-Kutoarjo-Purworejo-Gudang = 16,8+49,9+12,8+54,2 = 133,7

PEMBAHASAN

Langkah 1 yang dilakukan adalah mengidentifikasikan matrik jarak. Pada langkah ini diperlukan jarak antara gudang ke masing-masing toko dan jarak antar toko. Untuk menyederhanakan permasalahan, akan digunakan lintasan terpendek sebagai jarak antar lokasi. Dalam penelitian ini jarak riil antar lokasi diketahui, sehingga menurut I Nyoman Pujawan jarak riil tersebut lebih baik digunakan dibandingkan dengan jarak teoritis yang dihitung menggunakan rumus. Seperti contoh di depo Sragen, depo tersebut membawahi Sragen, Mantingan, Boyolali, Karanganyar dan Tawangmangu. Gudang terletak di Sragen, angkutan yang digunakan truk 2 buah dengan kapasitas masing-masing 300 karton. Selanjutnya ke langkah 2 yaitu mengidentifikasikan matrik penghematan (*savings matrix*). Pada langkah ini diasumsikan bahwa setiap toko akan dikunjungi oleh satu truk. Dengan demikan untuk kasus depo Sragen, akan ada 2 rute yang berbeda dengan satu tujuan masing-masing. Tentu saja, akan ada penghematan yang akan diperoleh dengan menggabungkan dua atau lebih rute tersebut menjadi satu. *Savings matrix* merepresentasikan penghematan yang bisa direalisasikan dengan menggabungkan dua pelanggan ke dalam satu rute. Langkah ke 3 mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute. Dengan berbekal tabel penghematan di atas, bisa dilakukan alokasi toko ke kendaraan atau rute. Di awal dialokasikan tiap toko ke rute yang berbeda. Jadi seperti pada tabel 15 kita memiliki 4 rute awal. Namun toko-toko tersebut bisa digabungkan sampai pada batas kapasitas truk yang ada. Penggabungan akan mulai dari nilai penghematan terbesar karena berupaya memaksimumkan penghematan. Jadi, dimulai dari angka 50,1 yang merupakan penghematan dari penggabungan antara toko Karanganyar dan toko Tawangmangu. Jumlah beban masing-masing adalah 105 dan150 sehingga penggabungannya layak dilakukan. Dengan demikian, toko Karanganyar dan toko Tawangmangu menjadi rute 1. Selanjutnya penghematan terbesar kedua yang memenuhi syarat pada angka 4,1 yang merupakan penghematan dari penggabungan antara toko Mantingan dan toko Boyolali. Jumlah beban masing-masing adalah 125 dan115 sehingga penggabungannya layak dilakukan. Dengan demikian, toko Mantingan dan toko Boyolali menjadi rute 2. Jadi berakhir dengan 2 kelompok yaitu : Rute 1 : toko Karanganyar, toko Tawangmangu dengan beban 255 dan Rute 2 : toko Mantingan, toko Boyolali dengan beban 240. Langkah 4 mengurutkan toko (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi. Setelah alokasi toko ke rute dilakukan, langkah berikutnya adalah menentukan urutan kunjungan. Di sini menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Pada prinsipnya, tujuan dari pengurutan ini adalah untuk meminimumkan jarak perjalanan truk. Metode *Nearest Neighbor* prinsipnya selalu menambahkan toko yang jaraknya paling dekat dengan toko yang dikunjungi terakhir. Di awal berangkat dari gudang sehingga dicari toko yang jaraknya terdekat dari gudang. Di antara 2 toko, yang terdekat adalah toko Karanganyar dengan jarak 28,4 Km. Sehingga rute 1 dimulai dari gudang ke toko Karanganyar kemudian ke toko Tawangmangu kemudian kembali ke gudang. Demikian juga untuk rute 2, di antara 2 toko, yang terdekat adalah toko Mantingan dengan jarak 32,9 Km. Sehingga rute 2 dimulai dari gudang ke toko Mantingan kemudian ke toko Boyolali kemudian kembali ke gudang.

KESIMPULAN

1.Alokasi toko atau depo ke kendaraan atau rute : Depo Sragen : Rute 1 = Karanganyar dan Tawangmangu, Rute 2 = Mantingan dan Boyolali. Depo Solo : Rute = Sukoharjo, Solo Raya dan Wonogiri. Depo Yogyakarta 1 : Rute 1 = Sleman dan Yogyakarta Kota, Rute 2 = Wates dan Gamping. Depo Yogyakarta 2 : Rute 1 = Klaten, Prambanan dan Kalasan, Rute 2 = Wonosari dan Kotagede. Depo Magelang : Rute 1 = Wonosobo dan Banjarnegara, Rute 2 = Temanggung, Parakan dan Muntilan. Depo Purwokerto : Rute 1 = Cilacap dan Majenang, Rute 2 = Buntu dan Purbalingga. Depo Kebumen : Rute = Purworejo-Kutoarjo-Gombong.

2. Urutan toko atau depo atau tujuan dalam rute yang sudah terdefinisi : Depo Sragen : Rute 1 = Gudang-Karanganyar-Tawangmangu-Gudang, Rute 2 = Gudang-Mantingan-Boyolali-Gudang. Depo Solo : Rute = Gudang-Solo Raya-Sukoharjo-Wonogiri-Gudang. Depo Yogyakarta 1 : Rute 1 = Gudang-YK Kota-Sleman-Gudang, Rute 2 = Gudang-Gamping-Wates-Gudang.Depo Yogyakarta 2 : Rute 1 = Gudang-Kalasan-Prambanan-Klaten-Gudang, Rute 2 = Gudang-Kotagede-Wonosari-Gudang. Depo Magelang : Rute 1 = Gudang-Wonosobo-Banjarnegara-Gudang, Rute 2 = Gudang-Muntilan-Temanggung-Parakan-Gudang. Depo Purwokerto : Rute 1 = Gudang-Cilacap-Majenang-Gudang, Rute 2 = Gudang-Buntu-Purbalingga-Gudang.Depo Kebumen : Rute = Gudang-Gombong-Kutoarjo-Purworejo-Gudang

DAFTAR PUSTAKA

Battarra, M et al.2007.*Clarke and Wright Algorithm Laboratorio di Simulazione e Ottimizzazione L. Università* di http://or.ingce.unibo.it/corsi/laboratorio-di-simulazione-ed-ottimizzazionel/clarke-wright.pdf diunduh 1 Agustus 2013

Kurniawan, I.S., Susanty, Susy dan Adianto, Hari. 2014. "Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan Clarke & Wright *Saving". Jurnal Online Institut Teknologi Nasional. ISSN 2338-5081Vol. 02 No. 01 hlm. 125-136*

Nasution, M. Nur. 2004. *Manajemen Transportasi*. Jakarta : Ghalia Indonesia

P, Erlina. 2009. "Mengoptimalkan Biaya Transportasi Untuk Penentuan Jalur Distribusi Produk 'X' Dengan Metode *Savings Matrix". Jurnal Penelitian Ilmu Teknik Vol. 9 No. 2 hlm. 143-150*

Pujawan, I. Nyoman. 2010. *SupplyChain Management*. Edisi kedua. Surabaya : Gunawidya

Purnomo, Agus. *Penentuan Rute Pengiriman Dan Biaya Transportasi Dengan Menggunakan Metode Clark and Wright Saving Heuristic*.

Savelsberg, Martin.2002. *Vehicle Routing and Scheduling*.www.ima.umn.edu/talks/ workshops/9-9-13.2002/ .../VRP_part1.pdf diunduh 1 Agustus 2013

Tanujaya, William., Dewi, D.R.S dan Endah, Dini. 2011. Penerapan Algoritma Genetik Untuk Penyelesaian Masalah *Vehicle Routing* Di PT. MIF. Widya Teknik Vol. 10 No. 1 hlm.92-102

Yuniarti, Rahmi dan Astuti, Murti. 2013. "Penerapan Metode *Savings Matrix* Dalam Penjadwalan Dan Penentuan Rute Distribusi Premium Di SPBU Kota Malang. Jurnal Rekayasa Mesin". *ISSN 0216-468X. Vol. 4 No. 1 hlm. 17-26*

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PERSEDIAAN OBAT PADA GUDANG FARMASI KLINIK UMUM RAWAT INAP BUDI SEHAT PURWOREJO

Ringgo Ismoyo Buwono[1], Yusuf Priyandari [2], Wakhid Ahmad Jauhari[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: ringgois1409@gmail.com, pri.and.ari@gmail.com, wachid_aj@yahoo.com

ABSTRAKS
Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat adalah salah satu perusahaan yang memberikan jasa pelayanan kesehatan yang mencakup pelayanan medik dan pelayanan perawatan. Dalam fungsinya sebagai penyedia pelayanan medik, Klinik ini memiliki pelayanan farmasi. Dalam melakukan kegiatan farmasi, perusahaan masih mengalami beberapa kendala berkaitan dengan pengelolaan persediaan. Ditemukan beberapa jenis obat yang mengalami kelebihan persediaan sehingga berdampak pada kadaluarsa dan beberapa jenis obat mengalami kekosongan sehingga menghambat pelayanan terhadap pasien. Kelebihan dan kekosongan tersebut disebabkan karena perusahaan masih belum mampu mengendalikan dan merencanakan persediaan obatnya. Di gudang farmasi, masalah pengendalian dan perencanaan terjadi pada proses pencatatan, proses penerimaan obat, proses pengambilan obat untuk pasien dan proses pemesanan obat ke supplier. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki proses pengendalian dan perencanaan obatdengan ditunjang aplikasi sistem infomasi manajemen persediaan.Aplikasi ini dapat merekap data obat, data resep rawat inap dan resep rawat jalan, data form mutasi rawat inap dan form mutasi rawat jalan, data obat retur, data supplier, meramalkan pemakaian obat, mencetak surat permintaan dan mencetak laporan nilai persediaan. Semua fungsi aplikasi tersebut akan membantu perusahaan dalam proses pencatatan, pengendalian dan perencanaan obat, sehingga informasi yang dihasilkan dapat lebih cepat, akurat dan efisien.

***Kata kunci**: obat, perencanaan dan pengendalian persediaan, sistem informasi*

PENDAHULUAN

Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat adalah salah satu perusahaan yang memberikan jasa pelayanan kesehatan yang terletak di Jl. WR. Supratman 183, Cangkrep Lor, Purworejo.Pelayanan kesehatan yang diberikan mencakup pelayanan medik dan pelayanan perawatan. Dalam fungsinya sebagai penyedia pelayanan medik, Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat memiliki pelayanan farmasi.Pelayanan tersebut memiliki peranan penting bagi klinik karena hampir semua pelayanan kesehatan menggunakan perbekalan farmasi. Selain itu pelayanan farmasi menjadi sumber pemasukan terbesar bagi klinik. Untuk melakukan pelayanan farmasi, diperlukan gudang farmasi. Berdasarkan hasil observasi awal, persediaan obat-obatan di gudang farmasi belum dikelola dengan baik sehingga mengalami permasalahan dalam melakukan kegiatan farmasi. Dari kegiatan farmasi yang dilakukan perusahaan, ditemukan beberapa jenis obat yang mengalami kelebihan persediaan hingga berdampak pada kadaluarsadan beberapa jenis obat mengalami kekosongan sehingga menghambat pelayanan terhadap pasien. Dari hasil observasi lebih lanjut, kelebihan dan kekosongan obat diketahui karena perusahaan belum mampu mengendalikan dan merencanakan persediaan obatnya.

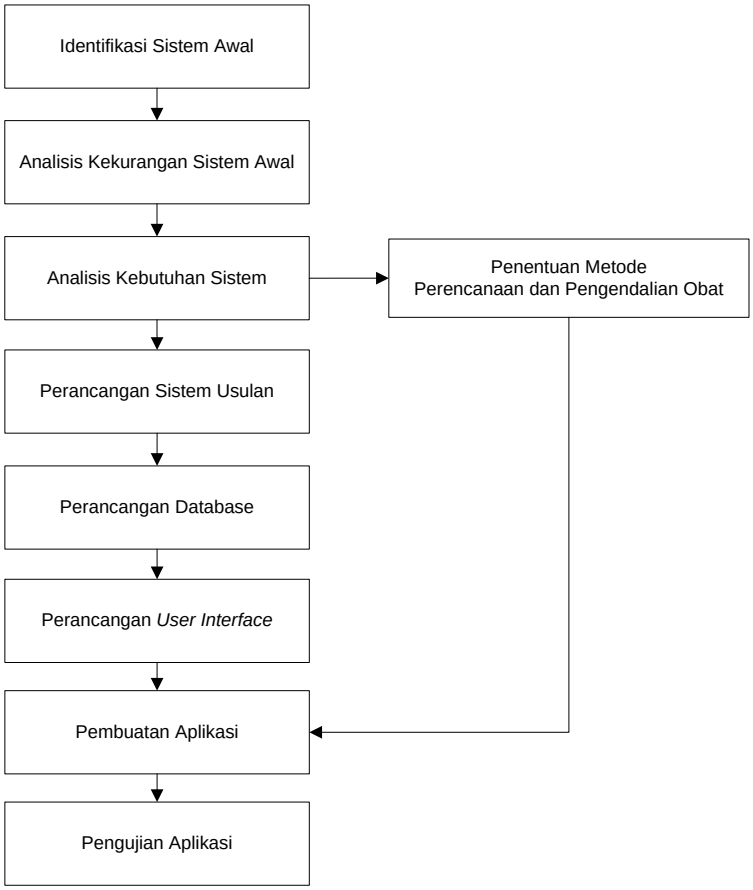
Dari proses pengendalian dan perencanaan persediaan yang dilakukan, diketahui masih terdapat beberapa permasalahan yang terjadi pada proses pencatatan di semua gudang farmasi, proses penerimaan obat, proses pengambilan obat untuk pasien dan proses pemesanan obat. Pada proses pencatatan di semua gudang farmasi, masalah yang ditemui yaitu pencatatan yang tidak lengkap. Tidak semua kegiatan penerimaan dan pengeluaran obat dilakukan pencatatan. Hal tersebut menimbulkan ketidaksesuaian informasi stok obat yang tertulis dengan stok obat sebenarnya. Pada proses penerimaan obat, masalah yang terjadi adalah tidak jelasnya aliran penerimaan obat. Obat yang datang dari *supplier* dapat langsung diterima oleh gudang farmasi rawat inap dan gudang farmasi rawat jalan tanpa masuk ke gudang farmasi pusat terlebih dahulu. Hal ini mempersulit perusahaan dalam melakukan pengendalian persediaan. Masalah lain yang ditemui adalah proses pengambilan obat untuk pasien, masalah yang terjadi yaitu pengambilan dilakukan oleh beberapa orang. Hal tersebut berakibat pada tidak terkendalinya jumlah obat yang keluar. Permasalahan yang terjadi pada proses pemesanan obat yaitu pemesanan dilakukan oleh

pemilik dan pegawai gudang farmasi dengan jumlah sesuai perkiraan masing-masing, akibatnya jumlah obat yang dipesan tidak akurat.

Untuk mengatasi permasalah di atas, maka perlu dilakukan perbaikan proses pengendalian dan perencanaan obat yang ditunjang dengan sistem informasi yang memadai. Sistem informasi tersebut akan membantu perusahaan dalam proses pencatatan, pengendalian dan perencanaan persediaan obat, sehingga informasi yang dihasilkan dapat lebih cepat, akurat dan efisien. Supaya informasi yang dihasilkan dapat lebih cepat, akurat dan efisien, sistem informasi tersebut diintegrasikan dengan metode manajemen persediaan EOQ atau *Economic Order Quantity*. Sedangkan menurut Meilani & Miftahuddin (2011), perancangan sistem informasi manajemen persediaan dilakukan agar tidak terjadi kekurangan barang yang terdapat di gudang karena dengan adanya perancangan sistem informasi ini bagian pusat dapat mengetahui secara langsung jumlah persediaan yang terdapat pada masing-masing gudang, kapan barang-barang tersebut harus dipesan, dan berapa banyak jumlah barang yang harus dipesan sehingga pemesanan barang dapat langsung dilakukan tanpa menunggu adanya permintaan barang oleh gudang-gudang cabang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibagi menjadi delapan tahap dengan langkah-langkah seperti yang dilakukan pada gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

Identifikasi Sistem Awal

Pada tahap ini dilakukan identifikasi sistem awal untuk mengetahui proses bisnis pengelolaan persediaan obat secara keseluruhan dari masing-masing gudang. Identifikasi dilakukan dengan menyusun kerangka kerja sistem awal yang dibuat dalam bentuk *rich picture*.

Analisis Kekurangan Sistem Awal

Analisis kekurangan sistem dilakukan untuk mengetahui kekurangan-kekurangan pada sistem lama. Analisis kekurangan sistem ini dilakukan pada proses-proses yang terjadi pada sistem lama. Dalam

analisis ini dijelaskan pula akibat-akibat yang ditimbulkan dari kekurangan-kekurangan sistem lama tersebut.

Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan setelah melakukan identifikasi sistem awal dan analisis kekurangan sistem. Sehingga dapat diketahui kekurangan dan permasalahan sistem lama. Fungsi analisis kebutuhan sistem adalah menentukan kebutuhan sistem baru yang dapat mengurangi kekurangan dan permasalahan sistem lama tersebut.

Analisis kebutuhan sistem dilakukan berdasarkan urutan analisis kebutuhan sistem yang dikemukakan oleh Kristanto (2003). Urutan-urutan analisis kebutuhan sistem ini, yaitu: menentukan tujuan utama (*major goal*), menentukan *intermediate goal*, menentukan *minor goal*, menentukan *output* yang harus dihasilkan, menentukan *input* yang diperlukan dan menentukan operasi yang dilakukan.

Penentuan Metode Perencanaan dan Pengendalian Obat

Metode perencanaan dan pengendalian persediaan menggunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity*). Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *safety stock, reorder point* dan EOQ (*Economic Order Quantity*) pada masing-masing obat.

Perancangan Sistem Usulan

Pada tahap ini dilakukan perancangan terhadap proses bisnis pengelolaan persediaan obat. Pembuatan rancangan kerangka kerja sistem usulan dilakukan dengan membuat*rich picture*sehingga dapat diketahui bagian-bagian yang berubah dari proses bisnis awal. Selanjutnya dibuat skema kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendukung terimplementasinya sistem usulan dan dilakukan analisis sistem usulan.

Perancangan Database

Perancangan database adalah proses untuk menentukan isi dan pengaturan data yang dibutuhkan untuk mendukung berbagai rancangan sistem. Perancangan ini digambarkan dalam suatu *Entity Relationship Diagram* (ERD) supaya dapat menjelaskan hubungan antara satu data *store* dengan yang lain di dalam suatu basis data.

Perancangan *User Interface*

Perancangan *user interface* bertujuan untuk mempermudah pengoperasian program yang akan dibuat. Perancangan digambarkan dalam bentuk icon objek yang dilengkapi dengan penjelasan kegunaan dan tujuan dari masing-masing perintah atau.icon tersebut.

Pembuatan Aplikasi

Setelah menentukan metode perencanaan dan pengendalian obat serta merancang database dan *user interface*, langkah berikutnya yaitu membuat aplikasi komputer menggunakan bahasa pemrograman PHP (*Hypertext Prepocessor*) dengan database dari MySql. Aplikasi tersebut kemudian diintegrasikan dengan metode perencanaan dan pengendalian obat.

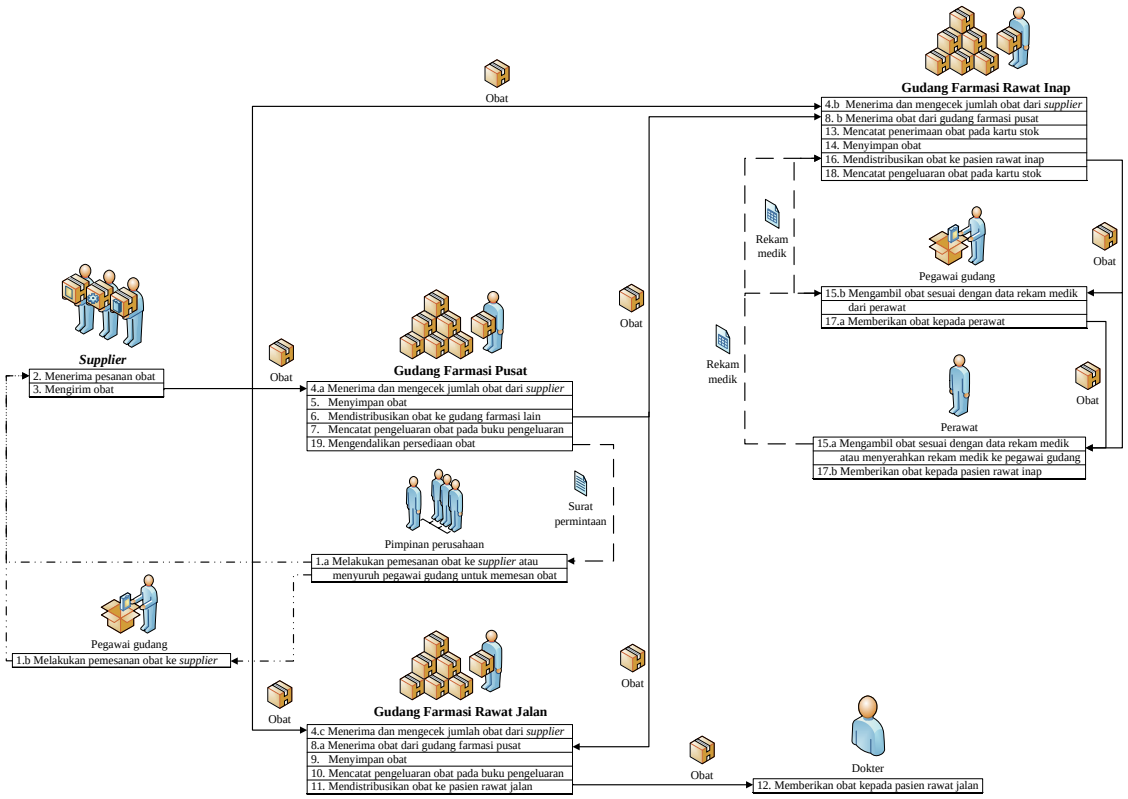
Pengujian Aplikasi

Pengujian dilakukan dalam 2 tahap yaitu tahap validasi program apliakasi dan validasi sistem informasi manajemen persediaan obat. Tahap validasi merupakan tahap perbandingan antara apa yang dibutuhkan perusahaan dengan realisasi rancangan program yang dibuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Sistem Awal

Identifikasi sistem awal ini dibuat dalam bentuk *rich picture* yang menggambarkan proses dari sistem awal pengelolaan persediaan obat di Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat, *rich picture* kerangka kerja sistem awal dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2.*Rich Picture* Kerangka Kerja Sistem Awal

Analisis Kekurangan Sistem Awal

Analisis kekurangan sistem awal menjelaskan permasalahan yang terjadi pada sistem lama. Hasil analisis ini yaitu:

1. Penentuan titik pemesanan kembali yang tidak akurat karena hanya berdasarkan perkiraan pegawai gudang saja. Hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya kelebihan maupun kekurangan persediaan obat.
2. Penentuan jumlah pemesanan obat yang tidak akurat karena proses pemesanan dilakukan oleh dua orang dengan jumlah sesuai perkiraan masing-masing. Hal tersebut juga mengakibatkan terjadinya kelebihan maupun kekurangan persediaan obat.
3. Tidak ada pencatatan pada proses penerimaan obat di gudang farmasi pusat dan gudang farmasi rawat jalan sehingga tidak dapat diketahui jumlah persediaan masing-masing obat dan total nilai persediaannya.
4. Aliran perpindahan obat tidak jelas karena obat dari *supplier* dapat diterima oleh semua gudang farmasi. Akibatnya, pengawasan dan pengendalian persediaan obat lebih susah dilakukan.
5. Ketidakakuratan data kartu stok di gudang farmasi rawat inap karena tidak semua obat masuk dicatat didalamnya. Selain itu pengurangan jumlah obat di kartu stok juga membutuhkan waktu yang cukup lama karena menunggu pasien pulang terlebih dahulu. Akibatnya tidak dapat diketahui jumlah persediaan masing-masing obat dan total nilai persediaannya.
6. Pengambilan obat di gudang farmasi rawat inap dilakukan oleh beberapa orang, sehingga susah dilakukan pengawasan dalam jumlah pengambilannya.

Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dianalisis sebelumnya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis kebutuhan sistem yaitu:

1. Menentukan Tujuan Utama (*major goal*)
   Penentuan tujuan utama dalam merancang sistem informasi manajemen persediaan obat di gudang farmasi Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat Purworejo ini berdasarkan identifikasi sistem awal dan analisis kekurangan sistem awal. Tujuan utamanya yaitu:

a. Untuk menentukan jumlah titik pemesanan kembali dan jumlah pemesanan obat yang akurat dan optimal, maka diperlukan modul peramalan dan perhitungan nilai *safety stock*, *reorder point* maupun EOQ (*Economic Order Quantity*) di dalam sistem informasi yang dirancang.
b. Untuk menampilkan jumlah persediaan masing-masing obat dan total nilai persediaan pada ketiga gudang farmasi secara cepat dan akurat, sistem informasi yang dirancang dapat merekap setiap perpidahan dan pemakaian obat.

2. Menentukan *Intermediate Goal*
Intermediate goal merupakan tugas-tugas yang dapat dilakukan oleh sistem informasi manajemen persediaan obat diluar tujuan utama. *Intermediate goal* yang dapat dilakukan yaitu:
   a. Sistem informasi yang dirancang dapat mencetak laporan *stok* obat pada masing-masing gudang, sehingga dapat mempermudah pimpinan perusahaan dalam mengetahui jumlah nilai persediaan obatnya.
   b. Sistem informasi yang dirancang menggunakan jaringan intranet melalui kabel LAN sehingga aplikasi sistem informasi dapat dijalankan oleh pegawai administrasi dan pimpinan perusahaan. Hal tersebut dapat membantu proses perhitungan total pemakaian obat masing-masing pasien rawat inap dengan lebih cepat serta mempermudah pimpinan perusahaan untuk mengetahui status persediaan obatnya.
3. Menentukan *Minor Goal*
Pada perancangan sistem informasi manajemen persediaan obat di Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat ini tidak ditentukan *minor goal*. Hal tersebut dikarenakan *major goal* dan *intermediate goal* sudah mencukupi untuk perancangan sistem baru.
4. Menentukan *Output* yang Harus Dihasilkan
Output sistem informasi manajemen persediaan obat di Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat ini berupa data dan laporan yang mendukung proses pengendalian dan perencanaan persediaan obat. Data dan laporan yang digunakan sebagai *output* sistem ini, yaitu:
   a. Data rekap jumlah persediaan gudang farmasi pusat. Berisi jumlah penerimaan obat dari supplier, jumlah pengeluaran obat ke gudang yang lain dan sisa persediaan obat di gudang farmasi pusat.
   b. Data rekap jumlah persediaan gudang farmasi rawat inap. Berisi jumlah penerimaan obat dari gudang pusat, jumlah pemberian obat ke pasien rawat inap dan sisa persediaan obat di gudang farmasi rawat inap.
   c. Data rekap jumlah persediaan gudang farmasi rawat jalan. Berisi jumlah penerimaan obat dari gudang pusat, jumlah pemberian obat ke pasien rawat jalan dan sisa persediaan obat di gudang farmasi rawat jalan.
   d. Data rekap pemakaian obat masing-masing pasien rawat jalan. Berisi nama, jumlah dan harga obat yang diberikan ke masing-masing pasien.
   e. Data hasil peramalan dan perhitungan *safety stock*, *reorder point* maupun EOQ.
   f. Laporan surat permintaan obat. Berisi nama obat, harga obat, nilai *safety stock*, nilai *reorder point*, nilai EOQ, nama *supplier*, nama medrep, dan nomor telepon medrep.
   g. Laporan nilai persediaan obat. Berisi nilai persediaan obat gudang farmasi pusat, gudang farmasi rawat inap dan gudang farmasi rawat jalan.
5. Menentukan *Input* yang Diperlukan
Input sistem ditentukan berdasarkan *output* yang diinginkan. *Input* sistem ini merupakan masukan data tertentu yang disimpan dalam *database* yang kemudian diproses untuk memperoleh *output* tertentu. *Input* yang diperlukan terdapat pada tabel 1.

Tabel 1.*Input* Sistem berdasarkan *Output* yang Harus Dihasilkan

No.	*Output*	*Input*
1	Data rekap jumlah persediaan gudang farmasi pusat	Data nota pembelian dan dan data *form* pengambilan
2	Data rekap jumlah persediaan gudang farmasi rawat inap	Data *form* pengambilan dan resep rawat inap
3	Data rekap jumlah persediaan gudang farmasi rawat jalan	Data *form* pengambilan dan resep rawat jalan
4	Data rekap pemakaian obat masing-masing pasien rawat inap	Resep rawat inap
5	Data hasil peramalan dan perhitungan *safety stock*, *reorder point* maupun EOQ	Resep rawat inap dan resep rawat jalan
6	Laporan surat permintaan obat	Data perhitungan *safety stock* , *reorder point* dan EOQ
7	Laporan nilai persediaan obat	Data rekap jumlah persediaan masing-masing gudang farmasi

6. Menentukan Operasiyang Dilakukan
   Operasi yang dilkukan untuk mengubah *input* sistem menjadi *output* sistem yang diinginkan diperlukan sebuah *database* yang dapat menyimpan data-data mengenai manajemen persediaan obat. *Database* tersebut kemudian diakses untuk mendapatkan *output* yang diinginkan. *Database* yang dibuat berbasis mysql yang dapat diakses di bagian gudang farmasi rawat inap dan bagian administrasi. Penyimpanan data dan aliran data secara detail akan dijelaskan pada bagian perancangan sistem usulan.

Penentuan Metode Perencanaan dan Pengendalian Obat

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai *safety stock*, *reorder point* dan EOQ (*Economic Order Quantity*) pada masing-masing obat. Contoh hasil perhitungan nilai *safety stock* terdapat pada tabel 2, contoh hasil perhitungan nilai *reorder point* terdapat pada tabel 3 dan contoh hasil perhitungan nilai EOQ terdapat pada tabel 4.

Tabel 2.Contoh Hasil Perhitungan *Safety Stock* Masing-Masing Obat

No	Nama Obat	Berat Netto	Jenis	Standar deviasi (Unit)	Z (99%)	*Safety Stock*
1	Cefotaxime	1 g	injeksi	102	2.326	237
2	Metronidazole	500 mg/100 ml	infus	14	2.326	33
3	Ranitidin	25 mg/ml	injeksi	85	2.326	198
4	Cercul	125 mg/ml	injeksi	8	2.326	18
5	Ottogenta	80 mg/2ml	injeksi	16	2.326	37
6	Ketorolac	30 mg/ml	injeksi	12	2.326	27
7	Ulsicral	5 ml/500 mg	syrup	3	2.326	6
8	Vertivom	2 ml	injeksi	24	2.326	56
9	Ceftriaxone	1 g	injeksi	25	2.326	57
10	Proliver	242 mg	tablet	19	2.326	45
11	Melidox	7,5 mg	tablet	114	2.326	264
12	Acid	60 ml	syrup	26	2.326	61
13	Tranxa	50 mg/ml	injeksi	10	2.326	24
14	RL	500 ml	infus	77	2.326	179
15	Aqua	25 ml	injeksi	65	2.326	152
16	D5	500 ml	infus	15	2.326	36
17	Faktu 60 mg	60 mg	suppo	1	2.326	3
18	Pepzol	40 mg	injeksi	2	2.326	5
19	Tramadol HCl	50 mg	tablet	25	2.326	58
20	Ondansetron	8 mg/4 ml	injeksi	8	2.326	18
21	Adona	10 ml/50 mg	injeksi	3	2.326	6
22	Sohobal	500 mg	injeksi	4	2.326	10
23	Ulsikur	2 ml	injeksi	12	2.326	29

Tabel 3.Contoh Hasil Perhitungan *Reorder Point*Masing-Masing Obat

No	Nama Obat	Berat Netto	Jenis	*Supplier*	*Lead Time* (minggu)	Kebutuhan 1 Minggu (Unit)	SS	ROP
1	Cefotaxime	1 g	injeksi	OGB Dexa	2	192	237	620
2	Metronidazole	500 mg/100 ml	infus	PT. Ikapharmindo Putramas	2	27	33	88
3	Ranitidin	25 mg/ml	injeksi	PT. Otto Pharmaceutical Industries	1	161	198	358
4	Cercul	125 mg/ml	injeksi	PT. Phapros Tbk.	2	15	18	48
5	Ottogenta	80 mg/2ml	injeksi	PT. Otto Pharmaceutical Industries	1	30	37	67
6	Ketorolac	30 mg/ml	injeksi	PT. Ethica	2	22	27	70
7	Ulsicral	5 ml/500 mg	syrup	PT. Ikapharmindo Putramas	2	5	6	17
8	Vertivom	2 ml	injeksi	PT. Global Multi Pharmalab	1	45	56	101
9	Ceftriaxone	1 g	injeksi	PT. Indofarma	2	47	57	151
10	Proliver	242 mg	tablet	PT. Simex Pharmaceutical Indonesia	2	37	45	119
11	Melidox	7,5 mg	tablet	PT. Meprofarm	3	214	264	907
12	Acid	60 ml	syrup	PT. Zenith Pharmaceuticals	1	50	61	111
13	Tranxa	50 mg/ml	injeksi	PT. Bernofarm	1	20	24	44
14	RL	500 ml	infus	Otsuka	1	145	179	324
15	Aqua	25 ml	injeksi	Otsuka	1	123	152	275
16	D5	500 ml	infus	Otsuka	1	29	36	65
17	Faktu 60 mg	60 mg	suppo	PT. Phapros Tbk.	2	2	3	7
18	Pepzol	40 mg	injeksi	PT. Mahakam Beta Farma	1	4	5	9
19	Tramadol HCl	50 mg	tablet	PT. Hexpharm Jaya	2	47	58	152
20	Ondansetron	8 mg/4 ml	injeksi	PT. Soho Industri Pharmasi	2	15	18	48
21	Adona	10 ml/50 mg	injeksi	PT. Tanabe	2	5	6	16
22	Sohobal	500 mg	injeksi	PT. Soho Industri Pharmasi	2	8	10	26
23	Ulsikur	2 ml	injeksi	PT. Kalbe Farma Tbk.	2	23	29	75

Tabel 4.Contoh Hasil Perhitungan EOQMasing-Masing Obat

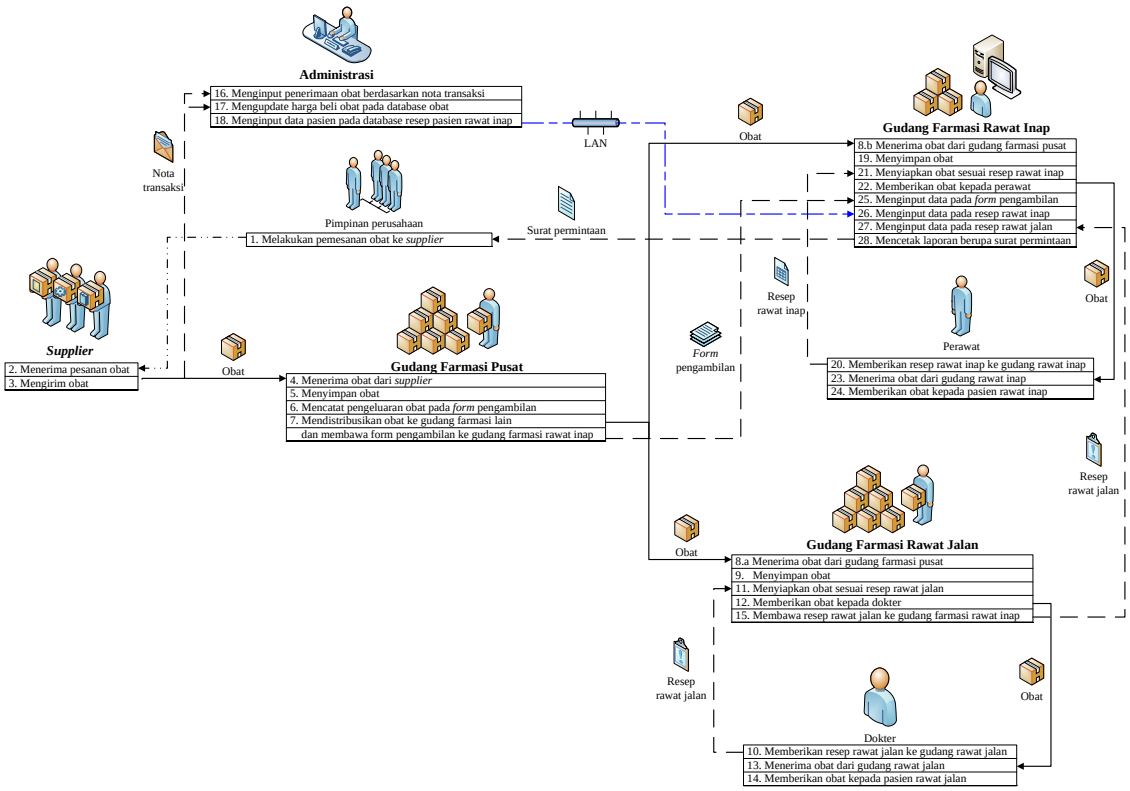
No	Nama Obat	Berat Netto	Jenis	Kebutuhan 1 Tahun (Unit)	Biaya Pemesanan	Biaya Penyimpanan	EOQ
1	Cefotaxime	1 g	injeksi	9213	Rp 5,000	Rp 283	571
2	Metronidazole	500 mg/100 ml	infus	1302	Rp 5,000	Rp 1,693	88
3	Ranitidin	25 mg/ml	injeksi	7706	Rp 5,000	Rp 236	572
4	Cercul	125 mg/ml	injeksi	708	Rp 5,000	Rp 1,924	61
5	Ottogenta	80 mg/2ml	injeksi	1449	Rp 5,000	Rp 703	144
6	Ketorolac	30 mg/ml	injeksi	1044	Rp 5,000	Rp 793	115
7	Ulsicral	5 ml/500 mg	syrup	247	Rp 5,000	Rp 3,118	28
8	Vertivom	2 ml	injeksi	2177	Rp 5,000	Rp 373	242
9	Ceftriaxone	1 g	injeksi	2238	Rp 5,000	Rp 306	271
10	Proliver	242 mg	tablet	1765	Rp 5,000	Rp 373	218
11	Melidox	7,5 mg	tablet	10291	Rp 5,000	Rp 95	1041
12	Acid	60 ml	syrup	2383	Rp 5,000	Rp 261	302
13	Tranxa	50 mg/ml	injeksi	938	Rp 5,000	Rp 579	127
14	RL	500 ml	infus	6972	Rp 5,000	Rp 606	339
15	Aqua	25 ml	injeksi	5904	Rp 5,000	Rp 606	312
16	D5	500 ml	infus	1398	Rp 5,000	Rp 943	122
17	Faktu 60 mg	60 mg	suppo	106	Rp 5,000	Rp 7,483	12
18	Pepzol	40 mg	injeksi	201	Rp 5,000	Rp 9,943	14
19	Tramadol HCl	50 mg	tablet	2255	Rp 5,000	Rp 253	299
20	Ondansetron	8 mg/4 ml	injeksi	708	Rp 5,000	Rp 703	100
21	Adona	10 ml/50 mg	injeksi	239	Rp 5,000	Rp 1,931	35
22	Sohobal	500 mg	injeksi	383	Rp 5,000	Rp 1,198	57
23	Ulsikur	2 ml	injeksi	1114	Rp 5,000	Rp 418	163

Perancangan Sistem Usulan

Perancangan sistem usulan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: rancangan kerangka kerja sistem usulan, skema perangkat keras dan lunak yang digunakan, dan analisis sitem usulan.

1. Rancangan Kerangka Kerja Sistem Usulan

Rancangan kerangka kerja sistem usulan dibuat dalam bentuk *rich picture* yang menggambarkan proses dari sistem usulan pengelolaan persediaan obat di Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat, *rich picture* rancangan kerangka kerja sistem usulan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3.*Rich Picture* Kerangka Kerja Sistem Usulan

2. Skema Perangkat Keras dan Lunak yang Digunakan
   Untuk dapat mengoperasikan sistem informasi ini dibutuhkan perangkat lunak dan perangkat keras sebagai pendukungnya. Berikut merupakan perangkat lunak dan keras yang digunakan oleh sistem informasi manajemen persediaan obat.
   a. Perangkat Lunak
      Aplikasi dibangun dengan menggunakan:
      - *Database* Server MySQL
      - Web Server Apache versi 2
      - Web Application PHP versi 5
      - Web Browser Mozila Firefox, Opera, Google Chrome
   b. Perangkat Keras
      Perangkat keras yang diperlukan, yaitu:
      - 3 Unit PC
      - 2 Unit Printer

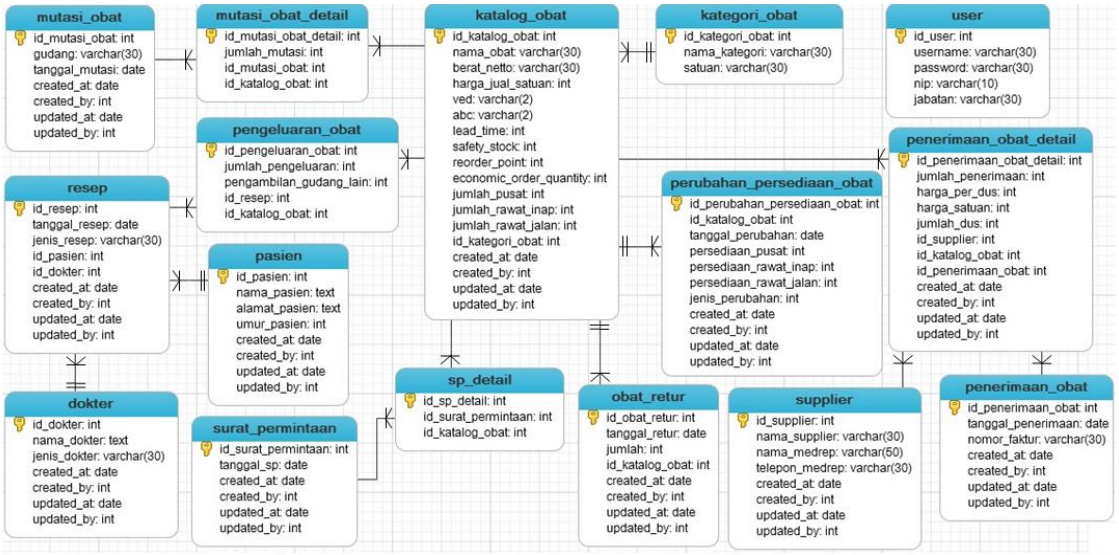
      100 Meter Kabel LAN
3. Analisis Sistem Usulan
   Hasil dari analisis sistem usulan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5.Analisis Sistem Usulan

No	Kekurangan Sistem Awal	Rancangan Sistem Usulan
1	Penentuan titik pemesanan kembali yang tidak akurat.	Hasil perhitungan *reorder point* dari masing-masing obat diintegrasikan dengan fungsi pemberitahuan pada rancangan aplikasi. Fungsi tersebut akan memberitahu *user* ketika terdapat obat yang jumlah persediaannya telah menyentuh nilai reorder point.
2	Penentuan jumlah pemesanan obat yang tidak akurat.	Hasil perhitungan EOQ dari masing-masing obat diintegrasikan dengan fungsi pemberitahuan pada rancangan aplikasi. Fungsi tersebut akan menampilkan jumlah pembelian yang optimal dari obat yang telah menyentuh nilai *reorder point.*
3	Tidak ada pencatatan pada proses penerimaan obat di gudang farmasi pusat dan gudang farmasi rawat jalan.	Penerimaan obat di gudang farmasi pusat diinput pada aplikasi sesuai dengan jumlah pada nota pembelian, sedangkan penerimaan obat pada gudang farmasi rawat inap dan rawat jalan diinput sesuai dengan jumlah pada form pengambilan.
4	Aliran perpindahan obat tidak jelas karena obat dari supplier dapat diterima oleh semua gudang farmasi.	Obat dapat langsung diterima gudang farmasi rawat inap maupun rawat jalan karena semua proses perpindahan obat dicatat terlebih dahulu pada form pengambilan.
5	Ketidakakuratan data kartu stok di gudang farmasi rawat inap.	Jumlah persediaan pada masing-masing gudang dapat dilihat dengan lebih cepat dan akurat karena setiap keluar masuknya obat pada masing-masing gudang telah tercatat pada aplikasi.
6	Pengambilan obat di gudang farmasi rawat inap dilakukan oleh beberapa orang.	Pengambilan obat dilakukan oleh seorang pegawai gudang saja karena sudah ada resep rawat inap.

Perancangan Database

Pada tahap ini akan dirancang *database* untuk mendukung berjalannya sistem informasi manajemen persediaan obat di Klinik Umum Rawat Inap Budi Sehat. Perancangan inidigambarkan dalam suatu *Entity Relationship Diagram* (ERD).

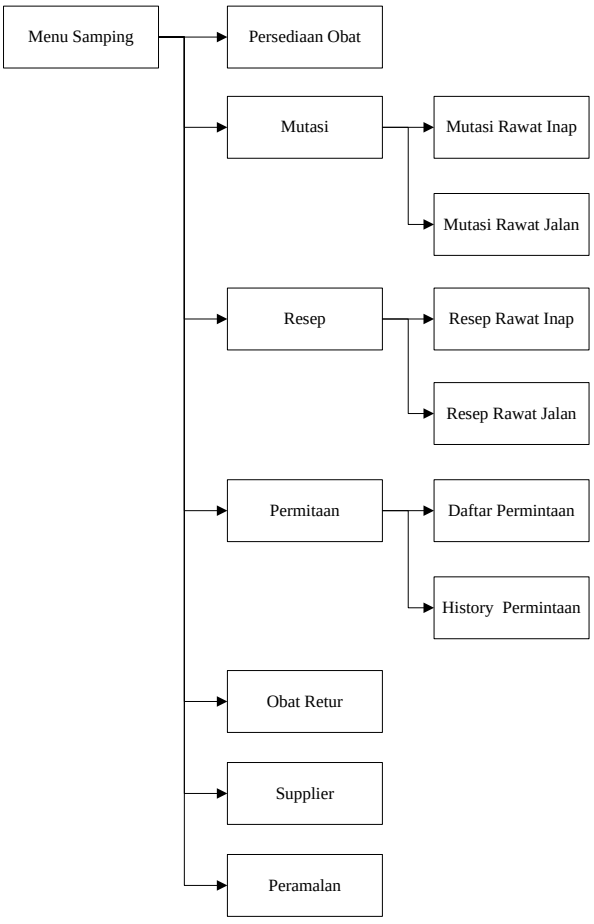


Gambar 4.*Entity Relationship Diagram* Sistem Informasi Manajemen Persediaan Obat

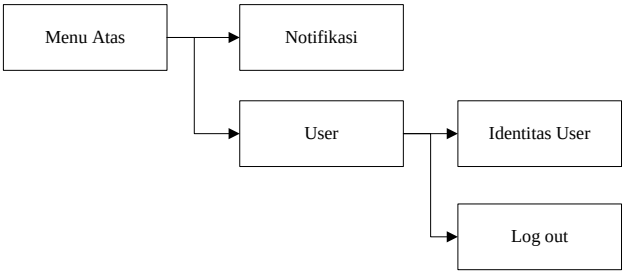
Perancangan *User Interface*

Menurut Al Fatta (2007),perancangan *user interface* terdiri dari tiga tahap desain, yaitu desain menu aplikasi, desain *form* masukan dan desain aplikasi klien.

1. Desain Menu Aplikasi
   Desain menu aplikasi meliputi desain daftar menu yang akan ditampilkan dalam aplikasi yang dibuat. Berikut ini adalah gambar daftar menu aplikasi masing-masing *user*.



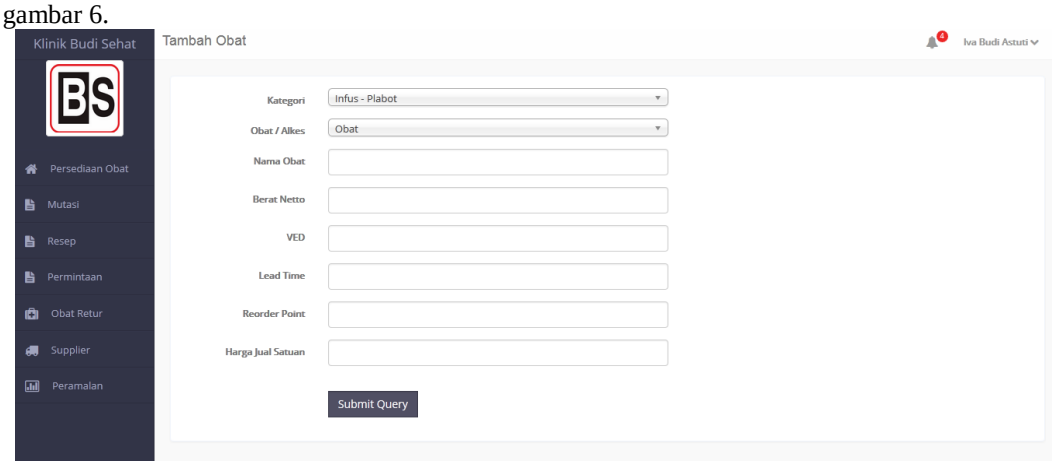
Gambar 5. Daftar Menu Samping Sistem Informasi Manajemen Persediaan Obat untuk Pegawai Gudang



Gambar 6. Daftar Menu Atas Sistem Informasi Manajemen Persediaan Obat untuk Pegawai Gudang

2. Desain *Form* Masukan

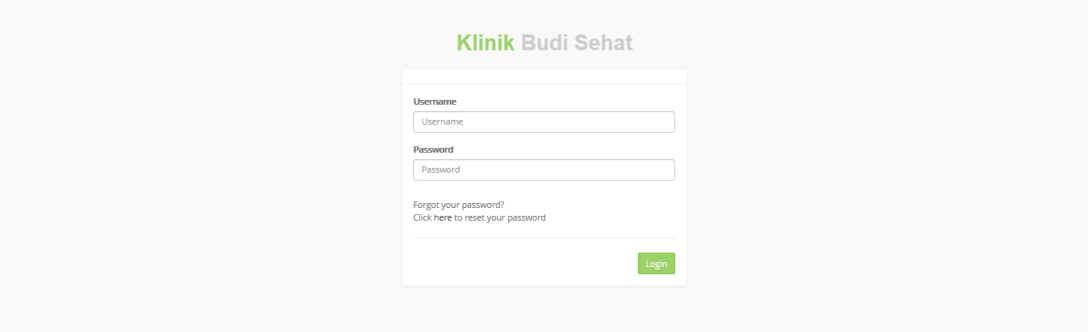
Form masukkan pada aplikasi ini berupa *form-form* isian yang akan disimpan dalam *database*. Sebagai contoh desain *form* masukan yaitu *form* tambah jenis obat. *Form* tersebutberfungsi untuk menambahkan jenis obat ke dalam *database*. Data obat ini terdiri dari kategori, nama obat, berat netto, ved, *lead time*, *lead time*, *reorder point* dan harga jual satuan. *Form* tambah jenis obat dapat dilihat di gambar 6.



Gambar 7.*Form* Tambah Jenis Obat

3. Desain Aplikasi Klien

Desain aplikasi klien berfungsi untuk menampilkan fungsi yang terdapat pada aplikasi klien. Contohdesain aplikasi ini dapat dilihat di gambar 7.



Gambar 8.Halaman Login

Pembuatan Aplikasi

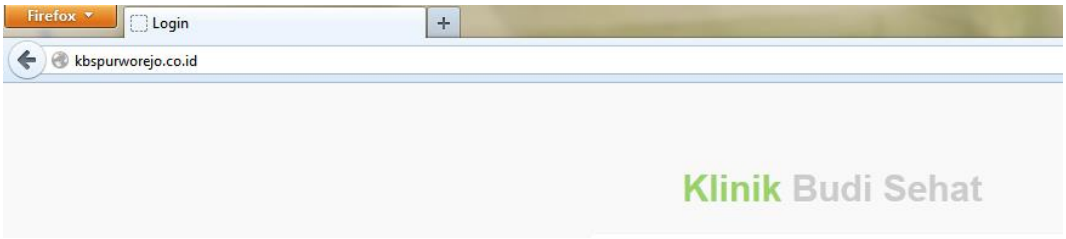
Tahapan pembuatan aplikasi merupakan tahapan perancangan logika-logika pemrograman berbasis *web*. Logika yang terdapat dalam program yaitu: proses *login*, proses *logout*, proses tambah data obat, proses edit dan hapus data obat, proses tambah mutasi rawat inap, proses edit dan hapus data mutasi rawat inap, proses tambah mutasi rawat jalan, proses edit dan hapus mutasi rawat jalan, proses tambah

resep rawat inap, proses edit dan hapus resep rawat inap, proses tambah resep rawat jalan, proses edit dan hapus resep rawat jalan, proses cetak surat permintaan, proses hapus surat permintaan, proses tambah obat retur, proses edit dan hapus obat retur, proses tambah *supplier*, proses edit dan hapus *supplier*, proses cetak laporan persediaan dan proses peramalan.

Pengujian Aplikasi

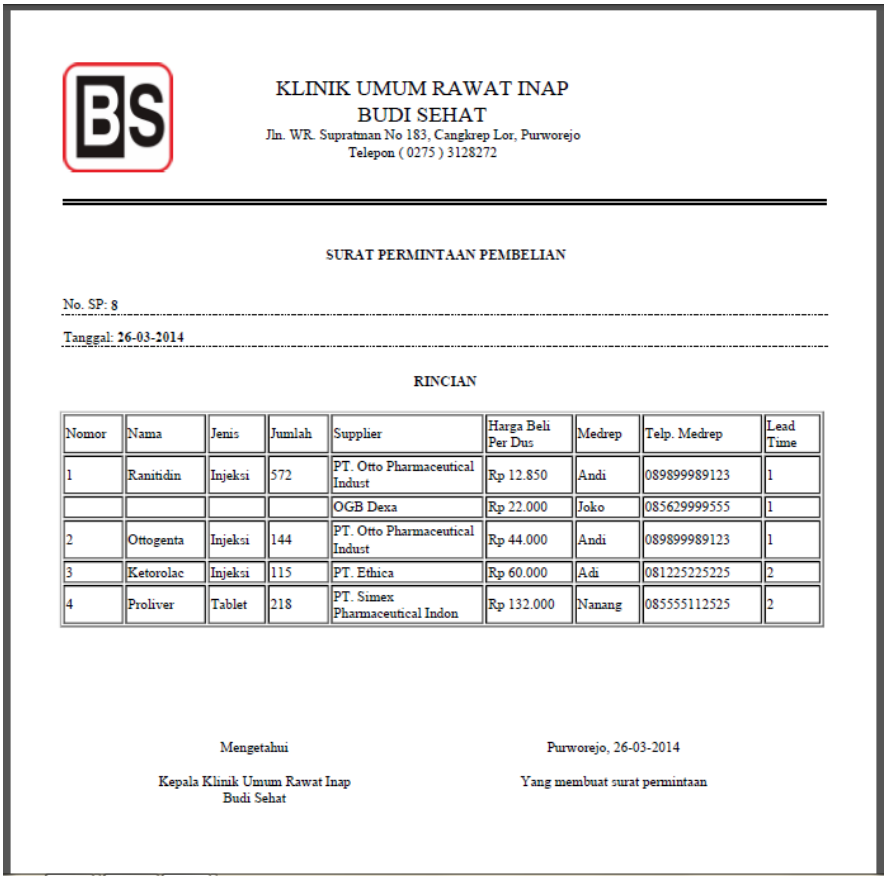
Tahap akhir dari penelitian ini adalah pengujian aplikasi yang telah dibuat untuk mengetahui apakah aplikasi dapat berjalan dengan baik atau tidak, adakah kesalahan pada program dan dapat diterapkan atau tidak pada sistem nyata. Langkah pengujian ini terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap validasi program aplikasi dan validasi sistem informasi manajemen persediaan obat.

1. Validasi Program Aplikasi
   Kriteria yang diukur dalam tahap validasi program adalah keberhasilan komputer klien untuk terhubung dengan komputer server, keberhasilan rancangan *database* untuk menyimpan data-data yang dibutuhkan, keberhasilan rancangan *interface* untuk menyajikan tampilan seperti yang diinginkan dan keberhasilan program menerima informasi dan mengolahnya menjadi *output* yang diinginkan.
   a. Keberhasilan Komputer Klien untuk Terhubung dengan Komputer Server
      Hasil pengujian program aplikasi didapat bahwa komputer klien dapat terhubung dengan komputer server dengan baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan komputer klien dapat mengambil dan menyimpan data pada komputer server. Gambar 8menunjukkan *interface* pada komputer *client* yang diakses pada alamat web kbspurworejo.co.id.



Gambar 9.*Interface* pada Komputer Klien (Alamat *Web* Akses)

   b. Keberhasilan Rancangan *Database* untuk Menyimpan Data-Data yang Dibutuhkan
      Hasil pengujian program aplikasi didapat bahwa *database* dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Hal ini ditunjukkan dengan *database* yang dapat difungsikan untuk menyimpan, mengedit dan menghapus data.
   c. Keberhasilan Rancangan *Interface* untuk Menyajikan Tampilan Seperti yang Diinginkan
      Hasil pengujian program aplikasi didapat bahwa *interface* terlihat sesuai dengan rancangan pada browser-browser yang sering digunakan, seperti Mozilla Firefox dan Google Chrome.
   d. Keberhasilan Program Menerima Informasi dan Mengolahnya Menjadi *Output* yang Diinginkan
      Hasil pengujian program aplikasi didapat bahwa program dapat menghasilkan *output* yang diinginkan. *Output* tersebut berupa laporan nilai persediaan obat dan surat permintaan pembelian. Contoh *output* laporan dalam bentuk PDF dapat dilihat pada gambar9.



KLINIK UMUM RAWAT INAP
BUDI SEHAT
Jln. WR. Supratman No 183, Cangkrep Lor, Purworejo
Telepon (0275) 3128272

SURAT PERMINTAAN PEMBELIAN

No. SP: 8

Tanggal: 26-03-2014

RINCIAN

Nomor	Nama	Jenis	Jumlah	Supplier	Harga Beli Per Dus	Medrep	Telp. Medrep	Lead Time
1	Ranitidin	Injeksi	572	PT. Otto Pharmaceutical Indust	Rp 12.850	Andi	089899989123	1
				OGB Dexa	Rp 22.000	Joko	085629999555	1
2	Ottogenta	Injeksi	144	PT. Otto Pharmaceutical Indust	Rp 44.000	Andi	089899989123	1
3	Ketorolac	Injeksi	115	PT. Ethica	Rp 60.000	Adi	081225225225	2
4	Proliver	Tablet	218	PT. Simex Pharmaceutical Indon	Rp 132.000	Nanang	085555112525	2

Mengetahui

Kepala Klinik Umum Rawat Inap
Budi Sehat

Purworejo, 26-03-2014

Yang membuat surat permintaan

Gambar 10. *Interface* pada *Output* Surat Permintaan dalam PDF

2. Validasi Sistem Informasi Manajemen Persediaan Obat
   Validasi sistem inforamsi manajemen persediaan obat ini dilakukan untuk mengetahui apakah program yang dibuat ada kesalahan atau tidak dalam pengolahan data dan dapat diterapkan langsung di lapangan. Langkah validasi sistem yaitu dengan membuat simulasi sistem manajemen persediaan obat. Kriteria yang diukur dalam tahap validasi ini adalah proses-proses dalam sistem manajemen persediaan dapat berjalan sesuai dengan hasil rancangan. Dari pengujian yang dilakukan, semua proses yang terdapat dalam program dapat berjalan dengan baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem informasi manajemen persediaan obat yang dirancang sudah sesuai dengan kebutuhan sistem dan dapat dijalankan dengan baik.
2. Aplikasi yang dirancang sudah terintegrasi dengan metode perencanaan dan pengendalian persediaan yang berbasis pada model persediaan EOQ.

DAFTAR PUSTAKA

Al Fatta, H. (2007). Analisis dan Perancangan Sistem Informasi untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan dan Organisasi Modern. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Kristanto, A. (2003). Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya. Yogyakarta: Gayamedia.

Meliani dan Miftahuddin. (2011). Perancangan Sistem Informasi Manajemen Persediaan (Study Kasus: PDAM Tirta Sakti Kabupaten Kerinci). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*

PENENTUAN KRITERIA DAYA SAING INDUSTRI TEKSTIL, PAKAIAN JADI DAN KULIT BERDASARKAN METODE AHP

Lukmandono[1], Alva Edy Tontowi[1], Andi Sudiarso[1], Hargo Utomo[2]
[1] Jurusan Teknik Mesin dan Industri, [2]Fakultas Ekonomi Bisnis
Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta Telp: 62-274-521673
Email : lukmandono@gmail.com

ABSTRAKS
Penelitian ini mengusulkan kriteria daya saing industri tekstil, pakaian jadi dan kulit sebagai bagian dari pengembangan model daya saing industri manufaktur berdasarkan klasifikasi ISIC 2 digit. Metode yang digunakan dala penelitian ini adalah AHP (Analytical Hierarchy Process) sebagai salah satu metode untuk memutuskan diantara kriteria yang kompleks dalam tingkatan yang berbeda. Seluruh elemen penelitian disusun berdasarkan pedoman strukturisasi dalam AHP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada level kriteria bobotnya adalah 0,46 untuk kriteria manufacturing strategy, 0,22 untuk kriteria competitive strategy, 0,15 untuk kriteria kemitraan/kolaborasi, dan 0,17 untuk kriteria teknologi. Pada level sub kriteria pertama yaitu manufacturing strategy bobotnya adalah 0,42 untuk cost, 0,27 untuk quality, 0,17 untuk delivery dan 0,14 untuk flexibility. Pada level sub kriteria yang kedua yaitu competitive strategy bobotnya adalah 0,21 untuk cost leadership, 0,13 untuk differentiation, dan 0,66 untuk gabungan antara cost leadership & differentiation. Pada level sub kriteria yang ketiga yaitu kemitraan/kolaborasi bobotnya adalah 0,49 untuk kemitraan internal, 0,18 untuk kemitraan dengan pemasok, 0,09 untuk kemitraan dengan pelanggan dan 0,24 untuk kemitraan dengan pesaing potensial. Sedangkan pada level sub kriteria yang keempat yaitu penggunaan teknologi bobotnya adalah 0,46 untuk existing production capability, 0,28 untuk access to new technology, 0,06 untuk process improvement capability, 0,13 untuk product improvement capability dan 0,07 untuk new product development capability.

Kata kunci:*Analytical Hierarchy Process (AHP),Daya Saing, Kriteria*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bahasan konsep daya saing (*competitiveness*) dapat ditinjau pada tingkat perusahaan, industri atau sekelompok industri,negara atau daerah. Pemaknaan daya saing pada konteks tersebut berbeda, akan tetapi daya saing pada masing-masing tingkatan tersebut terkait secara erat. Daya saing perusahaan merupakan elemen pembentuk daya saing pada tingkat industri, daerah atau negara. Sementara di pihak lain, berbagai kondisi dan faktor yang ada dalam suatu industri dan di suatu daerah atau negara membentuk konteks bagi perkembangan daya saing perusahaan dalam industri dan di wilayah yang bersangkutan.

Menurut *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD), daya saing didefinisikan sebagai kemampuan negara memproduksi barang dan jasa yang memenuhi standar internasional dalam kondisi pasar yang bebas dan adil. Secara bersamaan, Negara tersebut mampu meningkatkan pendapatan rakyatnya dalam jangka panjang. *The Institute for Management Development* (IMD) memaknai daya saing sebagai kemampuan sebuah bangsa membuat dan menjaga lingkungan daya saing perusahaan secara berkesinambungan. *World Economic Forum* (WEF), suatu lembaga yang secara rutin menerbitkan "*Global Competitineness Report*" mendefinisikan daya saing sebagai "kemampuan perekonomian nasional untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan berkelanjutan" fokusnya kemudian adalah pada kebijakan-kebijakan yang tepat. Institusi-institusi yang sesuai dengan karakteristik ekonomi lain yang mendukung terwujudnya pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan berkelanjutan.

Selama lebih dari dua puluh tahun, peran industri manufaktur dalam perekonomian Indonesia telah meningkat secara substansial, dari 19 % terhadap PDB tahun 1990 menjadi 26 % tahun 2009. Walaupun selama tahun 1990-2008, sektor industri juga sempat mengalami penurunan pertumbuhan akibat adanya krisis. Di sisi lain, peningkatan lapangan kerja industri manufaktur naik dari 10 % menjadi 12 %. Dinamika sektor industri secara umum bergerak sejalan dengan pertumbuhan ekonomi (Kurniati, 2010).

Industri manufaktur merupakan sektor utama pendorong pertumbuhan ekonomi, dengan kontribusi hampir mencapai 30 persen terhadap produk domestik bruto (PDB). Selain besarnya pangsa ekspor pada

industri manufaktur, penyerapan tenaga kerja pada industri manufaktur non migas juga menempati urutan atas sehingga membaik tidaknya kinerja sektor industri manufaktur mempunyai dampak nyata baik terhadap ekspor, penyerapan tenaga kerja maupun ekonomi secara keseluruhan (BPS, 2010).

Peningkatan daya saing, khususnya daya saing industri manufaktur harus terus diupayakan, agar peningkatan pertumbuhan industri manufaktur lebih mudah tercapai. Dalam rangka mendukung penguatan daya saing industri manufaktur, perlu dilakukan identifikasi kriteria-kriteria yang mempengaruhi daya saing industri manufaktur sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan perencanaan strategi pengembangan industri manufaktur di masa yang akan datang. Dalam standard klasifikasi ISIC (*international standard industrial classification*) 2 digit, sektor industri manufaktur diklasifikasikan dalam 9 (sembilan) subsektor. Subsektor tersebut adalah (1) Industri Makanan Minuman dan Tembakau, (2) Industri Tekstil, Pakaian Jadi dan Kulit, (3) Industri Kayu dan Sejenisnya, (4) Industri Kertas, Percetakan dan Penerbitan, (5) Industri Kimia, Minyak Bumi, Karet dan Plastik, (6) Industri Semen dan Galian Non-Logam, (7) Industri Logam Dasar, Besi dan Baja, (8) Industri Alat Angkut, Mesin dan Peralatan, dan (9) Industri Pengolahan Lainnya (BPS).

Dari sisi penyerapan tenaga kerja, terjadi peningkatan jumlah penyerapan tenaga kerja di sektor ini dari tahun ke tahun. Dari sembilan sektor industri, industri makanan, minuman dan tembakau menyerap tenaga kerja paling besar. Dua sektor industri lainnya yang mampu menyerap tenaga kerja besar adalah industri tekstil, pakaian jadi & kulit dan industri kayu & sejenisnya (BPS, 2011).

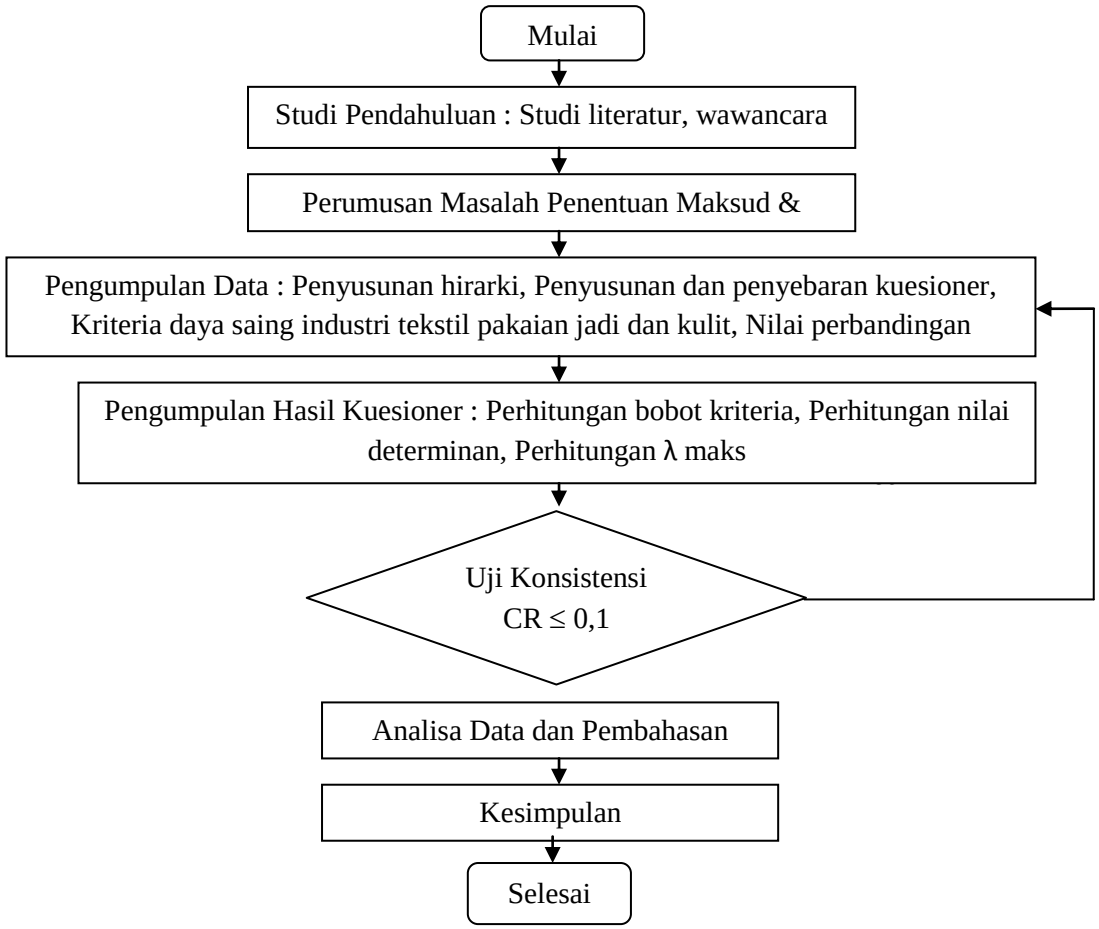
Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengusulkan bobot kriteria daya saing industri tekstil, pakaian jadi dan kulit berdasarkan metoda AHP.

METODE PENELITIAN

Kerangka Metode Penelitian

Kerangka pemecahan masalah dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka metode penelitian

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan salah satu dari metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) yang berperan dalam membuat formulasi dan menganalisa suatu keputusan. AHP pertama kali diperkenalkan oleh Thomas Saaty pada sekitar tahun 1970an. Metode AHP biasa digunakan untuk mendekati suatu permasalahan yang kompleks yang menggunakan persepsi manusia sebagai input, sehingga cocok untuk mengolah data baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif.

AHP adalah prosedur yang berbasis matematis yang menyatakan data kuantitatif maupun kualitatif ke dalam bentuk kuantitatif dengan cara melakukan perbandingan berpasangan. Kelebihan metode ini adalah karena adanya struktur yang berhirarki sebagai konsekuensi dari kriteria dan sub-kriteria yang dipilih, serta memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi dari berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh para pengambil keputusan. Jadi model ini merupakan suatu pengambilan keputusan yang komprehensif.

Tabel 1.Skala PenilaianPerbandingan Berpasangan (Saaty, 1993)

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya (*equal importance*)	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya (*more importance*)	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen yang lainnya (*essential, strong more importance*)	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen yang lain (*demonstrated importance*)	Satu elemen yang kuat disokong dan diminan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen yang lainnya (*absolutely more importance*)	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai diantara dua nilai yang pertimbangan yang berdekatan (*grey area*)	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara dua pilihan
1/(2-9)	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibandingkan dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan i	

Langkah-langkah dalam metode AHP meliputi :

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan penyelesaian yang diinginkan.
2. Membuat struktur hierarki dalam level yang berbeda, yaitu : puncak hierarki (*goal*), kriteria dan sub kriteria dimana saling berurutan (*level intermediate*), dan level terendah (alternatif-alternatif).
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan. Perbandingan dilakukan berdasarkan *judgment* dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen terhadap elemen lainnya.
4. Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh *judgment* seluruhnya sebanyak n x [(n-1)/2] buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.
5. Menghitung nilai *eigen* dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.
6. Mengulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hierarki.
7. Menghitung *eigen vector* dari setiap matrik perbandingan berpasangan. Nilai *eigen vector* merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini untuk mensintesis *judgment* dalam penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hierarki terendah sampai pencapaian tujuan.
8. Memeriksa konsistensi hierarki. Jika nilainya lebih dari 10 % maka penilaian data *judgment* harus diperbaiki.

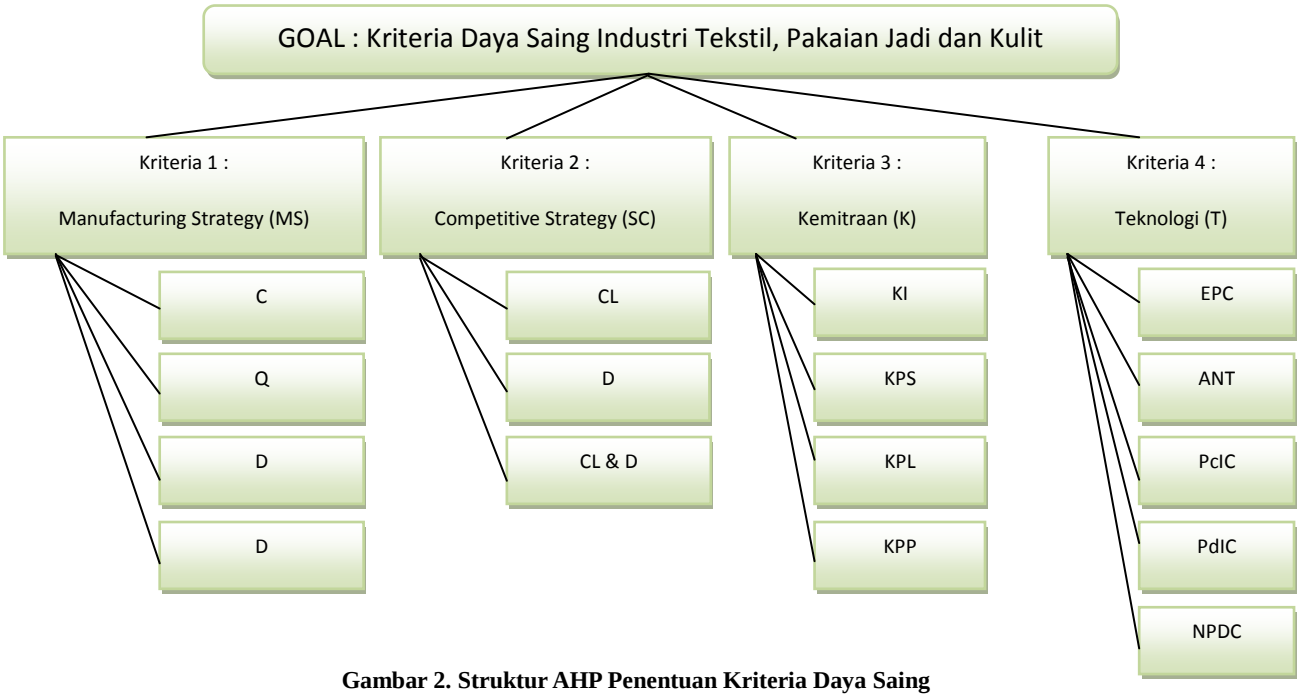
Untuk memperoleh bobot dari tiap-tiap kriteria, AHP menggunakan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) dengan skala 1 sampai 9. Tabel 1 menunjukkan skala penilaian perbandingan berpasangan. Suatu tingkat konsistensi tertentu memang diperlukan dalam penentuan prioritas. Menurut Saaty (1993), konsisten tidaknya suatu penilaian ditunjukkan oleh besarnya nilai CR (*consistency ratio*). Apabila CR < 10 %, maka matriks dianggap cukup konsisten.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyusunan Struktur AHP

Empat kriteria daya saing industri tekstil, pakaian jadi dan kulit yang digunakan dalam penelitian ini adalah *manufacturing strategy (*MS*), competitive strategy (*CS*)*, kemitraan/ kolaborasi (K) dan teknologi (T). *Manufacturing Strategy* merupakan salah satu dimensi daya saing yang sering digunakan (Amoako-Gyampah, *et.al*., 2008; Avella, *et.al*., 2001; Demeter, 2003; Miltenburg, 2008). Sub kriterianya adalah *cost (C), quality (Q), delivery (D)* dan *flexibility (F)*. Kriteria kedua adalah *competitive strategy*. Menurut Porter (1990), persoalan daya saing industri senantiasa terkait dengan strategi bersaing yang berorientasikan kepada biaya rendah (*cost leadership/CL*) dan pembedaan produk (*differentiation/D*). Di sini, strategi dilihat sebagai membuat pilihan antara biaya rendah dan diferensiasi. Sebaliknya, perusahaan yang berusaha menciptakan samudra biru mengejar biaya rendah dan diferensiasi secara bersamaan (CL & D) (Kim dan Mauborgne, 2009). Kriteria ketiga adalah kemitraan/kolaborasi. Indikator yang digunakan adalah kemitraan internal (KI), kemitraan dengan pemasok (KPS), kemitraan dengan pelanggan (KPL), dan kemitraan dengan pesaing potensial (KPP) (Maisaroh, 2007). Kriteria keempat adalah kemampuan teknologi. Indikator yang digunakan adalah *existing production capability (*EPC*), access to new technology (*ANT*), process improvement capability (*PcIC*), product improvement capability (*PdIC*)*, dan *new product development capability (*NPDC*)* (Sirikrai, *et.al*., 2006).

Secara grafis, struktur AHP yang diusulkan untuk menentukan bobot prioritas daya saing industri tekstil, pakaian jadi dan kulit ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur AHP Penentuan Kriteria Daya Saing

Penentuan Bobot Kriteria Daya Saing Industri Tekstil, Pakaian Jadi dan Kulit

Dari model struktur AHP pada Gambar 2 diatas, maka langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung bobot dari setiap kriteria melalui rekapitulasi isian kuesioner matrik perbandingan berpasangan dari 30 orang responden. Tabel 2 sampai dengan Tabel 5 berikut menunjukkan hasil *pairwise comparison* untuk pencarian *local weight* dari seluruh kriteria.

Tabel 2. *Normalized Pairwise Comparison* untuk kriteria

	MS	CS	K	T	*Geometric Mean*	*Normalized weight*	lamda	CI	CR
MS	1	0,9714	4,2553	4,9171	2,1233	0,46	4,6694	0,1282	0,1425
CS	1,0294	1	0,8440	0,9461	0,9522	0,22	4,4590		
K	0,2350	1,1849	1	0,7347	0,6725	0,15	4,2911		
T	0,2034	1,0569	1,3611	1	0,7355	0,17	4,1191		
Total	2,4678	4,2132	7,4604	7,5979	4,4835	1	4,3847		

Tabel 3. *Normalized Pairwise Comparison* untuk sub-kriteria *Manufacturing Strategy*

	C	Q	D	F	*Geometric Mean*	*Normalized weight*	lamda	CI	CR
C	1	1,2179	3,5719	2,8302	1,8732	0,42	4,1638	0,0576	0,0640
Q	0,8211	1	0,9459	2,4521	1,1747	0,27	4,1778		
D	0,2800	1,0572	1	0,8182	0,7015	0,17	4,0269		
F	0,3533	0,4078	1,2222	1	0,6478	0,14	4,3223		
Total	2,4544	3,6829	6,7400	7,1004	4,3972	1	4,1727		

Tabel 4. *Normalized Pairwise Comparison* untuk sub-kriteria *Competitive Strategy*

	CL	D	CL&D	*Geometric Mean*	*Normalized weight*	lamda	CI	CR
CL	1	1,9169	0,2970	0,8288	0,21	3,0823	0,0052	0,0089
D	0,5217	1	0,1961	0,4677	0,13	2,8535		
CL & D	3,3667	5,1000	1	2,5798	0,66	3,0952		
Total	4,8883	8,0169	1,4931	3,8763	1	3,0104		

Tabel 5. *Normalized Pairwise Comparison* untuk sub-kriteria kemitraan

	KI	KPS	KPL	KPP	*Geometric Mean*	*Normalized weight*	lamda	CI	CR
KI	1	3,2954	4,8583	2,1429	2,4202	0,49	4,1194	0,0172	0,0191
KPS	0,3035	1	2,7644	0,6061	0,8444	0,18	3,9614		
KPL	0,2058	0,3617	1	0,4110	0,4182	0,09	4,0753		
KPP	0,4667	1,6500	2,4333	1	1,1700	0,24	4,0502		
Total	1,9760	6,3072	11,0560	4,1599	4,8528	1	4,0516		

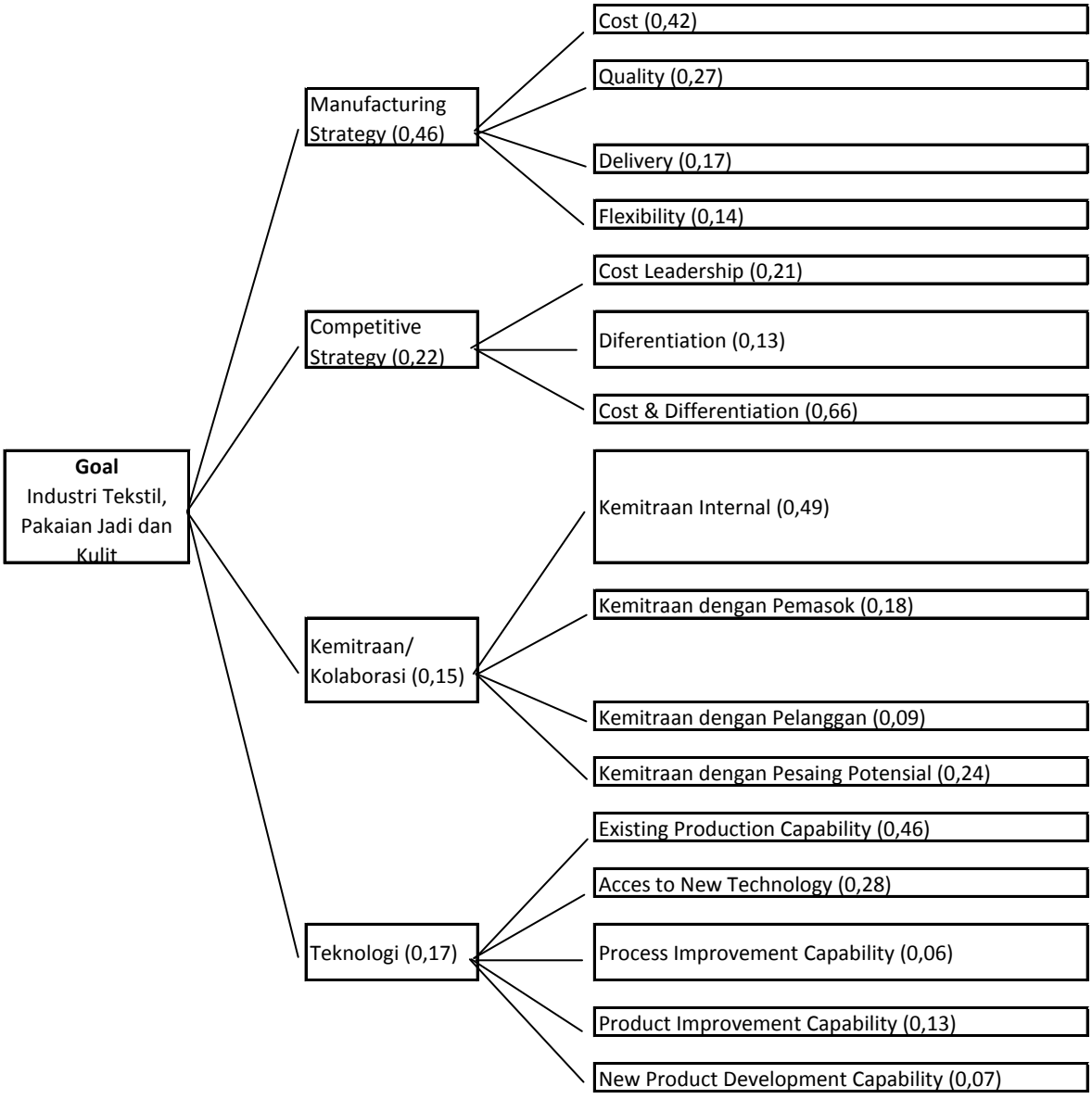
Tabel 6. *Normalized Pairwise Comparison* untuk sub-kriteria teknologi

	EPC	ANT	PcIC	PdIC	NPDC	*Geometric Mean*	*Normalized weight*	lamda	CI	CR
EPC	1	1,7910	5,7091	4,7368	6,2392	3,1337	0,46	5,1311	0,0265	0,0237
ANT	0,5583	1	3,9130	3,2770	3,7500	1,9310	0,28	5,1607		
PcIC	0,1752	0,2556	1	0,3797	0,7792	0,4211	0,06	5,1313		
PdIC	0,2111	0,3052	2,6333	1	2,5352	0,8447	0,13	5,0046		
NPDC	0,1603	0,266667	1,2833	0,3944	1	0,4646	0,07	5,1031		
Total	2,1049	3,6184	14,5388	9,7880	14,3036	6,7951	1	5,1062		

Untuk mengukur seberapa konsisten *pairwise comparison* dalam penelitian ini, dipakailah ukuran *inconsistency ratio*. Apabila hasil perhitungan rasio ini diatas 10% maka kemungkinan besar terjadi inconsistensi didalam pemberian angka tingkat kepentingan. Untuk mengatasi problem ini, sebaiknya alokasi angka tingkat kepentingan perlu dilakukan ulang. Berdasarkan data yang ada serta perhitungan yang telah dilakukan, didapat nilai seluruh *inconsistency ratio* sebesar kurang dari 10 %. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terdapat konsistensi yang cukup didalam pemberian tingkat kepentingan antar kriteria. Dengan memperhatikan total tiap kriteria, didapat Tabel 7 yang berisi bobot seluruh criteria dan data uji konsistensi rasio sebagaimana yang dipersyaratkan dalam teori AHP. Gambar 3 menunjukkan bobot kriteria hasil perhitungan dalam kerangka struktur AHP.

Tabel 7. Bobot Seluruh Kriteria dan Uji Konsistensi Indeks

Level 1	Bobot Rata"	Level 2-1	Bobot Rata"	Level 2-2	Bobot Rata"	Level 2-3	Bobot Rata"	Level 2-4	Bobot Rata"
MS	0,46	**C**	0,42	**CL**	0,21	**KI**	0,49	**EPC**	0,46
CS	0,22	**Q**	0,27	**D**	0,13	**KPS**	0,18	**ANT**	0,28
K	0,15	**D**	0,17	**CL & D**	0,66	**KPL**	0,09	**PcIC**	0,06
T	0,17	**F**	0,14			**KPP**	0,24	**PdIC**	0,13
								NPDC	0,07
	1		1		1		1		1
CI	0,13		0,06		0,00		0,02		0,03
RI	0,90		0,90		0,58		0,90		1,12
CR	0,14		0,06		0,01		0,02		0,02



Gambar 3. Bobot Kriteria Hasil Perhitungan Dalam Kerangka AHP

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bobot level kriteria daya saing industri tekstil, pakaian jadi dan kulit untuk *manufacturing strategy* adalah 0,46 untuk *competitive strategy* adalah 0,22 untuk kemitraan adalah 0,15 dan untuk teknologi adalah 0,17.
2. Bobot level sub kriteria *manufacturing strategy* untuk cost 0,42, untuk quality 0,27, untuk delivery 0,17 dan 0,14 untuk flexibility. Sub kriteria *competitive strategy* bobotnya adalah 0,21 untuk *cost leadership*, 0,13 untuk *differentiation* dan 0,66 untuk gabungan antara *cost leadership*&*differentiation*. Sub kriteria kemitraan/kolaborasi bobotnya adalah 0,49 untuk kemitraan internal, 0,18 untuk kemitraan dengan pemasok, 0,09 untuk kemitraan dengan pelanggan dan 0,24 untuk kemitraan dengan pesaing potensial. Sub kriteria penggunaan teknologi bobotnya adalah 0,46 untuk *existing production capability*, 0,28 untuk *access to new technology*, 0,06 untuk *process improvement capability*, 0,13 untuk *product improvement capability* dan 0,07 untuk *new product development capability*.

DAFTAR PUSTAKA

Amoako-Gyampah, K., and Acquaah, M., (2008), "Manufacturing Strategy, Competitive Strategy and Firm Performance: An Empirical Study in a Developing Economy Environment", *Int. J. Production Economics* 111, pp 575-592.

Avella, L., Fernandez, E., and Vazquez, C.J., (2001), "Analysis of Manufacturing Strategy as an Explanatory Factor of Competitiveness in the Large Spanish Industrial Firm", *Int. J. Production Economics*, Volume 72, pages 139-157.

Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, (2010), *Direktori Perusahaan Industri Besar dan Sedang di Jawa Timur 2010*.

Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, (2011), "*Pertumbuhan Produksi Industri Manufaktur Besar dan Sedang Jawa Timur Triwulan I tahun 2011*," Berita Resmi Statistik No. 29/05/35/Th. IX, 2 Mei 2011.

Demeter, K., (2003), "Manufacturing Strategy and Compepetitiveness", *International Journal of Production Economics*", Volumes 81-82, Pages 205-213.

Kim, W.C., and Mauborgne, R., (2009), "Blue Ocean Strategy (Strategi Samudra Biru), Ciptakan Ruang Pasar Tanpa Pesaing dan Biarkan Kompetisi Tak Lagi Relevan", *Harvard Business School Publishing Corporation*.

Kurniati, Y., (2010), "Dinamika Industri Manufaktur dan Respon terhadap Siklus Bisnis", Buletin Ekonomi Moneter dan Perbankan 2010.

Maisaroh, S., (2007), Peningkatan Daya Saing melalui Konsep Value Chain dan Kemitraan, AKMENIKA UPY, Volume 1, 2007.

Miltenburg, J., (2008), "Setting Manufacturing Strategy for a Factory-within-a-factory", . *J. Production Economics* 113, pp 307-3223.

Saaty, Thomas L., (1993). "*Pengambilan Keputuan Bagi Para Pemimpin, Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi Kompleks*". Seri Manajemen No. 134. Jakarta : PT. Pustaka Binaman Pressindo.

Sirikrai, S.B., Tang, J.C.S., (2006), "Industrial Competitiveness Analysis : Using the Analytic Hierarchy Process", *The Journal of High Technology Management Research*, Volume 17, Issue 1, Pages 71-83.

ANALISA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUKSI DALAM USAHA MENGURANGI PRODUK CACAT.

[1]Ni luh Putu Hariastuti
[1]Jurusan Teknik Industri,Fakultas Teknologi Industri, ITATS Surabaya
Jl.Arif Rahman Hakim 100 Surabaya, 600117, Indonesia
Email : putu_hrs@yahoo.com

ABSTRAKS
Dalam usaha mencapai harapan dan keinginan konsumen, produsen diharapkan mampu menciptakan produk yang berkualitas sebagai usaha memenangkan persaingan industri yang semakin kompetitif. Demikian pula dengan perusahaan manufaktur yang menghasilkan produk sepatu dengan kualitas eksport, dimana padaproses produksi khususnya bagian perakitan sepatu, sering menimbulkan kecacatan di bagian stitching, cutting bottom dan assemblingakibat ketidaksuaian atas kualitas dari standart produk yang telah ditetapkan. Melalui metode seven tools,dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), diharapkan faktor – faktor penyebab cacat serta perbaikan yang perlu dilakukan perusahaan dapat ditetapkan secara sistematis. Dari penelitian, diperoleh bahwa jenis cacat yang paling dominan terjadi adalah jenis cacat Upper dan Sol kurang merekat dengan prosentase kecacatan sebesar 34,91%. Adapun penyebab kecacatan terbesar berada di operator yaitu pada tingkat ketelitian saat pengamplasan, dengan nilai RPN sebesar 120 dan prosentase sebesar 17,17 %.

***Kata kunci** : FMEA, konsumen, kompetitif, kualitas, seventools.*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang semakin pesat, menjadikan kalangan industri baik yang bergerak dalam bidang manufaktur ataupun penyedia jasa harus dapat bersaing secara kompetitif. Dengan mengedepankan keinginan dan harapan konsumen kemudian berusaha untuk memwujudkannya, menjadi salah satu cara kalangan industri untuk bersaing. Kualitas produk merupakan salah satu dari banyaknya harapan atau keinginan konsumen pada dewasa ini, sehingga industri harus mampu menyediakan atau menghasilkan produk sesuai dengan keinginan konsumen.

PT. X, merupakan industri yang bergerak dalam bidang manufaktur yang menghasilkan berbagai macam produk sepatu. Padaproses produksi khususnya pada bagaian perakitan sepatu, sering kali timbul kecacatan di bagian *stitching, cutting bottom* dan *assembling*akibat ketidaksuaian atas kualitas dari standart produk yang telah ditetapkan. Hal inilah yang menyebabkan perlunya proses identifikasi atas faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan atau ketidaksuaian atas produk yang diproduksi. Dalam penelitian yang dilakukan, metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yaitu mengidentifikasi penyebab cacat yaitu dengan metode *seven tools*,dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)karena dengan metode ini akan dapat diketahui jenis cacat dan penyebab cacat paling dominan dari kriteria keparahan *(severity)*, kategori kemungkinan terjadi kecacatan *(occurance)*, dan kemampuan proses control menghadapi bahaya *(detectability)*, (hendra, 2013*)*

Dari latar belakang yang ada, maka dapat diangkat beberapa tujuan yang ingin dicapai yaitu (1). Menganalisis jenis-jenis cacat yang terdapat pada produk sepatu yang diproduksi oleh perusahaan. (2). Mengidentifikasi factor-faktor yangmenyebabkan kecacatan paling dominan dan (3). Memberikan rekomendasi dalam usaha mengurangi jumlah kecacatan pada produk sepatu yang diproduksi.
Beberapa batasan dan asumsi yang digunakan adalah pengamatan hanya dilakukan pada salah satu produk sepatu jenis boot yang diproduksi dan diasumsikan selama penelitian berlangsung tidak terjadi perubahan kebijakan yang akan berpengaruh terhadap proses penelitian.

KAJIAN PUSTAKA

Pengertian Kualitas

Pengertian kualitas yang dipaparkan oleh ISO yakni organisasi internasional untuk standarisasi, menurut ISO (Suardi, 2003): ”Kualitas merupakan derajat atau tingkat karakteristik yang melekat pada produk yang mencukupi persyaratan atau keinginan”. Arti derajat atau tingkat menandakan bahwa selalu terdapat peningkatan setiap saat.Sedangkan menurut Philip B. Crosby (Suardi, 2003) mengemukakan : “Kualitas merupakan kesesuaian terhadap persyaratan”. Dengan artian bahwa kesesuaian yang diharapkan atas setiap produk adalah kesesuaian terhadap persyaratan atau standart yang telah ditetapkan.Menurut Mitra dalam bukunya *Introduction to Quality Control dan the Total Quality System*, Kualitas

didefinisikan sebagai kesesuaian dengan spesifikasi dan cocok digunakan dilihat dari sudut pandang dimensi kualitas. Adapun dimensi kualitas itu meliputi performansi (*performance*), keistimewaan produk (*features*), kehandalan (*reliability*), kesesuaian (*conformance*), keawetan (*durability*), kegunaan (*serviceability*), estetika (*aesthetics*), dan kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*). Dalam melaksanakan pengendalian kualitas, maka perlu dipahami beberapa langkah kegiatan pengendalian kualitas yang pada dasarnya terdiri dari 4 langkah yaitu :

1. Menetapkan standar, yaitu standar kualitas-biaya, standar kualitas-prestasi kerja, standar kualitas-keamanan dan standar kualitas-keandalan yang diperlukan untuk suatu produk.
2. Menilai kesesuaian, antara produk yang dibuat dengan standar.
3. Mengambil tindakan yang diperlukan, yaitu mencari penyebab timbulnya masalah dan mencari pemecahan masalah.
4. Perencanaan peningkatan, berupa pengembangan usaha-usaha yang kontinyu untuk memperbaiki standar-standar biaya, prestasi, keamanan dan keandalan.

Metode Perbaikan Masalah

Pada pengendalian kualitas, banyak metode yang dapat digunakan untuk memetakan lingkup persoalan, menyusun data dalam diagram-diagram agar lebih mudah untuk dipahami,. Metode pengendalian kualitas yang disebut juga metode *Sevent Tools*, adalah :

1. Check Sheet (Lembar Pengecekan)

Merupakan lembar pengecekan yang digunakan untuk mengumpulkan data yang akan digunakan, terjabarkan dalam bentuk tabel dengan beberapa informasi yang terdapat didalamnya.

2. Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk menganalisa suatu fenomena, agar dapat diketahui hal-hal yang menjadi prioritas dari fenomena tersebut. Hasil analisa dengan menggunakan diagram pareto adalah berupa urutan faktor – faktor penyebab masalah yang terbentuk dengan dua diagram. Dengan memperhatikan urutan – urutan faktor pada diagram pareto, maka dapat diketahui faktor mana yang menjadi prioritas atau yang paling penting untuk segera di atasi.

3. Histogram

Merupakan diagram batang yang digunakan untuk memberikan gambaran atau menampilkan secara visual terhadap data yang ada secara 2 dimensi. Berbentuk diagram batang yang secara tidak langsung dapat menggambarkan keadaan cacat yang ada atau yang sedang dianalisis.

4. *Control Chart* (Peta Kontrol)

Merupakan alat bantu berupa grafik yang akan menggambarkan stabilitas suatu proses kerja. Melalui Peta Kontrol akan dapat dideteksi apakah proses tersebut berjalan baik atau tidak. Karakteristik pokok pada alat bantu ini adalah adanya sepasang batas kendali atas dan bawah (*Upper* dan *Lower Limit*), sehingga dari data yang dikumpulkan akan dapat terdeteksi kecenderungan kondisi proses yang sesungguhnya.

Rata – rata prosentase cacat produk

$$\mathrm{P} = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (1)$$

Titik tengah (np)

$$np = n \times p \quad (2)$$

Batas kontrol atas

$$BKA = np + k\sqrt{np\,(1-p)} \quad (3)$$

Batas kontrol bawah

$$BKB = np - k\sqrt{np\,(1-p)} \quad (4)$$

5. Stratifikasi

Suatu tabel yang digunakan untuk memilah dan membagi atau mengelompokkan data kedalam kelompok-kelompok atau kategori tertentu untuk menunjukkan sumber masalahnya dan dapat membantu mempersempit kemungkinannya untuk dapat dicari penyebabnya pada setiap penyimpangan yang ada.

6. Diagram Sebab Akibat

Merupakan alat bantu yang menggunakan data verbal *(non numerical)* atau data kualitatif dalam penyajiannya, menggambarkan tentang suatu kondisi penyimpangan mutu yang dipengaruhi oleh

bermacam-macam penyebab yang saling berhubungan. Dalam alat ini menggunakan beberapa aspek penyebab seperti ; manusia, mesin, metode, material dan lingkungan.

7. Five Why's Analiysis

Five why's analysis juga dikenal dengan root cause analisis. Tujuan dari *five why's* adalah untuk mencari akar penyebab dari suatu permasalahan. Beberapa prosedure untuk melakukan *five why's analysis* , antara lain (Andersen & Fagerhaug, 2006) :

a. Menentukan starting point berupa permasalahan atau penyebab pertama permasalahan yang perlu dianalisis lebih lanjut.
b. Melakukan *brainstorming* untuk menemukan penyebab berikutnya.
c. Ajukan pertanyaan untuk setiap penyebab yang teridentifikasi , mengapa hal ini menjadi penyebab permasalahan.
d. Tanyakan hal tersebut berulang kali setiap jawaban sampai tidak ditemukan jawaban baru. Hal tersebut mungkin merupakan satu penyebab dari permasalahan yang terjadi.

***Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)**

FMEA adalah prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*).Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan atau kegagalan dalam desain kondisi di luar spesifikasiyang telah ditetapkan atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu sendiri. Menurut Peter S. Pande , langkah-langkah dalampembuatan FMEA adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi proses atau produk.
2. Membuat daftar masalah-masalah potensial yang akan muncul.
3.Memberikan tingkatan pada masalah untuk *severity, occurrence,*dan *detectability.*
*4.*Menghitung*risk priority number* (RPN) dan menentukanprioritas tindakan perbaikan.
5.Mengembangkan tindakan untuk mengurangi resiko.

DISKUSI

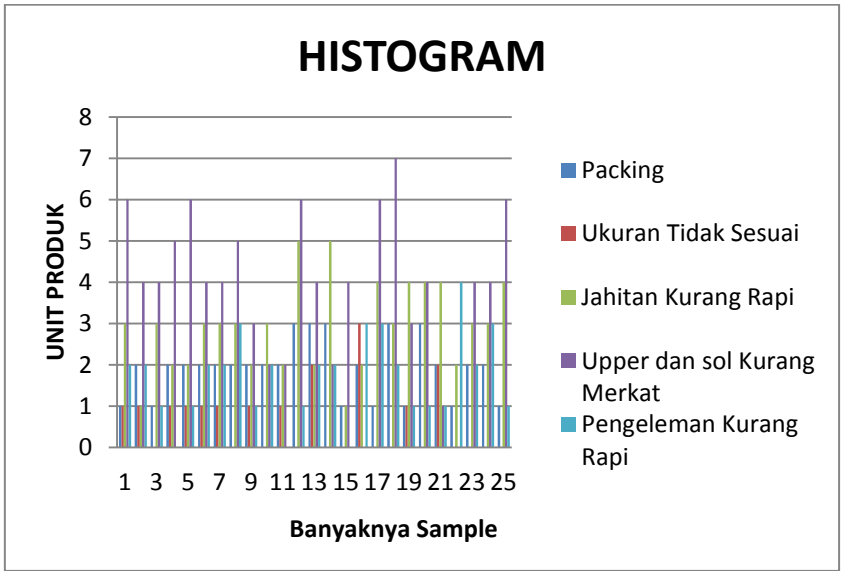
Proses pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan sampel pada produk sepatu boot, sebanyak 800 pasang sepatu di setiap lotnya dan jumlah pengambilan sampeldilakukan sebanyak 25kali. Dari hasil pengamatan dan data masa lalu, diketahui beberapa jenis cacat yang teridentifikasi pada produk yaitucacat Packing, Upper dan Sol Kurang Merekat, Pengeleman Kurang Rapi, Ukuran Tidak Sesuai dan Jahitan Kurang Rapi. Berdasarkan atas langkah- langkah pengolahan dan analisa data dengan metode *Seven Tools*,. berikut dijabarkan masing—masing metode *Seven Tools* yang digunakan dalam proses analisis. Adapun proses perekaman data dengan menggunakan tabel check sheet dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. ***Check Sheet Produk Sepatu Boot***

Sample (n=800)	Jumlah Produk Cacat (pasang)	Prosentase Cacat	Jenis Cacat				
			Packing	Ukuran Tidak Sesuai	Jahitan Kurang Rapi	Upper dan sol Kurang Merkat	Pengeleman Kurang Rapi
1	13	1.63%	1	1	3	6	2
2	10	1.25%	2	1	1	4	2
3	9	1.13%	1	0	3	4	1
4	10	1.25%	2	1	2	5	0
5	12	1.50%	2	1	2	6	1
6	12	1.50%	2	1	3	4	2
7	12	1.50%	2	1	3	4	2
8	13	1.63%	2	0	3	5	3
9	9	1.13%	2	1	2	3	1
10	9	1.13%	2	0	3	2	2
11	7	0.88%	2	1	2	2	0
12	15	1.88%	3	0	5	6	1
13	13	1.63%	3	2	2	4	2
14	12	1.50%	3	0	5	2	2

15	6	0.75%	1	0	1	4	0
16	10	1.25%	2	3	2	0	3
17	14	1.75%	1	0	4	6	3
18	15	1.88%	3	0	3	7	2
19	10	1.25%	1	1	4	3	1
20	12	1.50%	3	0	4	4	1
21	10	1.25%	2	2	4	1	1
22	7	0.88%	1	0	2	0	4
23	11	1.38%	2	0	3	4	2
24	12	1.50%	2	0	3	4	3
25	12	1.50%	1	0	4	6	1
20000	275	1.38%	48	16	73	96	42

Berdasarkan data check sheet yang diperoleh, selanjutnya data diolah kedalam bentuk histogram untuk menampilkan data secara visual dalam bentuk diagram batang. Dari histogram dapat diketahui karakteristik dari jenis – jenis cacat yang terdapat pada produk yang diamati.



Gambar 1. Histogram produk cacat pada proses produksi

Dari Histogram, terlihat bahwa garis berwarna ungu, yaitu jenis cacat Upper dan Sol kurang melekat memiliki jumlah cacat produk yang cukup tinggi, yang berarti jenis cacat ini merupakan jenis cacat dominan yang terjadi dalam proses produksi..

Dalam usaha mengetahui stabilitas suatu proses kerja, maka data – data yang telah didapatkan melalui lembar pengecekan selanjutnya di analisis dengan menggunakan peta kontrol. Berdasarkan peta kontrol akan terdeteksi apakah proses telah berjalan dengan baik atau tidak. Berikut adalah perhitungan peta kontrol dengan tingkat kepercayaan (k) = 95%, maka rata – rata prosentase cacat produk dapat diketahui sebagai berikut P = $\frac{\sum np}{\sum n} = \frac{275}{20000} = 0{,}01375 = 1.375\%$, perhitungan titik tengah, dengan rumus np = n x p = 800 x 0,01375 = 11, dari hasil perhitungan yang diperoleh. maka besarnya batas kontrol atas dan bawah dapat dihitung sebagai berikut :

Batas Kontrol Atas

$$BKA = np + k\sqrt{np(1-p)}$$

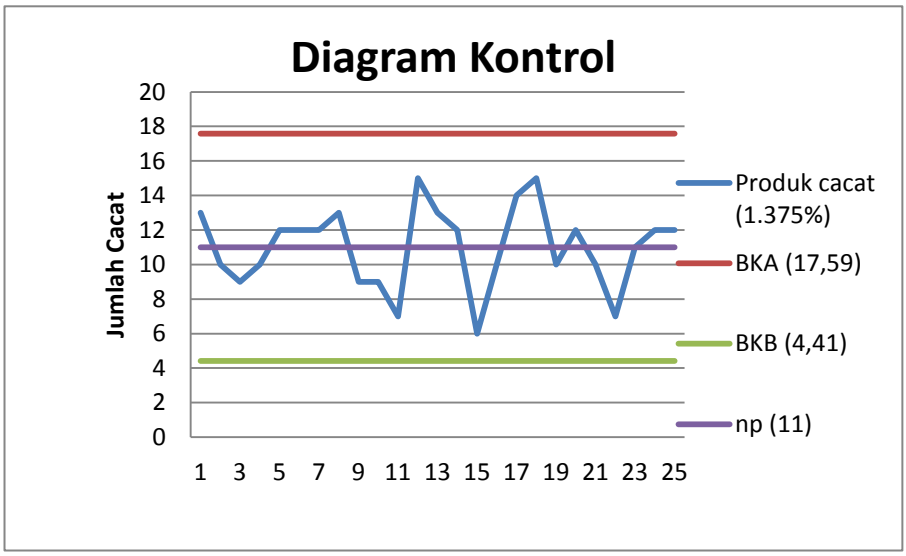
$$= 11 + 2\sqrt{11\,(1-0{,}01375)}$$

= 17,59

Batas Kontrol Bawah

$$BKB = np - k\sqrt{np(1-p)}$$
$$= 11 - 2\sqrt{11\,(1-0{,}01375)}$$
$$= 4{,}41$$

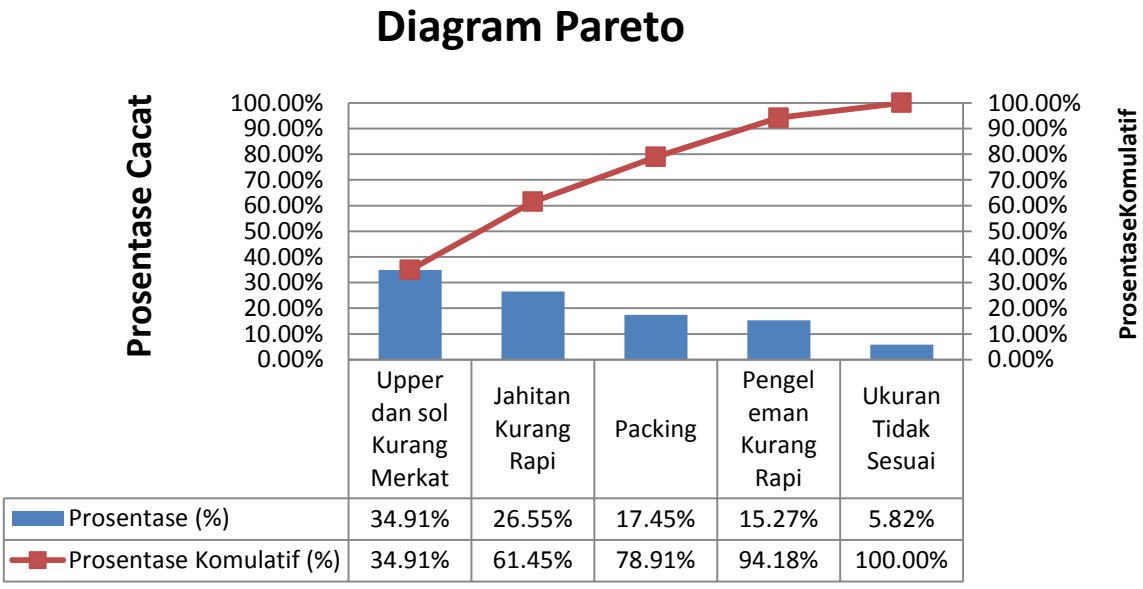
Berikut adalah diagram kontrol berdasarkan atas perhitungan yang dihasilkan.



Gambar 2. Diagram Kontrol Produk cacat Pada Proses Assembling

Dari diagram kontrol diatas, nampak bahwa semua data masuk dalam batas kontrol yang berarti bahwa proses produksi dapat dikatakan terkendali dengan baik.

Dalam usaha mengidentifikasi jenis cacat dominan, maka dilakukan analisa diagram pareto, dimana akan dapat diketahui secara pasti jenis cacat dominan yang nantinya akan mendapatkan prioritas proses perbaikan. Berikut adalah diagram pareto dari produk sepatu yang diamati.



Gambar 3. Diagram pareto produk cacat pada proses produksi

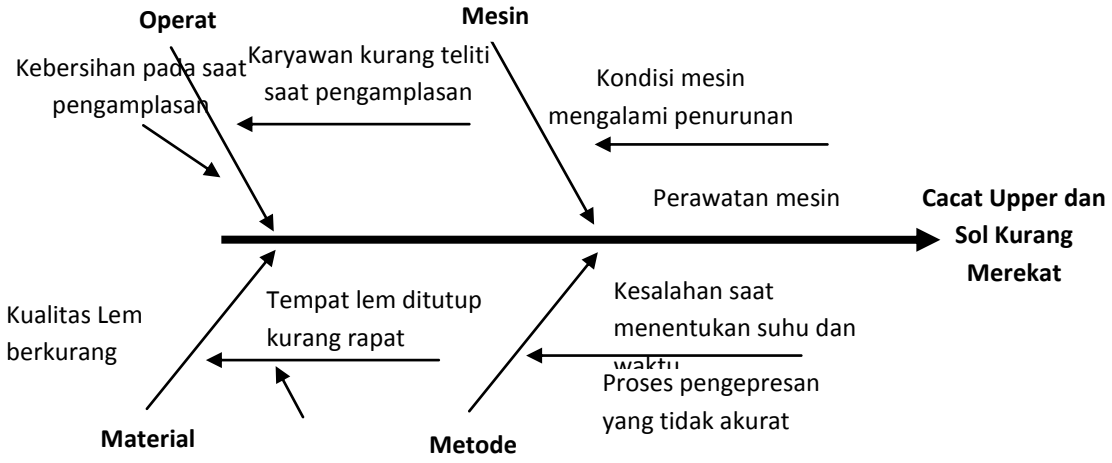
Dari diagram pareto, terlihat bahwa cacat yang harus diperbaiki terlebih dahulu adalah jenis cacat no. 1 yaitu cacat Upper dan sol kurang merekat dengan prosentase kecacatan sebesar 34,9% dan jumlah cacat produk sebesar 96 unit, jenis cacat no. 2 yaitu jenis cacat jahitan kurang rapi dengan prosentase

cacat sebesar 26,51% dan jumlah cacat produk sebesar 73 unit, no. 3 adalah jenis cacat packing dengan prosentase cacat 17,45% dan jumlah cacat sebanyak 48 unit , no. 4 adalah jenis cacat pengeleman kurang rapi dengan prosentase cacat sebesar 15,27% dan jumlah cacat 42 unit dan yang terakhir adalah no. 5 jenis cacat ukuran tidak sesuai dengan prosentase cacat sebesar 5,82% dengan jumlah 16 unit produk cacat. Berikut diberikan tabel data stratifikasi untuk membantu menunjukkan sumber masalah dan membantu mempersempit kemungkinannya untuk dapat dicari penyebabnya pada setiap penyimpangan yang ada

Tabel 2. Tabel Stratifikasi Jenis Cacat Produk

No	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Prosentase (%)	Prosentase Kumulatif (%)
1	Upper dan sol Kurang Merekat	96	34,91	34,91
2	Jahitan Kurang Rapi	73	26,55	61,45
3	Packing	48	17,45	78,91
4	Pengeleman Kurang Rapi	42	15,27	94,18
5	Ukuran Tidak Sesuai	16	5,82	100,00

Terlihat dari tabel, bahwa cacat dominan adalah terdapat pada cacatUpper dan sol Kurang Merekat dengan prosentase cukup tinggi yaitu 34,91%,. Cacat dominan ini yang akan menjadi proiritas perbaikan sebagai upaya menurunkan produk cacat yang terjadi. Adapun untuk melihat faktor penyebab cacat tersebut dapat dianalisis dengan menggunakan diagram sebab akibat *(Fishbone Diagram).* Diagram ini akan meganalisis beberapa faktor penyebab yang berpengaruh secara signifikan seperti ; manusia, metode, mesin, material dan lingkungan. Berikut akan diberikan diagram sebab akibat untuk faktor cacat dominan yang ingin diketahui penyebabnya



Gambar 4. Fishbone diagram cacat upper dan sol kurang merekat

Keterangan :

a) Operator : Operator kurang memperhatikan pada proses pengamplasan
b) Material : Kualitas lem berkurang karena tempat lem ditutup kurang rapat
c) Metode : Proses pengepresan yang tidak akurat karena suhu belum optimal
d) Mesin : Perawatan mesin kurang teratur sehingga mesin mengalami penurunan kualitas kinerja.

Tabel 3.*Five Why's Analysis* cacat *Upper* dan *Sol* kurang merekat

Kenapa terjadi cacat *Upper* dan *Sol* kurang merekat ?	Karena proses pengepresan yang tidak akurat.
Kenapa proses pengepresan yang tidak akurat ?	Karena kurangnya kebersihan pada saat pengamplasan dan kesalahan saat menentukan suhu dan waktu.
Kenapa kurangnya kebersihan pada saat pengamplasan dan kesalahan saat menentukan suhu dan waktu ?	Karena tidak ada prosedur kerja atau SOP yang baku.
Kenapa tidak ada prosedur kerja atau SOP yang baku ?	Karena tidak ada sosialisasi tentang prosedur kerja atau SOP yang baku yang dibuat oleh perusahaan.
Kenapa tidak ada sosialisasi tentang prosedur kerja atau SOP yang baku yang dibuat oleh perusahaan ?	Karena perusahaan tidak menegakkan dan memberlakukan prosedur kerja atau SOP yang baku.

Jenis cacat *Upper* dan *Sol* kurang merekat berdasarkan*Five Why's Analysis***,** terjadi karena kurangnya pengetahuan operator atas prosedur kerja yang ada dan perusahaan tidak menegakkan serta memberlakukan prosedur kerja atau SOP *(Standart Operation Procedure)* yang baku, sehingga bentuk solusi yang direkomendasikan adalah membuat suatu prosedur kerja atau SOP yang baku kemudian melakukan pengarahan lebih lanjut atas prosedur kerja atau SOP *(Standart Operation Procedure)* yang baku pada operator sehingga diharapkan operator dapat berhati-hati dan lebih teliti dalam proses pengamplasan dan pengepresan sehingga proses penyatuan *upper* dan *sol* lebih baik (kerekatan lebih akurat).

Berdasarkan atas diagram sebab akibat maka selanjutnya dilakukan proses analisis kuantitatif dalam usaha mengetahui faktor cacat yang menjadi faktor penyebab cacat dominan Tahap analisis kuantitatif ini dilakukan dengan menggunakan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dengan melibatkan supervisor produksi sebagai pihak penilai, maka dapat dijabarkan tabel penilaian FMEA sebagai berikut:

Tabel 4.Penilaian cacat *Upper* dan *Sol* kurang merekat

Faktor Cacat	No	Penyebab Cacat	S	O	D	RPN
Operator	1	Karyawan kurang teliti saat pengamplasan	5	6	4	120
	2	Kebersihan pada saat pengamplasan	5	4	5	100
	3	Karyawan yang terlalu terburu – buru	7	4	3	84
	4	Karyawan kurang teliti saat pengaturan suhu dan waktu	5	4	4	80
Mesin	5	Kondisi mesin mengalami penurunan kinerja	4	5	1	20
	6	Perawatan mesin	4	1	4	16
Metode	7	Kesalahan saat menentukan suhu dan waktu	6	5	3	90
	8	Proses pengepresan yang tidak akurat	4	3	2	24
	9	Kelalaian manusia	3	7	4	84
Material	10	Tempat lem ditutup kurang rapat	3	5	4	60
	11	Kualitas Lem berkurang	3	7	5	105

Tabel 5. Ranking nilai RPN cacat *Upper* dan *Sol* kurang merekat

Faktor Cacat	No	Penyebab Cacat	S	O	D	RPN	%
Operator	1	Karyawan kurang teliti saat pengamplasan	5	6	4	120	17.17
Material	2	Kualitas Lem berkurang	3	7	5	105	15.02
Operator	3	Kebersihan pada saat pengamplasan	5	4	5	100	14.31
Metode	4	Kesalahan saat menentukan suhu dan waktu	6	5	3	90	12.88

Operator	5	Karyawan yang terlalu terburu – buru	7	4	3	84	12.02
Metode	6	Kelalaian manusia	3	7	4	84	12.02
Operator	7	Karyawan kurang teliti saat pengaturan suhu dan waktu	5	4	4	80	11.44
Material	8	Tempat lem ditutup kurang rapat	3	5	4	60	8.58
Metode	9	Proses pengepresan yang tidak akurat	4	3	2	24	3.43
Mesin	10	Kondisi mesin mengalamipenurunan kinerja.	4	5	1	20	2.86
	11	Perawatan mesin	4	1	4	16	2,96

Dari metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) didapatkan faktor penyebab kecacatan atau ketidaksuaian atas produk dengan penyebab kecacatan terbesar berada di operator yaitu tingkat ketelitian pada saat pengamplasan, dengan nilai RPN sebesar 120 dan prosentase sebesar 17,17 % dari jumlah cacat keseluruhan pada tingkat cacat *upper* dan *sol* .Bentuk solusi yang direkomendasikan untuk meminimalisasikan cacat dominan berdasarkan atas *Five ways* analisis yang telah dilakukanadalah membuat suatu prosedur kerja atau SOP yang baku kemudian melakukan pengarahan lebih lanjut atas prosedur kerja atau SOP *(Standart Operation Procedure)* yang baku pada operator sehingga diharapkan operator dapat berhati-hati dan lebih teliti lagi dalam proses pengamplasan dan pengepresan sehingga proses penyatuan *upper* dan *sol* lebih baik (kerekatan lebih akurat).

SIMPULAN

1. Dari proses Pengendalian kualitas yang telah dilakukan, diperoleh beberapa jenis cacat yang terjadi dalam setiap pengamatan sampel produk, yaitu antara lain : cacatUpper dan sol Kurang Merekat, cacat Jahitan Kurang Rapi, cacat Packing, cacat Pengeleman Kurang Rapi, dan cacat Ukuran Tidak Sesuai. Dari keseluruhan cacat diperoleh bahwa cacat yang paling dominan adalah jenis cacat Upper dan sol Kurang Merekatdengan jumlah cacat sebesar 96 unit (34,91%)
2. Berdasarkan analisis kualitas dalam upaya menekan tingkat kerusakan produk dengan menggunakan *metode ishikawa, five why's analysis* dan FMEA diperoleh bahwa faktor penyebab cacat yang paling dominan adalah berasal dari operator dengna faktor penyebab karyawan kurang teliti saat pengamplasan dengan total nilai RPN adalah sebesar 120
3. Dari analisis Five ways, maka dapat diperoleh rekomendasi perbaikan dari faktor penyebab cacat dominan, yaitu membuat suatu prosedur kerja atau SOP *(Standart Operation Procedure)* yang baku pada operator sehingga diharapkan operator dapat berhati-hati dan lebih teliti untuk menghindari kerugian baik secara materi maupun non-materi. Selain itu perlunya perbaikan dan perawatan mesin secara berkala sebagai upaya mendukung program SOP yang akan dijalankan.

DAFTAR PUSTAKA

Crosby, Phillip B, 2003, *Quality is Free*, Penerbit Pinguin.
Gasperz, Vincent. 2005. *Total Quality Management.* Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
Hendra Gunawan, 2013, *Implementasi Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistik pada Pabrik Cat CV X Surabaya*, Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Univ. Surabaya, Vol 2, No1.
http://aguswibisono.com/2011/7-tujuh-tools-yang-digunakan-untuk-pengendalian-kualitas-quality-control/
http://mfaroz.blogspot.com/2012/01/pengendalian-kualitas-dengan-metode.html
http://joe-proudly-present.blogspot.com/2011/11/pengendalian-kualitas.html
O. Sugihan, Syahu. 2006. *Kamus Manajemen (Mutu).* Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
Suardi, Hadi, (2013), *Sistem Manajemen Mutu ISO 9000:2000: Penerepannya Untuk Mencapai TQM,* Jakarta: PPM

SIFAT FISIS DAN MEKANIS AKIBAT PERUBAHAN TEMPERATUR KOMPOSIT SERAT BATANG PISANG YANG DI TREATMENT MENGGUNAKAN $KMnO_4$ DENGAN MATRIK POLYESTER

Ngafwan,Rendy Dwi Wibowo
TeknikMesinUniversitasMuhammadiyah Surakarta
Jl. A. YaniTromolPos 1 Pabelan, Surakarta
Email :nga275@ums.ac.id

ABSTRAKS
Dalam aplikasi material komposit di lapangan tidak lepas dari perubahan temperatur dan humudity, maka pada penelitian yang dilakukan inibertujuanuntukmendiskripsikansifat fisis dan mekanis komposit serat batang pisang yang ditreatment dengan $KMnO_4$ dengan matrik polyester akibat perubahan temperatur. Proses awal yang dilakukan adalah pengelupasan dan pemotongan kulit batang pohon pisang kemudian dilakukan perebusanhinggamatang, pengambilan serat dilakukan dengan carapengerokanmenggunakan plat besisampaikeluarseratnya. Tahap selanjutnya dilakukan penjemurandibawahsinarmataharisampaikeringkemudian dilakukan proses pencucian menggunakan larutan kimia 2% Kalium permangant($KMnO_4$) per 1 liter aquades selama 2 jam. Penjemuran dibawah sinar matahari sampai kering dilajutkan proses oven hingga kadar air konstan.Pembuatan komposit dengan metode hand lay-up, perbandingan serat 30 %, dan orientsi serat sejajar 0^0.Pengujiantarikdenganstandart ASTM D 3039 denganvariasi temperaturkamar sebesar 29 ^{0}C dan temperatur ruang uji 35, 45 dan 55^{0}C serta mendiskripsikan kekuatan tarik dan fotomakrokomposit.Hasil pengujian memeperlihatkan terjadinya fenomena penurunan kekuatan tarik akibat kenaikan temperatur kerja yaitu pada hasil uji tarik pada temperatur ruang (29^{0}C) =34,40 N/mm^{2}menuju ke temperatur (35^{0}C) =40,40N/mm^2 kemudian pada temperatur ruang ruang (55^{0}C)=19,75 N/mm^2.Pada hasil foto makro terlihat struktur patahan uji tarik terjadi perubahan pull-out fiber terutama pada temperatur 35^{0}C perubahannya sangat signifikan yaitu patahan serat dengan matrik napak perbedaanya.

***Katakunci**:foto makro, kekuatan tarik, polyester,seratbatangpohonpisang,$KMnO_4$.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman pisang merupakan salah satu budidaya buah pisang yang sangat melimpah di Negara Indonesia . Pohon pisang (musaceae) adalah tanaman buah herba yang berasal dari kawasan Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Produksi pisang Indonesia menduduki tempat kelima setelah India, Ekuador, Brasil, Cina dan Filipina dengan besaran 3,6 juta ton atau 5% dari produksi dunia. Produksi pisang hingga saat ini masih menitikberatkan pada buah sebagai komoditas dalam perdagangan.Secara tradisional batang pohon pisang kebanyakan dipakai petani dalam jumlah yang sedikit terutama sebagai bahan pembungkus tembakau dan bahan tali pada bungkus makanan, untuk pengoptimalan aplikasi batang pisang telah dilakukan berbagai riset penggunaan serat batang pisang untuk membuat bahan engineering yaitu bahan tekstil dan komposit.Pengembangan material komposit saat ini telah banyak dilakukan menggunakan serat alam dan serat batang pisang menduduki paling banyak sebagai inovatif pemakaian serat alam untuk membuat komposit (Natural Fibrous Composite), hal ini dilakukan karena serat alam mempunyai kelebihan yaitu mencarinya mudah dan harganya lebih murah, dibandingkan serat sintetis. mampu meredam suara, ramah lingkungan, dan memiliki kemampuan mekanik tinggi yang dapat memenuhi kebutuhan engineering.Material komposit dapat menggabungkan sifat-sifat unggul dari material penyusunnya untuk menghasilkan suatu material baru dengan sifat yang lebih baik. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data tentang kemampuan mekanis berupa kekuatan tarik serta mengetahui dan membandingkan kualitas uji foto makro hasil perlakuan temperatur pada ruang uji material.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujunan untuk :

1. Mendiskripsikankekuatantarikkomposit*polyester*seratbatangpohonpisangakibatperubahantemperatur ruang uji.

2. Mendiskripsikanpatahan fotomakrosetelahpengujiantarikkomposit*polyester*seratbatangpohonpisang temperature pada temperatur uji.

Tinjauan Pustaka

Dengan berkurangnya hemiselulosa, *lignin* atau pektin, *wetability* serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat. Selain itu, pengurangan hemiselulosa, *lignin* atau pektin, akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik (Kholil), 2004.

Menghadapi bagaimana meningkatkan ikatan (*mechanical bonding*) antara serat dan matrik (perekat). Serat batang pohon pisang yang masih mengandung *lignin* dan kotoran tersebut dibersihkan dengan menggunakan air. Serat yang sudah bersih direndam di dalam larutan alkali (2% $KMnO_4$) dengan variasi waktu perendaman 0, 2, 4, dan 6 jam. Berdasarkan data hasil pengujian pada kekuatan tarik yang paling optimal dimiliki oleh bahan komposit yang diperkuat serat batang pohon pisang dengan perlakuan alkali selama 2 jam (Diharjo. Kuncoro, 2008.

Variasi suhu yang semakin meningkat pada siklus termal dapat menurunkan kekuatan mekanik komposit, hal ini sesuai dengan penelitian yang menunjukan bahwa kekuatan tarik serat karbon berkurang secara signifikan dengan peningkatan suhu dari 16, 30, 55, 80, 120, 160 sampai 200 ^0C, pada suhu tinggi hibridisasi serat mampu mengurangi penurunan kekuatan tarik komposit CFRP(Cao S dkk (2009).

Bahan polimer yang bisa digunakan dalam pembuatan komposit adalah polimer jenis *thermoset.* Pemilihan bahan ini didasarkan bahwa polimer *thermoset* memiliki ketahanan terhadap suhu dan bahan kimia atau pelarut yang disebabkan wujudnya yang cair dan kekentalannya tidak terlalu tinggi sehingga mampu membasahi permukaan serat (Wibowo dkk) 1999.

LANDASAN TEORI

Komposit

Secara sederhana dapat didefinisikan komposit terdiri dari dua material yang berbeda propertisnya dan perbedaannya itu dilihat secara makroskopis. Serat merupakan bahan penguat (*reinforcement*) yang tersebar di dalam matrik dengan orientasi tertentu. Fungsi utama matrik selain sebagai pengikat serat dan mendistribusikan beban kepada serat juga melindungi serat dari pengaruh lingkungan. (Ronal F. Gibson, 1994).

Serat Batang Pohon Pisang

Serat (fiber) merupakan unsur yang terpenting, karena seratlah nantinya yang akan menentukan sifat mekanik komposit tersebut seperti kekakuan, keuletan dan kekuatan.Komposisi kimia serat alam antara lain 60-65%selulosa, 5-10% *lignin*, 6-8% hemiselulosa dan 10-15% kadar air.

Resin Thermoset Jenis Polyester

Bahan pengikat atau penyatu serat dalam material komposit disebut matrik yang berfungsi sebagai pelindung, pendukung, transfer beban, dan perekat serat.Matriks*polyester*paling banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan. Poliester dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79 ^0C atau lebih tinggi tergantung partikel resin dan keperluannya, berat jenis 1.215 kg/cm^3, kekuatan tarik 55 *MPa*, dan elongasi 1,6 %. Keuntungan lain matriks *polyester* adalah mudah dikombinasikan dengan serat dan dapat digunakan untuk semua bentuk penguatan plastik.Bahan tambahan utama adalah katalis (*Hardener*). Jenis katalis untuk resin *polyester* yaitu *Metyl Etyl Keton Peroksida* (*MEKPO*). Katalis berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin (*curing*). Pemberian katalis dibatasi 1% samapi 2% dari berat resin.

Perlakuan $KMnO_4$

Alkalisasiadalah salah satu cara modifikasi seratalam untuk meningkatkan kompatibilitas antaramatriks dengan serat. Dengan berkurangnya hemiselulosa, *lignin* atau *pectin* serat, akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik antara serat dengan matrik, dan juga dengan proses perendaman akan membuat poro-pori disekitar permukaan serat.

Fraksi Volume Komposit

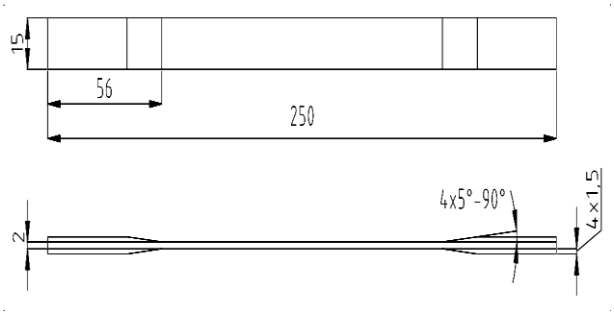
Fraksi volume dapatdihitungmenggunakanpersamaansebagaiberikut : (Gibson, 1994)

$$Vf = \frac{Wf/\rho f}{Wf/\rho f + Wm/\rho m} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:
V_f: fraksi volume (%)
ρ_f: Beratjenis fiber (gram/cm^3)
W_f: fraksiberat fiber (gram)
ρ_m: Beratjenismatrik (gram/cm^3)
W_m :fraksiberatmatrik (gram)

Pengujian Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan maksimum, tegangan luluh, dan regangan (perpanjangan). Dalam pengujian tarik disisni menggunakan standart ASTM D 3039 seperti pada gambar dibawah.



Gambar1.Geometrispesimenujitarik(ASTM D 3039)

Kekuatan tarik komposit dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:Hubungan antara tegangan tarik dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut: (hukum kooke)

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (2)$$

dimana:
σ=Tegangantarik (*N/mm*^{2})
P=Beban (*N*)
A_0=Luaspenampangpatahan (*mm*^{2})

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left(\frac{L - l_0}{l_0}\right) \quad (3)$$

dimana:
ε=Tegangan-regangan (*%*)
ΔL=Deformasi/pemanjangan (*mm*)
L = Panjangdaerahukur (mm)
l_0=Panjangmula-mula (*mm*)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (4)$$

dimana:
E=Modulus elastisitas (*N/mm*^{2})
σ=Tegangantarik (*N/mm*^{2})
ε=Tegangan-regangan (*%*)

METODOLOGI PENELITIAN

Pengambilan serat batang pisang dilakukan dengan proses perebusan sampai lunak, kemudian didinginkan selanjutnya dilakukan pengambilan serat batang pisang, kemudian dilakukan pengeringan sampai kering. Serat batang pisang yang sudah kering dilakukan treatment dengan larutan $KmnO_4$ 5% selama 2 jam, kemidian diambil dan dilakukan pencucian dengan air, selanjutnya dikeringkan. Untuk

persiapan pembuatan komposit maka serat dipotong sepanjang 250 mm kemudian dioven selama 60 menit pada temperatur 30^{o}C. Untuk pembuatan komposit maka serat batang pisang diambil dalam open, ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam cetakan dengan susunan serat sejajar dengan standart ukuran sesuai dengan ASTM D 3039 yang telah disiapkan, selanjutnya poliester yang telah diberi bahan pengeras dituangkan kedalam cetakan tanpa penekanan, tahap selanjutnya adalah dilakukan pengujian tarik.

Gambar 1. Pembuatan komposit

Gambar 2. Pengujian tarik pada temperatur ruang 29^{0} C, 35^{0} C, 45^{0} C, dan 55^{0} C, 55^{0}C

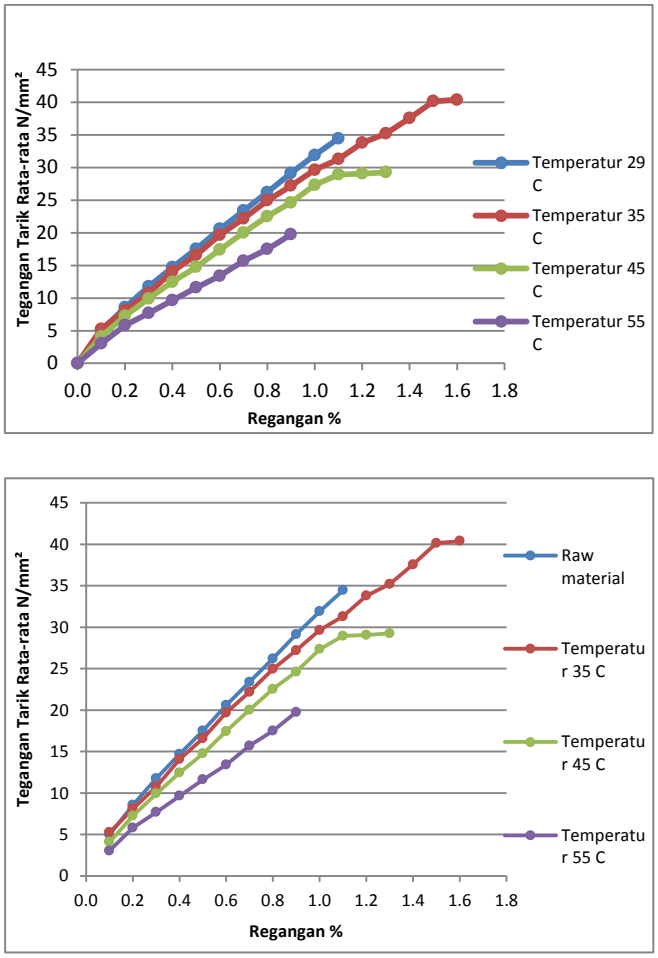
Analisis data yang dilakukan berdasarkan dari hasil pengujian tarik standart ASTM D 3039 variasi perubahan temperatur dengan membandingkan harga kekuatan dari 18 sampel spesimen yang telah diuji. Variasi temperatur Raw material temperatur kamar sebesar 29^{0}C.Temperatur ruang sebesar 35^{0}C, 45 ^{0}C,dan55^{0}Cdilanjutkan dengan foto makro hasil patahan setiap variasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

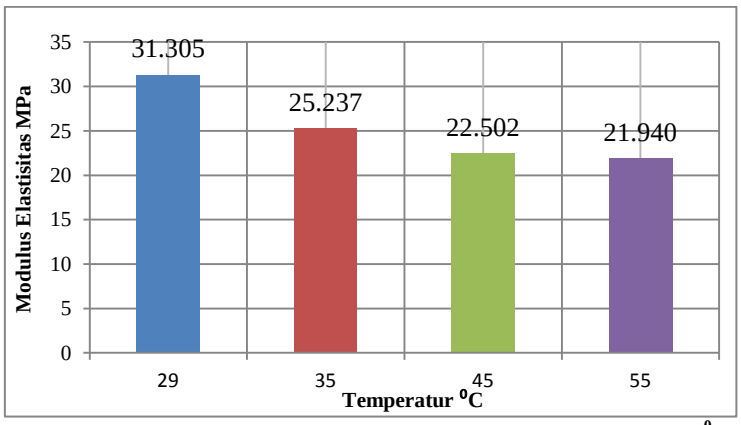
Hasil Pengujian Tarik

a. Grafikhubunganantarategangan tarikrata-rata dengantemperatur

Pada pengujian tarik terjadi perubahan kekuatan tarik akibat kenaikan temperatur ruang yaitu nampak bahwa pada temperatur ruang (29^{0}C) kekuatan tariknya sebesar 34,436 *N/mm^{2}* dan pada temperatur 55^{0}C kekuatan tariknya adalah sebesar 19,746 *N/mm^{2}*. Semakin besar temperatur uji resin *polyester* akan mengembang sehingga ikatan antar muka serat dengan matrik terjadi degradasi. Siklus kerusakan ikatan antar muka terjadi 2 arah gaya (*biaxial stress*) yang saling tegak lurus, yaitu pada arah sumbu 1 dan pada arah sumbu 2 pada matrik dan serat.



Gambar 3.Grafik hubungan antara tegangan denganreganganpada uji temperatur ruang 29^{0}C,35^{0}C,45^{0}C,55^{0}C



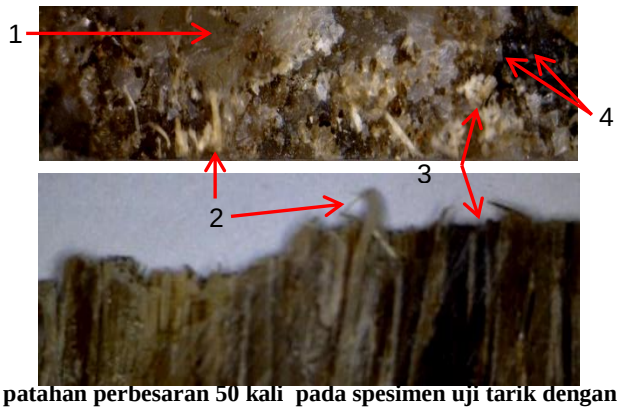
Gambar 4. Grafikhubunganantaramodulus elastisitaspada uji temperatur ruang 29^{0}C,35^{0}C,45^{0}C,55^{0}C

b. Hubungan antara modulus elastisitas dengan temperatur

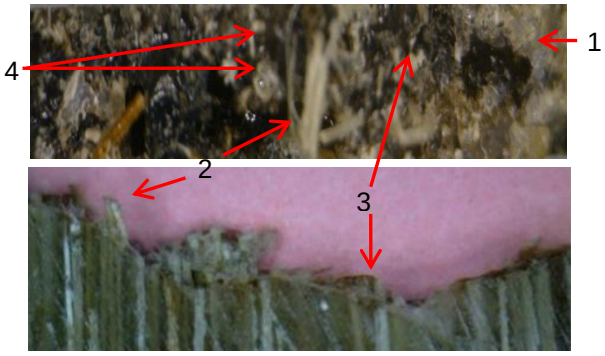
Modulus elastisitas menunjukkan kekakuan (stiffness) atau ketahanan terhadap deformasi elastis. Semakin besar modulus elastisitas maka bahan semakin kaku. Nilai modulus elastisitas spesimen pada temperatur ruang(29^{0}C) dengan perlakuan temperatur ruang terjadi penurunan dari 31,305 menjadi 21,940 *Mpa*pada temperatur ruang(55^{0}C).

Foto Makro Patahan

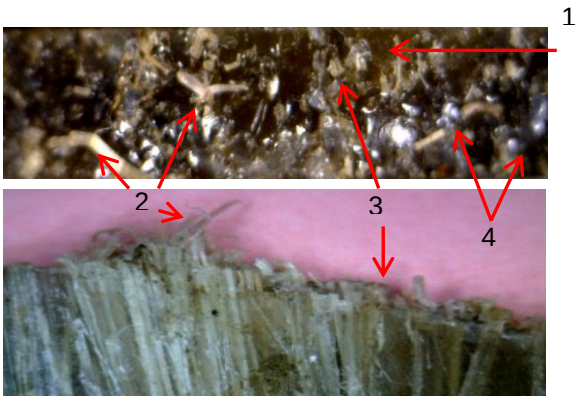
Berikut hasil foto makro dengan patahan komposit:



Gambar 5.Foto makro patahan perbesaran 50 kali pada spesimen uji tarik dengan temperatur 35^{0}c



Gambar 6. Foto makro patahan perbesaran 50 kali pada spesimenuji tarik dengan temperatur 45^{0}c



Gambar 7. Foto makro patahan perbesaran 50 kali pada spesimenuji tarik dengan temperatur 55^{0}C

Keterangan penomeran pada gambar:

1. Resin *polyester.*
2. *Pull-out fiber.*
3. *Broken fiber.*
4. *Void* (lubang udara).

Struktur patahan spesimen yaitu bergelombang tidak beraturanini berarti sesimen komposit mempunyai sifat liat. Patah liat dicirikan dengan deformasi plastik besar disekitar ujung retak. Retak

seperti itu disebut sebagai retak yang stabil yaitu menahan setiap pertambahan panjang kecuali jika ada kenaikan tegangan yang bekerja.

Gambar 5 temperatur uji 35^{0}C terlihat terjadi *broken fiber*.Pada kasus ini proses pengikatan antara serat dengan resin (*bonding*) sangat sempurna, pada kasus *broken fiber* terjadi pada saat pengujian tarik transfer kekuatan antara resin dengan serat terdistribusi merata. Adanya *pull-out fiber* pada patahan sangat sedikit, ini berarti distribusi kekuatan seratmeratadiseluruhpermukaanpatahankomposit. Terlihat adanya *void* tidak terlalu banyak dengan ukuran kecil, yang artinyakekuatantarikpadakompositтersebut akan tinggi.

Gambar 6 temperatur uji 45^{0}C terlihat terjadi *pull-out fiber* dan *broken fiber*. *Pull-out fiber* terjadi karena tidak terikat sempurna antar serat dengan resin (*debonding*).*Pull-out fiber*adalahseratkeluardaripatahankomposit yang disebabkanikatanantaramatrik dengan serattidakberlangsungsecarasempurna. Terlihat adanya *void* tidak terlalu banyak dengan ukuran kecil.

Gambar 7 temperatur uji 55^{0}C terlihat rongga-rongga udara (*void*) didalam spesimen komposit relatif banyak dengan ukuran *void* besar disebabkan temperatur tinggi *void*akan mengembang menjadi ukuran besar. Jika rongga-rongga (*void*) terlalu banyak dengan ukuran besar maka kekuatan tarik spesimen akan turun. Sedangkan *pull-out fiber* sangat mendominasi karena pada temperatur uji 55^{0}C ikatan antara resin dengan serat menurun disebabkan karena spesimen mengalami perubahan fase dari padat menuju fase cair yang mengakibatkan ikatan antar muka antara resin *polyester* dengan serat batang pohon pisang menjadi melemah dan *broken fiber* relatif sedikit. Kekuatan tarik dengan temperatur uji 55 ^{0}Clebih rendah dibandingkan dengan temperatur 35 ^{0}C dan 45 ^{0}C.

KESIMPULAN

1. Temperatur ruang material uji spesimen semakin tinggi kekuatan tarik komposit terjadi penurunan kekuatan tarik, pada pengujian tarik dengan variasi temperatur mengalami penurunan dari 34,346menjadi 19,746 *N/mm*^{2}. Nilai regangan pada spesimen dengan perlakuan temperatur ruang terjadi penurunan dari 1,1 menjadi 0,9 *%*.
2. Pada hasil foto makro terlihat struktur patahan spesimen komposit yaitu bergelombang tidak beraturan ini berarti ikatan serat dengan matrik mengalami penurunan atau melemah akibat terjadi gradasi pada matrik dan serat akibat panas.

SARAN

Dari hasil pengujian yang telah dibahas dengan berbagai kekurangnnya maka diharapkan adanya saran dan kelanjutan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Amstead, B.H., Djaprie, S. (AlihBahasa), 1995, *TeknologiMekanik*, jilid I, PT. Erlangga, Jakarta.

Alexander, O., Davies, J., Heslop, S., Reynold, A., Whittaker, N., 1998, *DasarMetalurgiUntukRekayasawan*, PTGramediaPustakaIlmu, Jakarta.

Avner, H. Sydney, 1987, *Introduction To Physical Metalurgy*, McGraw-Hill international book company, Washington.

Budinski, G. Kenneth, danBudinski, K. Michael, 2010, *Enggineering Materials Properties And Selection*, Pearson Education Inc, New Jersey.

HandoyoDwi. 2011. *StudiPengaruh Parameter PengelasanPada Proses Spot Welding TerhadapKualitasProduk*, TugasAkhir S-1, UniversitasMuhammadiyah Surakarta, Surakarta.

ISF welding and joining institute, 2005, *Resistance spot welding resistance projection welding and resistance seam welding*, ISF aachen welding and joining institute, New Jersey.

Jhon, B., 1983, *Introduction ToEngginering Materials*, Macmilan Publishing Company, New York

Ruukki, 2007, *Resistance Welding manual*, Rautaruukki Corporation, Finlandia.

Sri Widarto, 2007, *MenujuJuru Las Tingkat Dunia*, PradnyaParamita, Jakarta.

Surya Biru, 2013, *Gas Argon*, Diakses 27 April 2013 darihttp://www.suryabiru.co.id/argon.htm.

PENGARUH MOTIVASI, PENGEMBANGAN KARIR, DAN KEPUASAN KERJA TERHADAP KINERJA KARYAWAN

Putiri Bhuana Katili[1],Shanti K. Anggraeni[2],Audra Bianca[3]
[1,2, 3]JurusanTeknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
nori_satrio@yahoo.com [1], s.kirana@yahoo.com [2], audra.bianca@yahoo.com[3]

ABSTRAKS
Globalisasi mengakibatkan perubahan dengan tuntutan tertentu pada tenaga kerja seperti penguasan teknologi baru, waktu yang lebih efisien dan hasil kerja yang lebih baik. Keberhasilan suatu perusahaan sangat bergantung pada performa karyawan yang bekerja didalamnya. Untuk memperoleh karyawan yang loyal terhadap perusahaan perlu usaha dari perusahaan dalam memenuhi kebutuhan karyawannya. Agar perusahaan dapat mengetahui strategi yang tepat untuk mencetak performa karyawan yang baik, perusahaan harus mengetahui kepuasan kerja karyawannya, salah satunya melalui motivasi dan pengembangan karirnya. Maka dari itu dibutuhkan analisa mengenai pengaruh motivasi, pengembangan karir, dan kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan. Structural equation modeling merupakan suatu teknik analisis faktor dan analisis lintasan dari model persamaan struktural. Dalam penelitian ini, SEM digunakan untuk menganalisa pengaruh antara motivasi, pengembangan karir, dan kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan. Secara teoritis terdapat hubungan diantara masing-masing variabel ini. Adapun penelitian ini menggunakan software LISREL versi 8.8 dengan estimasi maximum likelihood dan confirmatory factor analisis. Hasil yang didapat dari nilai t-value semua menunjukkan adanya hubungan yang signifikan dari masing-masing varibel yang diukur. Setelah dilakukan modifikasi syntax, maka disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang positif dan signifikan baik dalam hubungan antara motivasi dan pengembangan karir terhadap kepuasan kerja dengan nilai muatan faktor standar 0.53 dan 0.3,motivasi dan pengembangan karir terhadap kinerja karyawan dengan nilai muatan faktor standar 0.24 dan 0.56, dan kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan dengan nilai muatan faktor standar 0.31.

Kata Kunci : *Structural Equation Modelling, Motivasi, Pengembangan Karir, Kepuasan Kerja, Kinerja Karyawan*

PENDAHULUAN

Globalisasi mengakibatkan perubahan dengan tuntutan tertentu pada tenaga kerja. Seperti dalam hal penguasaan teknologi baru, waktu yang lebih efisien, perubahan tuntutan terhadap hasil kerja serta perubahan dalam peraturan kerja yang dapat menimbulkan suatu situasi yang menekan tenaga kerja yang bersangkutan.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh banyaknya keluhan dari karyawan PT. XYZ mengenai minimnya perhatian perusahaan terhadap perjalanan karir mereka. Hal lain yang dilihat adalah seberapa besar efek motivasi karyawan dalam bekerja untuk mencapai kinerja yang optimal serta kepuasan dalam bekerja merujuk pada kurangnya kesempatan mereka dalam berkarir. Para karyawan menyatakan bahwa tidak ada kesempatan mereka untuk meningkatkan karir dari jalur pendidikan. Lamanya peningkatan jenjang karir untuk karyawan *outsourcing* adalah 4 tahun sekali dengan perpanjangan waktu kerja selama 2 tahun sekali. Hal ini dirasakan oleh sebagian besar karyawan menghambat kesempatan mereka dalam berkarir dengan strata pendidikan mayoritas S1 dan D3.

Menurut Marwansyah (2009) untuk mencapai tujuan perusahaan diperlukan dorongan kepada sumber daya manusia agar dapat termotivasi, misalnya diberikan penghargaan seperti pengembangan karir, promosi, maupun insentif untuk karyawan tersebut. Salah satu strategi yang harus diimplementasikan oleh pihak manajemen adalah membuat perencanaan dan pengembangan karir bagi karyawan selama mereka bekerja di perusahaan. Untuk sebagian karyawan peningkatan dalam berkarir adalah hal yang sangat krusial karena mereka akan tahu dimana posisi tertinggi yang akan mereka raih, sehingga mereka dapat terus termotivasi dan terus berusaha meningkatkan *skill* dan loyalitas terhadap perusahaan

Dalam usaha meningkatkan kinerja organisasi melalui kinerja karyawan maka faktor-faktor yang perlu diperhatikan dengan sungguh-sungguh adalah budaya organisasi, motivasi karyawan, dan komitmen organisasional karyawan. Motivasi yang cukup dapat menwujudkan semangat kerja yang semakin baik pada diri karyawan. Disisi lain pengembangan karir diharapkan dapat meraih kepuasan yang lebih tinggi. Perusahaan berusaha untuk menumbuhkan kepuasan kerja yang sehat dimana perusahaan memberi hak dan kewajiban karyawan yang selaras dengan fungsi, peranan dan tanggung jawab karyawannya sehingga karyawan dapat berpartisipasi dalam perusahaan, seperti pelatihan, *training*, konseling, atau biaya pendidikan.

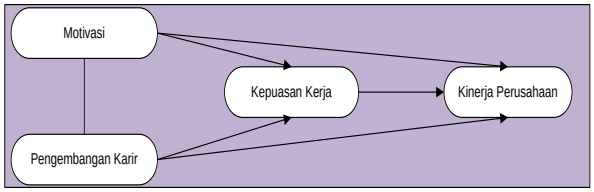
Hubungan antara kepuasan kerja dengan kinerja karyawan masih sering diperdebatkan, ada beberapa penelitian yang menyatakan adanya pengaruh kinerja terhadap kepuasan kerja karyawan, namun ada juga yang mengatakan tidak. Menurut Vroom (1960) dan Strauss (1968) dalam Engko (2008) adanya signifikasi hubungan anatara kepuasan kerja dengan kinerja, menurut mereka produktivitas dapat dtingkatkan melalui peningkatan kepuasan kerja, karena kepuasan kerja memberikan semangat sehingga meningkatkan produktivitas. Lain halnya menurut Iffaldano dan Muchinsky (1986) dalam Engko (2008) yang menemukan korelasi yang tidak signifikan antara kepuasan kerja dan kinerja karyawan.
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh motivasi, pengembangan karir dan kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan serta menemukan komponen mana yang paling mempengaruhi pada tingkat kepuasan kerja sekaligus mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja karyawan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan 150 kuesioner yang menjadi bahan dalam mengolah data. Berikut merupakan langkah-langkah penelitian ini.

1. Spesifikasi model

Penelitian ini menggunakan SEM untuk menganalisis pengaruh motivasi, pengembangan karir, dan kepuasan kerja, terhadap kinerja karyawan di PT. XYZ. Model yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua variabel laten eksogen (bebas) dan dua variabel laten endogen (terikat). Peubah laten dalam model SEM digambarkan dalam bentuk elips sedangkan peubah manifes digambarkan dalam bentuk kotak. Model SEM yang dibentuk adalah model *hybrid* (*full* SEM model) atau model gabungan antara model pengukuran dengan model struktural. Model ini menggambarkan seberapa kuat hubungan antara variabel indikator dalam mengukur variabel latennya. Model *hybrid* yang telah dibuat terbentuk dalam sebuah diagram lintasan model (*diagram path*) sehingga hubungan antar variabel pada model dapat lebih mudah dipahami.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2. Identifikasi model

Untuk mengetahui apakah model sudah *fit* atau belum yaitu dengan mengidentifikasinya. Ada 3 kemungkinan yang dapat terjadi terhadap model SEM yaitu :

a. Model *just identified* df = 0
b. Model *under identified* df < 0
c. Model *over identified* df > 0

Berikut ini adalah cara menghitung derajat kebebasan secara manual:

$df = ½ [p(p+1) - k]$

dimana :
p = jumlah variabel manifest atau indikator
k = jumlah parameter yang akan diestimasi
Bila estimasi yang dilakukan muncul problem identifikasi maka sebaiknya peneliti menambah lebih banyak konstrain (menghapus *path* dari *path diagram*) sampai masalah hilang.

3. Estimasi model

SEM hanya menggunakan data input berupa matriks varian/kovarian atau matriks korelasi untuk keseluruhan estimasi yang dilakukan. Kelebihan dari matriks korelasi adalah memberikan validitas yang

lebih tepat untuk menguji perbandingan antara populasi yang berbeda. Jumlah sampel juga mempengaruhi proses estimasi model, dengan menggunakan *maximum likelihood* minimum sampel yang dipakai adalah 100 sampel/responden. Semakin banyak data maka makin sensitif *maximum likelihood* nya, sehingga ukuran *goodness of fit* nya menjadi jelek. Estimasi model juga dapat melihat apakah data sudah berdistribusi normal dan tidak terdapat data *outlier*. Jika tidak ada, maka model sudah dapat diidentifikasi.

4. Uji kecocokan
   Uji kecocokan pada penelitian ini digunakan untuk memeriksa tingkat kecocokan antara data baik dengan model, validitas dan reliabilitas model pengukuran, dan signifikansi koefisien-koefisien dari model struktural. Menurut Hair et.al. (1998) evaluasi terhadap tingkat kecocokan data dengan model dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:
   a. Kecocokan keseluruhan model (*overall model fit*)
   b. Kecocokan model pengukuran (*measurement model fit*)
   c. Kecocokan model struktural (*structural model fit*)

Hipotesis:
Hipotesis 1
Ho_1= Motivasi (X_1) tidak berpengaruh positif terhadap Kepuasan Kerja (Y_1).
Ha_1 = Motivasi (X_1) berpengaruh positif terhadap Kepuasan Kerja (Y_1).
Hipotesis 2
Ho_2= Pengembangan Karir (X_2) tidak berpengaruh positif terhadap Kepuasan Kerja (Y_1).
Ha_2 = Pengembangan Karir (X_2) berpengaruh positif terhadap Kepuasan Kerja (Y_1).
Hipotesis 3
Ho_3= Motivasi (X_1) tidak berpengaruh positif terhadap Kinerja Karyawan (Y_2).
Ha_3 = Motivasi (X_1) berpengaruh positif terhadap Kinerja Karyawan (Y_2).
Hipotesis 4
Ho_4= Pengembangan Karir (X_2) tidak berpengaruh positif terhadap Kinerja Karyawan (Y_2).
Ha_4 = Pengembangan Karir (X_2) berpengaruh positif terhadap Kinerja Karyawan (Y_2).
Hipotesis 5
Ho_5= Kepuasan Kerja (Y_1) tidak berpengaruh positif terhadap Kinerja Karyawan (Y_2).
Ha_5 = Kepuasan Kerja (Y_1) berpengaruh positif terhadap Kinerja Karyawan (Y_2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Atribut-atribut penelitian ini disusun berdasarkan indikator pada masing-masing variabel. Variabel-variabel tersebut dibagi menjadi dua, yang termasuk dalam variabel independen adalah motivasi dan pengembangan karir, sedangkan yang termasuk variabel dependen adalah kepuasan kerja dan kinerja karyawan. Berikut dibawah ini adalah indikator-indikator yang digunakan sebagai atribut kuesioner penelitian:

Tabel 1. Atribut-atribut Kuesioner Penelitian

No.	Variabel	Indikator
1.	Kinerja Karyawan	• *Quality* • *Quantity* • *Timeliness* • *Need for Supervision* • *Interpersonal Impact*
2.	Kepuasan Kerja	• Gaji dan Upah • Promosi • Pekerjaan Itu Sendiri • Supervisi • Rekan kerja
3.	Motivasi	• Kebutuhan Fisik • Kebutuhan Rasa Aman • Kebutuhan Sosial • Kebutuhan Penghargaan • Aktualisasi Diri

4.	Pengembangan Karir	• Prestasi Kerja • Loyalitas Terhadap Perusahaan • Dukungan Para Bawahan • Peluang Untuk Berkembang • Mentor dan Sponsor

1. Uji Validitas dan Reliabilitas Menggunakan SPSS

Uji validitas dan reliabilitas dilakukan menggunakan bantuan *software* SPSS. Uji validitas menggunakan uji *Pearson* yang membandingkan korelasi masing-masing pertanyaan dengan 0.30. jika nilai korelasi lebih besar dari 0.30 maka pertanyaan dikatakan valid. Uji reliabilitas melihat niali *cronbach's alpha* jika nilai alpha >0.6 maka pertanyaan dikatakan reliabel.

Dari hasil uji validitas pada semua variabel secara keseluruhan dari 77 pertanyaan didapat 29 pertanyaan yang tidak valid sehingga harus dibuang, setelah pertanyaan dibuang baru lah pertanyaan tersebut masuk ke tahap uji reliabilitas.

Berikut ini adalah hasil dari pengujian reliabilitas menggunakan *software* SPSS:

Tabel 2. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Penelitian

Variabel	Nilai *Cronbach's Alpha*
Motivasi	0.921
Pengembangan Karir	0.745
Kepuasan Kerja	0.913
Kinerja	0.872

2. *Structural Equation Modelling (SEM)* Mengggunakan LISREL

1) Uji Kecocokan Model Pengukuran

Model pengukuran memodelkan hubungan antara variabel laten dengan variabel-indikator. Hubungan tersebut bersifat reflektif, dimana variabel-indikator merupakan refleksi dari variabel laten terkait. Penetapan variabel-indikator yang merefleksikan sebuah variabel laten dilakukan berdasarkan teori yang ada, kemudian model pengukuran berusaha mengkonfirmasikan apakah indikator tersebut memang mewakili variabel laten. Oleh karena itu, analisa model pengukuran ini disebut sebagai *Confirmatory Factor Analysis* (CFA).

Nilai *goodness of fit* dan kesalahan pengukuran *(measurement error)* untuk model pengukuran pada masing-masing variabel laten menggunakan CFA dapat dilihat pada Tabel 3.

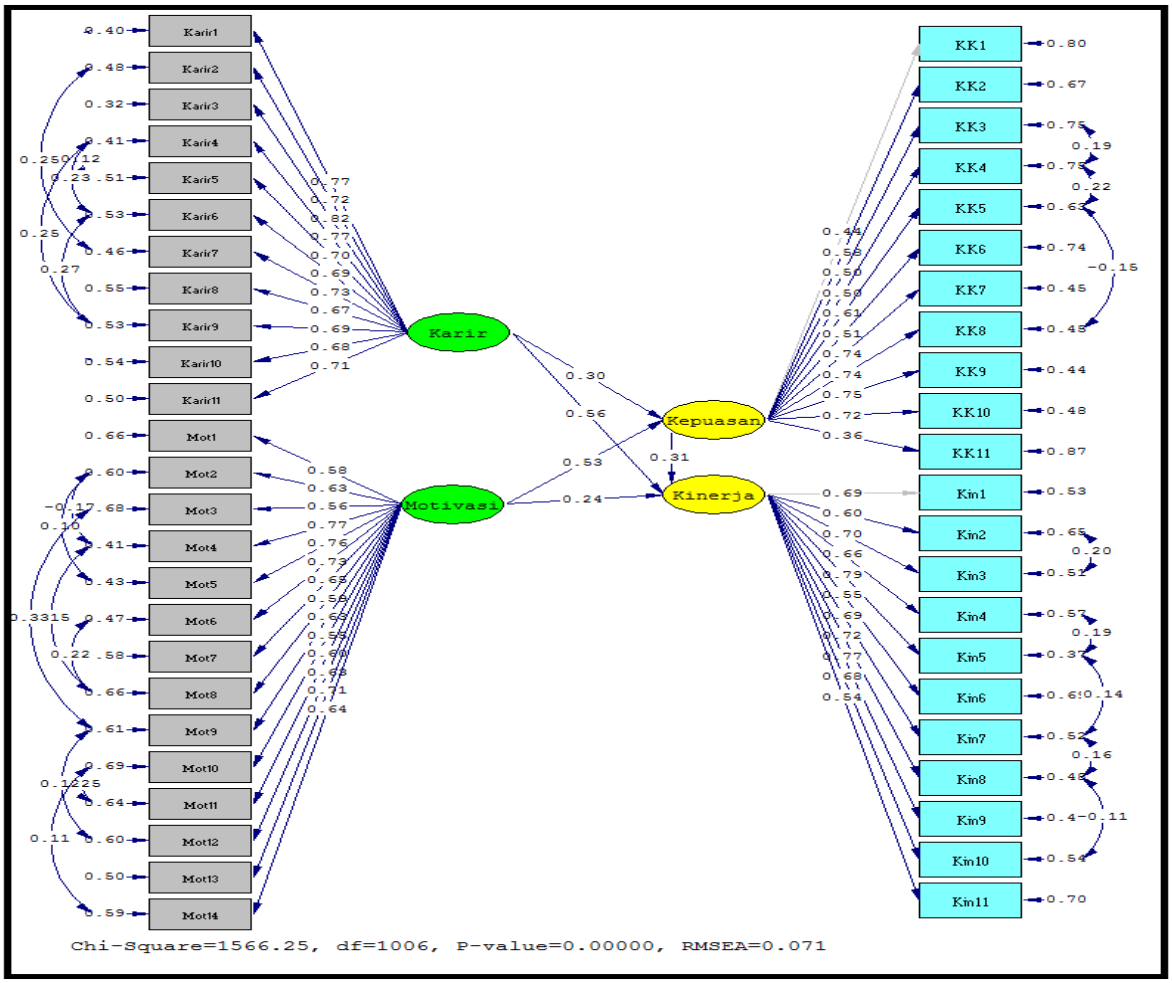
2) Uji Kecocokan Model Keseluruhan

Dari model struktural dapat diketahui bagaimana pengaruh antar variabel laten, dalam hal ini yaitu pengaruh motivasi, pengembangan karir, kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan dengan metode *Structural Equation Modelling.*

Path diagram yang menunjukan hasil estimasi parameter *Standaridized* (nilai bobot) model struktural untuk model tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 3. Uji Kecocokan Pengukuran Variabel Laten

Motivasi					Kepuasan kerja				
Fit Measure	**Good Fit**	**Marginal Fit**	**Score Research**	**Result**	**Fit Measure**	**Good Fit**	**Marginal Fit**	**Score Research**	**Result**
χ2	≤ χ2 table (1080.8998)		131.72	Not Fit	χ2	≤ χ2 table (1080.8998)		55.51	Not Fit
P-value	0.05 ≤ p ≤ 1.00	0.01 ≤ p ≤ 0.05	0	Not Fit	P-value	0.05 ≤ p ≤ 1.00	0.01 ≤ p ≤ 0.05	0.06467	Good Fit
χ2/df	0 ≤ χ2/df ≤ 2	2 ≤ χ2/df ≤ 3	1.909	GoodFit	χ2/df	0 ≤ χ2/df ≤ 2	2 ≤ χ2/df ≤ 3	1.3539	Good Fit
RMSEA	0 ≤ RMSEA ≤ 0.05	0.05 < RMSEA ≤ 0.08	0.091	Not Fit	RMSEA	0 ≤ RMSEA ≤ 0.05	0.05 < RMSEA ≤ 0.08	0.057	Marginal Fit
RMR	0 ≤ RMR ≤ 0.05	0.05 < RMR ≤ 0.7	0.046	Good Fit	RMR	0 ≤ RMR ≤ 0.05	0.05 < RMR ≤ 0.7	0.03	Good Fit
NFI	0.95 ≤ NFI ≤ 1.00	0.90 < NFI ≤0.95	0.93	Marginal Fit	NFI	0.95 ≤ NFI ≤ 1.00	0.90 < NFI ≤0.95	0.92	Marginal Fit
NNFI	0.97 ≤ NNFI ≤ 1.00	0.90 < NNFI ≤0.97	0.95	Marginal Fit	NNFI	0.97 ≤ NNFI ≤ 1.00	0.90 < NNFI ≤0.97	0.96	Marginal Fit
CFI	0.97 ≤ CFI ≤ 1.00	0.90 < CFI ≤0.97	0.96	Marginal Fit	CFI	0.97 ≤ CFI ≤ 1.00	0.90 < CFI ≤0.97	0.97	Good Fit
Pengembangan Karir					**Kinerja Karyawan**				
Fit Measure	**Good Fit**	**Marginal Fit**	**Score Research**	**Result**	**Fit Measure**	**Good Fit**	**Marginal Fit**	**Score Research**	**Result**
χ2	≤ χ2 table (1080.8998)		69.59	Not Fit	χ2	≤ χ2 table (1080.8998)		57.6	Not Fit
P-value	0.05 ≤ p ≤ 1.00	0.01 ≤ p ≤ 0.05	0.00133	Not Fit	P-value	0.05 ≤ p ≤ 1.00	0.01 ≤ p ≤ 0.05	0.02777	Marginal Fit
χ2/df	0 ≤ χ2/df ≤ 2	2 ≤ χ2/df ≤ 3	1.514	Good Fit	χ2/df	0 ≤ χ2/df ≤ 2	2 ≤ χ2/df ≤ 3	1.4769	Good Fit
RMSEA	0 ≤ RMSEA ≤ 0.05	0.05 < RMSEA ≤ 0.08	0.087	Marginal Fit	RMSEA	0 ≤ RMSEA ≤ 0.05	0.05 < RMSEA ≤ 0.08	0.066	Marginal Fit
RMR	0 ≤ RMR ≤ 0.05	0.05 < RMR ≤ 0.7	0.057	Good Fit	RMR	0 ≤ RMR ≤ 0.05	0.05 < RMR ≤ 0.7	0.039	Good Fit
NFI	0.95 ≤ NFI ≤ 1.00	0.90 < NFI ≤0.95	0.96	Good Fit	NFI	0.95 ≤ NFI ≤ 1.00	0.90 < NFI ≤0.95	0.96	Good Fit
NNFI	0.97 ≤ NNFI ≤ 1.00	0.90 < NNFI ≤0.97	0.97	Good Fit	NNFI	0.97 ≤ NNFI ≤ 1.00	0.90 < NNFI ≤0.97	0.98	Good Fit
CFI	0.97 ≤ CFI ≤ 1.00	0.90 < CFI ≤0.97	0.98	Good Fit	CFI	0.97 ≤ CFI ≤ 1.00	0.90 < CFI ≤0.97	0.99	Good Fit



Gambar 2. Model Struktural Setelah Modifikasi

Selanjutnya dapat dilihat pengujian kesesuaian model keseluruhan setelah dilakukan modifikasi, untuk lebih jelasnya nilai secara statistik hubungan antar variabel dan ketetntuan *goodness of fit* dari hasil *path digram* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Indeks *Goodness Of Fit* pada *Full* Model SEM

Fit Measure	Good Fit	Marginal Fit	Score Research	Result
$\chi 2$	$\leq \chi 2$ table (1080.8998)		1566.25	Not Fit
p Value	$0.05 \leq p \leq 1.00$	$0.01 \leq p \leq 0.05$	0.000	Not Fit
$\chi 2/df$	$0 \leq \chi 2/df \leq 2$	$2 \leq \chi 2/df \leq 3$	1.54	Good Fit
RMSEA	$0 \leq$ RMSEA ≤ 0.05	$0.05 <$ RMSEA ≤ 0.08	0.07	Marginal Fit
RMR	$0 \leq$ RMR ≤ 0.05	$0.05 <$ RMR ≤ 0.7	0.054	Marginal Fit
NNFI	$0.97 \leq$ NNFI ≤ 1.00	$0.90 <$ NNFI ≤ 0.97	0.94	Marginal Fit
IFI	$0.97 \leq$ IFI ≤ 1.00	$0.90 <$ IFI ≤ 0.97	0.94	Marginal Fit
CFI	$0.97 \leq$ CFI ≤ 1.00	$0.90 <$ CFI ≤ 0.97	0.94	Marginal Fit

3) Uji Kecocokan Struktural

Model struktural yang pertama adalah pengaruh motivasi dan pengembangan karir terhadap kepuasan kerja, dari tabel 5 dapat dilihat nilai γ_{11} adalah sebesar 0.53 dan nilai γ_{12} adalah sebesar 0.3, dengan ξ_1 dan ξ_2 sebagai variabel laten eksogen, yaitu variabel motivasi dan pengembangan karir, sertaζ_1 sebagai kesalahan struktural untuk variabel kepuasan kerja, sehingga dapat ditulis hasilnya adalah:

$\eta_1 = 0.53\xi_1 + 0.3\xi_2 + \zeta_1$

Model struktural yang kedua adalah pengaruh motivasi, pengembangan karir, dan kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan, dari tabel 5 dapat dilihat nilai γ_{21} adalah sebesar 0.24, nilai γ_{22} adalah sebesar 0.56 nilai β_{21} adalah sebesar 0.31, dengan ξ_1 dan ξ_2 sebagai variabel laten eksogen, yaitu variabel motivasi dan pengembangan karir, sertaζ_2 sebagai kesalahan struktural untuk variabel kinerja karyawan, sehingga dapat ditulis hasilnya adalah:

$\eta_2 = 0.24\xi_1 + 0.56\xi_2 + 0.31\eta_1 + \zeta_2$

4) Pengujian Hipotesis

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai Parameter Estimasi *Standardized Loading Factor* dan Tvalue pada *Full* Model SEM

Hipotesis	Variabel Laten		Estimasi	T Value	Keterangan	Kesimpulan
	Eksogen	Endogen	Standardized			
1	Motivasi	Kepuasan kerja	0.53	3.48*	Signifikan	H_0 ditolak
2	Pengembangan Karir	Kepuasan kerja	0.3	2.53*	Signifikan	H_0 ditolak
3	Motivasi	Kinerja	0.24	3.05*	Signifikan	H_0 ditolak
4	Pengembangan Karir	Kinerja	0.56	6.13*	Signifikan	H_0 ditolak
5	Kepuasan Kerja	Kinerja	0.31	2.66*	Signifikan	H_0 ditolak

Ket : *) signifikan pada α= 5%

Hal pertama yang dilakukan dalam analisa validitas model pengukuran adalah memeriksa nilai *t-value*dari *standard loading factor*. Menurut Wijanto (2008) nilai *t-value* haruslebih besar dari 1.96, jika nilai *t-value* <1.96 maka harus melakukan respesifikasi model. Kedua, nilai *standard loading factor* dari variabel-variabel manifes dalam model harus ≥0.70 atau jika kita pilih saran Igbaria et.al (1997) dalam Wijanto (2008) ≥0.50, jika nilai SLF kurang dari 0.50 maka harus melakukan respesifikasi.

Dari hasil uji CFA pada karyawan PT. XYZ untuk variabel motivasi didapat nilai *t-value* sudah lebih besar dari 1.96 dan secara keseluruhan nilai SLFuntuk masing-masing variabel manifes sudah ≥0.50, didapat nilai SLF tertinggi yaitu sebesar 0.76, 0.77, dan 0.73, yang merupakan perwakilan dari kebutuhan akan penghargaan, kebutuhan sosial, dan aktualisasi diri.

Dari hasil uji CFA pada karyawan PT. XYZ untuk variabel pengembangan karir didapat nilai *t-value* sudah lebih besar dari 1.96 dan secara keseluruhan nilai SLFuntuk masing-masing variabel manifes sudah ≥0.50, didapat nilai SLF tertinggi yaitu sebesar 0.92, 0.79, dan 0.81, yang merupakan perwakilan dari mentor dan sponsor dan peluang untuk berkembang.

Dari hasil uji CFA pada karyawan PT. XYZ untuk variabel kepuasan kerja didapat nilai *t-value* sudah lebih besar dari 1.96 dan secara keseluruhan nilai SLFuntuk masing-masing variabel manifes mayoritas sudah ≥0.50, didapat nilai SLF tertinggi yaitu sebesar 0.71, 0.78, 0.75, dan 0.75, yang merupakan perwakilan dari promosi kerja, rekan kerja, pekerjaan itu sendiri, dan supervisi. Namun pada uji CFA kali ini terdapat 3 buah muatan faktor yang nilainya berada <0.50 yang seharusnya dihapus tetapi peneliti tidak hapus karena mengacu pada Igbaria et.al (1997) dalam Wijanto (2008) yang menyatakan bahwa jika ada nilai muatan faktor standar <0.50 tetapi masih ≥0.30 maka variabel terkait bisa dipertimbangkan untuk tidak dihapus. Tetapi jika nilai muatan faktor standar <0.30 maka variabel terkait bisa dihapuskan dari model.

Dari hasil uji CFA pada karyawan PT. XYZ untuk variabel kinerja karyawan didapat nilai *t-value* sudah lebih besar dari 1.96 dan secara keseluruhan nilai SLFuntuk masing-masing variabel manifes sudah ≥0.50, didapat nilai SLF tertinggi yaitu sebesar 0.79, 0.77, dan 0.76, yang merupakan perwakilan dari *interpersonal impact* dan *quality*.

Besar pengaruh motivasi sebanyak 53% merupakan pengaruh yang cukup besar bagi kepuasan kerja karyawan PT. XYZ itu artinya karyawan sudah cukup termotivasi dalam bekerja demi terwujudnya kepuasan kerja. Locke (1969) dalam Zulkifli (2011) menerangkan bahwa kepuasan kerja tergantung pada ketidaksesuaian antara ekspektasi, kebutuhan, dan nilai terhadap apa yang menurut perasaannya atau persepsinya telah dicapai melalui pekerjaannya. Dengan demikian, orang akan merasa puas bila tidak ada perbedaan antara yang diinginkan dengan persepsinya karena batas minimum yang diinginkan telah

terpenuhi. Peneliti memperkirakan bahwa ada perbedaan motivasi yang dirasakan oleh karyawan berdasarkan usia dan masa kerjanya. Karyawan yang berusia dibawah 30 tahun dan masa kerja dibawah lima tahun memiliki motivasi bekerja yang tinggi, karena pada usia yang sudah matang dan masa kerja yang masih baru karyawan berlomba-lomba untuk meraih kesuksesan di usia semuda mungkin. Semangat kerja yang ada pada diri karyawan pada usia dibawah 30 tahun masih tinggi dan berapi-api, karyawan di usia ini masih bersifat kompetitif dan jika diikuti dengan performa kerja yang baik dan perhatian dari perusahaan terhadap karyawan yang berprestasi, karyawan dapat meraih posisi yang diinginkan dan hal ini masti mengakibatkan kepuasan kerja meningkat. Lain halnya dengan karyawan yang berusia diatas 40 tahun dengan masa kerja diatas sepuluh tahun, karyawan di masa seperti ini biasanya motivasi kerjanya sudah menurun atau cenderung mengalami stagnansi sedangkan dari segi kepuasan kerja sudah cukup positif. Hal ini disebabkan karena karyawan di masa ini sudah merasa kebutuhannya tercukupi dan sudah nyaman dengan posisi yang mereka dapatkan saat ini.

Agar motivasi dan kepuasan kerja dapat terus terjaga positif ada beberapa hal yang dapat dilakukan oleh pihak perusahaan untuk karyawannya untuk meningkatkan motivasi yang juga mempengaruhi kepuasan kerja antara lain: menaikkan upah karyawan, memberikan promosi kerja untuk karyawan yang berprestasi, menjamin kepastian kerja, memberikan bonus finansial kepada karyawan yang bekerja dengan baik, memberikan kompensasi kepada karyawan, menciptakan lingkungan kerja yang harmonis. Memberikan motivasi non-finasial seperti pujian, semangat, dan perhatian dari atasan juga dapat mempengaruhi psikologi karyawan agar mood yang tercipta selalu positif.

Kecilnya pengaruh pengembangan karir terhadap kepuasan kerja sebesar 30% merupakan masalah utama yang peneliti dapatkan di PT. XYZ. Minimnya kesempatan karyawan dalam mengembangkan potensi menyebabkan kepuasan kerja menurun. Karyawan pada level jabatan *staff* maupun operator mengeluhkan bahwa kesempatan mereka mengeksplor kemampuannya sangat sedikit. Karyawan tidak dapat menentukan jalur karir yang mereka inginkan berdasarkan *skill* yang mereka miliki.

Pengembangan karir di awal masa bekerja memang sudah baik dengan adanya OJT atau *on the job training* selama 6 bulan. Karyawan yang masa kerjanya dibawah lima tahun mengeluhkan bahwa pekerjaan yang mereka lakukan cenderung membosankan, mereka merasa kurang bisa mengeksplor kreativitas maupun ide-ide yang mereka miliki. Lain halnya untuk karyawan senior mulai dari ketua seksi sampai ketua divisi dan yang sederajat menyatakan bahwa mereka sudah nyaman dengan kondisi mereka saat ini meskipun tidak semua karyawan senior memiliki pendidikan terakhir seorang sarjana ataupun diploma. Karyawan yang berusia lebih dari 40 tahun dengan masa kerja diatas 10 tahun dapat dikatakan karyawan senior karena sudah memiliki pengalaman kerja yang banyak. Menurut Walker dalam Fransiska (2013), bagi karyawan, karir bahkan dianggap lebih penting dari pada pekerjaan itu sendiri. Seorang karyawan bisa meninggalkan pekerjaannya jika merasa prospek karirnya buruk.

Melalui hasil rekapitulasi nilai pengaruh pengembangan karir terhadap kepuasan kerja berada dalam kategori kurang, hal ini dikarenakan karyawan belum merasa puas dengan strategi pengembangan karir yang ditetapkan oleh manajemen perusahaan atau strategi pengembangan karir yang diterapkan oleh Pt. XYZ belum sesuai dengan harapan karyawan yang berada dibawah naungannya. Terdapat beberapa metode perencanaan dan pengembangan karir yang dapat dijadikan usaha bagi pihak manajemen di PT. XYZ tujuannya untuk meningkatkan kepuasan kerja karyawannya. Mondy dan Noe dalam Marwansyah (2010) menyatakan bahwa metode-metode ini biasanya digunakan dalam berbagai kombinasi, seperti: diskusi dengan individu berpengetahuan luas, bahan-bahan pekerjaan yang disediakan perusahaan, sistem penilaian kinerja, lokakarya, rencana pengembangan pribadi, dan cuti *"sabbatical"*.

Berdasarkan hasil pengolahan data didapat 24% besar pengaruh positif motivasi terhadap kinerja karyawan. Angka ini bisa dikatakan kecil sekali, dapat dikatakan bahwa motivasi hanya memberikan sedikit pengaruh terhadap peningkatan kinerja karyawan PT. XYZ.

Dilihat dari segi demografi, karyawan pada usia dibawah 30 tahun dengan masa kerja kurang dari lima tahun dan rata-rata memiliki pendidikan terakhir sarjana atau diploma memiliki porsi paling besar di PT. XYZ, karyawan muda ini sudah jelas memiliki semangat kerja yang tinggi, keinginan untuk bersaing juga tinggi, usaha dalam meraih kesuksesan juga berada pada masanya, oleh karena itu dapat dikatakan karyawan pada kategori ini memiliki motivasi bekerja yang tinggi. Namun apabila dilihat dari segi kinerja ternyata motivasi saja tidak cukup untuk meningkatkan kinerja mereka, dikarenakan mereka adalah karyawan muda, pengalaman kerja belum banyak beragam, sehingga tidak menjamin bahwa karyawan muda ini meski bermotivasi tinggi memiliki kinerja yang baik.

Alasan lain yang juga dapat disimpulkan berdasarkan kondisi di perusahaan adalah strategi sistem penilaian kinerja karyawan PT. XYZ belum sesuai dengan kondisi yang ada di perusahaan, budaya setiap perusahaan tentu beda satu dengan yang lain. Menurut Dina Maria (2012) motivasi sering dikaitkan (baik oleh para manajer dan karyawan) dengan gaji yang tinggi, atau imbalan non-finansial yang terlalu sedikit.

Ada cara lain selain memotivasi karyawan lewat keuangan yaitu motivasi secara non-finansial, motivasi non-finansial bisa digunakan untuk memotivasi karyawan dan menjaganya tetap bekerja di PT. XYZ. Motivasi non-finansial ini contohnya seperti adanya aturan yang jelas dan tujuan individual yang realistis, perhatian dan penghargaan terhadap *skill* khusus yang dimiliki karyawan, menciptakan dan mempertahankan lingkungan yang bersahabat di antara karyawan, bekerja sama dan saling menghormati antara rekan kerja, adanya konsultasi dan keterlibatan karyawan dalam penyusunan target individu dan dalam memecahkan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan perusahaan, adanya sistem yang transparan dari penghargaan dan promosi.

Pengembangan karir karyawan secara langsung memberikan pengaruh positif terhadap kinerja karyawan sebesar 56%, yang artinya kinerja karyawan secara tidak langsung juga mempengaruhi efektivitas perusahaan. Ada beberapa hal yang dapat membuat pengembangan karir dapat mempengaruhi kinerja karyawan, diantaranya pemberian *coaching*, pelatihan dan pengembangan *skill*, pemberdayaan SDM, partisipasi, dan delegasi. Pemberian pelatihan dan pengembangan pada karyawan baru melalui *on the job training* di PT. XYZ memberikan wadah bagi karyawan baru untuk mengembangkan *skill*nya.

Hal yang dapat dijadikan masukan agar pengembangan karir dapat terus memberikan pengaruh positif untuk kinerja karyawan adalah dengan cara membiarkan karyawan berpartisipasi dalam kebijakan perusahaan atau dalam pengambilan keputusan salah satu contohnya adalah dengan melakukan *brainstorming*, sehingga dampaknya akan meningkatkan kinerja karyawan, partisipasi ini dapat membuat karyawan menjadi lebih cerdas dalam membuat keputusan.

Besar pengaruh positif yang diberikan oleh karyawan PT. XYZ melalui kepuasan kerja terhadap kinerja karyawan adalah sebesar 31% persentase ini bisa dikatakan relatif kecil hal ini bisa terjadi karena berbagai alasan. Untuk dapat mengatasi hal tersebut peneliti mengusulkan agar PT. XYZ baiknya memperbaiki sistem supervisi yang ada di perusahaan, tujuannya adalah dengan memberikan pengarahan kepada supervisor untuk lebih *concern* kepada bawahannya. Morad et.al (2012) menyatakan bahwa manajer perusahaan harus menjelaskan tentang tugas-tugas mereka secara individu dan membangun kepercayaan diri mereka yang tujuannya adalah untuk mengubah perilaku karyawan dari bekerja seadanya menjadi berusaha dengan maksimal dan merasa sukses dengan usaha yang mereka lakukan. Karyawan yang mengeluhkan keadaan ini rata-rata berada pada level jabatan ketua seksi ke bawah (staf, *officer* dan operator) mereka menyatakan ketidakpuasannya terhadap upah yang mereka dapat selama bekerja di PT. XYZ. Hal ini yang menjadi perhatian utama peneliti bahwa ketidakpuasan karyawan berasal dari masalah finansial. Hal lain yang menjadi permasalahan adalah keraguan karyawan selama bekerja di perusahaan, karyawan yang memiliki masa kerja di antara 5-10 tahun khawatir akan masa depan karir mereka jika dalam bekerja tidak mengalami peningkatan.

Manajer melakukan *monitoring* secara tidak langsung dan membiarkan karyawan berkreasi sampai batas tertentu, membuat keputusan dengan pikirannya sendiri, dapat menyebabkan inovasi dalam pekerjaan. Peneliti menyarankan agar pihak manajemen PT. XYZ melakukan sedikit perubahan dalam usaha untuk meningkatkan kepuasan kerja karyawannya, menyesuaikan gaji berdasarkan beban pekerjaan yang diberikan, memberikan promosi kerja bagi karyawan berprestasi, juga menciptakan suasana kerja yang nyaman dengan supervisi yang baik.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pengolahan serta analisa data dapat disimpulkan bahwa teori yang menyatakan adanya pengaruh positif antara variabel motivasi, pengembangan karir, kepuasan kerja, dan kinerja karyawan adalah benar. Hal ini dibuktikan dengan adanya persentase besar pengaruh pada masing-masing variabel. Pertama, variabel motivasi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap variabel kepuasan kerja, yang pengaruhnya adalah sebesar 53%. Kedua, variabel pengembangan karir memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap variabel kepuasan kerja, yang pengaruhnya adalah sebesar 30%. Ketiga, variabel motivasi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap variabel kinerja karyawan, yang pengaruhnya adalah sebesar 24%. Keempat, variabel pengembangan karir memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap variabel kinerja karyawan, yang pengaruhnya adalah sebesar 56%. Kelima, variabel kepuasan kerja memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap variabel kinerja karyawan, yang pengaruhnya adalah sebesar 31%.

DAFTAR PUSTAKA

Engko, C. 2008. Pengauh Kepuasan Kerja terhadap Kinerja Individual dengan Self Esteem dan Self Efficiency Sebagai Variabel Intervening. *Jurnal Bisnis dan Akuntansi Vol. 10 No. 1*

Fransiska, Y. 2013. Pengaruh pengembangan Karir dan Lingkungan Kerja Pegawai terhadap kepuasan kerja Pegawai Radio Republik Indonesia Cabang Pekanbaru.

Hameed, A dan Aamer W. 2011. Employee Development and Its Affect on Employee Performance A Conceptual Framework. *International Journal of Business and Social Science Vol. 2 No. 13*

Indraswari, M. 2011. Pengaruh Budaya Organisasi dan Motivasi Terhadap Kepuasan Kerja Dalam Mepengaruhi Kinerja Karyawan Kantor Unit PT. Telkom Regional IV Semarang. *Tugas Akhir*. Universitas Diponegoro (Tidak Dipublikasi)

Khaeron, M. 2009. Motivasi, Pengembangan Karir, dan iklim Organisasi Pengaruhnya terhadap Kepuasan Kerja Karyawan. *Analisis Manajemen Vol. 4 No. 1*

Maria, D. 2012. Connection between Job Motivation, Job Satisfaction, and Work Performance in Romanian Trade Enterprises*.Annals of "Dunarea de Jos" University of Galati.* Dimitrie Cantemir Christian University BucharestMarwansyah. 2009. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. ALFABETA**.** Bandung

Morad, et al. 2012. Relationship between Job Satisfaction and Employee Job Performance in Guilan Public Sector. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*

Kalayar, and Özmutaf. 2009. The Effect of Individual Career Planning on Job Satisfaction: A Comparive Study on Academic and Administrative Staff. *The Journal of Faculty od Economics and Administrative Sciences*

Kosasih, N. 2007. Pengaruh Knowledge Management terhadap Kinerja Karyawan: Studi Kasus Departemen Front Office Surabaya Plaza Hotel. *Jurnal Manajemen Perhotelan Vol. 3 No. 2*

Panudju, A. 2003. Pengaruh Kompensasi dan Karakteristik Pekerjaan terhadap Kepuasan Kerja Karyawan Unit Produksi PT. X Palembang. *Jurnal Manajemen & Bisnis Sriwijaya Vol. 1 No. 2. Hal 4.*

Prabu, A. 2005. Pengaruh Motivasi terhadap Kepuasan Kerja Pegawai BKKBN Muara Enim. *Jurnal Manajemen & Bisnis Sriwijaya. Hal 4-8*

Rivai, V & Basri, A. 2004. PERFORMANCE APPRAISAL: *Sistem yang tepat untuk menilai kinerja karyawan dan meningkatkan daya saing perusahaan*. Rajawali Pers. Jakarta

Sharma, et al. 2012. Perfomance Appraisal and Career Development. *VSRD International Journal of Business and Management Research*

Septyawati, N. 2009. Analisis Pengembangan Karir Pengaruhnya terhadap Kepuasan Kerja Karyawan pada Kantor Pusat PT. Pos Indonesia (Persero) Bandung.

Siregar, E. 2011. Pengaruh Motivasi Kerja, Kinerja Individual, dan Sistem Kompensasi Finansial terhadap Kepuasan Kerja. *Jurnal Pendidikan Penabur*

Suroso, J. 2011. Penataan Sistem Jenjang Karir Berdasar Kompetensi Untuk Meningkatkan Kepuasan Kerja dan Kinerja Perawat di Rumah Sakit.*Ekplanasi Vol. 6 No. 2.* Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Suryana, N, et. al. 2009. Pengaruh Kepemimpinan dan Motivasi Kerja terhadap Kepuasan Kerja Karyawan dan Kinerja Perusahaan. *Annual Report PT. Internasional Nickel Indonesia*

Wijanto, S.H. 2008. Structural Equation Modeling *dengan LISREL 8.8.* Graha ilmu. Jakarta

Winardi, et. al. 2012. Pengaruh Budaya Organisasi dan Motivasi terhadap Kinerja Karyawan dengan Komitmen Organisasional Sebagai Variablel Intervening . Universitas Syiah Kuala

Winardo, D. 2010. Pengaruh Motivasi dan Pengembangan Karir terhadap Kepuasan Kerja Karyawan PT. Kereta Api Indonesia DAOP VIII Surabaya. *Tugas Akhir*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Surabaya (Tidak Dipublikasi)

Yamin, S dan Kurniawan, H. 2011. *Structural Equation Modelling: Belajar Lebih Mudah Teknik Analisis Data Kuesioener dengan Lisrel-PLS.* Salemba Infotek. Jakarta

Zulkifli. 2011. Pengaruh Kompensasi dan Motivasi terhadap Kepuasan Kerja Karyawan PT. Hutama Buana Internusa.

PEMETAAN MODEL INTERAKSI PERTUMBUHAN BISNIS

Arman Hakim Nasution[1], Alva Edy Tontowi[2], Bertha Maya Shopa[3], Budi Hartono[4]
[1]Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik,UGM dan Jurusan Manajemen Bisnis, FTI, ITS
[2,3,4]Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta
Telp: 62-274-521673
Email: armanhakim.nasution@gmail.com; arman@mb.its.ac.id

ABSTRAKS
Model interaksi pertumbuhan bisnis banyak diteliti dengan menggunakan model analitis maupun simulasi dinamik. Pengembangan model interaksi pertumbuhan bertujuan untuk meningkatkan kualitas sistem bisnis tersebut, baik yang sifat interaksinya non kompetisi, kompetisi, maupun kompetisi alokasi (model kompetisi dalam memperebutkan anggaran). Model analitis banyak dikembangkan untuk memprediksi pertumbuhan teknologi melalui pengembangan model dasar logisik, sedangkan model simulasi pertumbuhan selain diaplikasikan pada pertumbuhan teknologi tinggi juga banyak diaplikasikan pada kasus pertumbuhan kinerja Usaha Kecil Menengah (UKM). Meskipun demikian, penelitian yang berhubungan dengan model interaksi pertumbuhan yang memasukkan variabel kebijakan sebagai unsur penyelarasan masih jarang dibahas, sehingga merupakan topik penelitian yang menarik. Paper ini bertujuan untuk mengkaji penggunaan metode analitis dan simulasi, khususnya simulasi dinamik, dalam menyelesaikan masalah interaksi pertumbuhan, sehingga memberikan peta penelitian tentang peluang penelitian dibidang model-model pertumbuhan bisnis yang ada.

***Kata kunci**: balanced scorecard, interaksi pertumbuhan, kompetisi, kompetisi alokasi, penyelarasan, simulasi dinamik,*

PENDAHULUAN

Penelitian di bidang pertumbuhan, khususnya model interaksipertumbuhan bisnistelah banyak dilakukandengan menggunakan model analitis maupun simulasi dinamik.Penelitian-penelitian tersebut banyak difokuskan pada permasalahan yang terkait dengan aplikasi pengembangan model untuk meningkatkan kualitas sistem interaksi, baik yang bersifat non kompetisi, kompetisi,dan kompetisi alokasi.

Model analitis banyak dikembangkan untuk memprediksi pertumbuhan teknologi melalui pengembangan model dasar logisik berbasis Lotka-Volterrasebagaimana penelitian Kreng & Wang (2009), Zhu & Yin (2009), Chiang & Wong (2011),Jiang et al (2012). Model simulasi dinamik pertumbuhan selain diaplikasikan pada pertumbuhan teknologi tinggisebagaimana penelitian Dutta & Sridahr (2002), juga banyak diaplikasikan pada kasus pertumbuhan kinerja Usaha Kecil Menengah (UKM) sebagaimana penelitian Bianchi (2002; 2012), Tarek & Wahba (2002), Farouk & Saleh (2011).

Meskipun demikian, model interaksi yang sifatnya kompetisi maupun kompetisi alokasi antara 2 (dua) atau lebih entitas, yangmelibatkan variabel kebijakan masih jarang diteliti, sehingga dalam opini penulis hal ini merupakan topik yang menarik.

Paper ini bertujuan untuk mengkaji penggunaan metode analitis dan simulasidalam menyelesaikan masalah sistem interaksi pertumbuhan, sehingga bermanfaat sebagai peta penelitian yang mengidentifikasi peluang penelitian dibidang pertumbuhan bisnis, khususnya penggunaan metode simulasi pada implementasisistem interaksi kompetisi dan kompetisi alokasi yang melibatkan variabel kebijakan penyelarasan multi entitas.

MODEL PERTUMBUHAN

Tinjauan pustaka dari beberapa penelitian dalam model teoritis interaksi pertumbuhan bisnis yang penting dalam paper ini dibagi menjadi 2 (dua) isu utama, yaitu: (1) model pertumbuhan analitis; (2) model pertumbuhan simulasi.

Model Pertumbuhan Analitis

Kajian pustaka dibidang proyeksi pertumbuhan secara analitis banyak menyangkut permasalahan yang terkait dengan kinerja pertumbuhan teknologi melalui pengembangan model dasar logistik berbasis Lotka-

Volterrayang diaplikasikan untuk meningkatkan kualitas kompetisi *high- tech product* antar perusahaan dalam pasar yang sama.

Meyer & Vallee (1975) memulai penggunaan ide dasar dari pertumbuhan populasi untuk menjelaskanperubahan pada pertumbuhan teknologi.Pertumbuhan teknologi digerakkan oleh variable-variabel teknologi yang bersifat *self-accelerating*, sehingga menghasilkan model yang hiperbolik.

Ide dasar tersebut kemudian dikembangkan hingga penelitian Marchetti et al (1996) yang menjelaskan uraian yang mendalam tentang *Bi-logistic*, yaitu system yang telah mengalami dua fase pertumbuhan logistik, baik secara berurutan (*sequential*) maupun *overlapping*. Pada penelitian selanjutnya, Meyer et al (1999) menggunakan model logistik simetris sebagai model dasar pemodelan pertumbuhan untuk 4 (empat) alternatif kurva S dalam model *Bi-logistik* dalam software aplikasi berbasis Loglet.

Dalam menyelesaikan kasus bisnis, Pistorius & Utterback (1996) menginisiasi penggunaan basis model Lotka-Volterra (LV) yang biasanya digunakan pada kasus biologi dan ekologi. Dengan memodifikasi model LV, dikenal sebagai model *modified LV*, dibuktikan bahwa modified LV tersebut tidak hanya cocok untuk kasus *predator-prey* sebagaimana di kasus biologi, tetapi juga cocok untuk sistem interaksi simbiosis dan *pure competition* yang terjadi secara alamiah dalam kasus bisnis. Meskipun demikian, penelitian Pistorius & Utterback (1996) masih berfokus pada teoritis sistem interaksi, dan belum memasukkan unsur sistem interaksi ke dalam model logistik.

Meyer & Ausubel (1999) mengembangkan ide dasar tentang alternatif model untuk mengakomodasi dinamika dari *carrying capacity*, yang diterapkan pada kurva S (sigmoidal) yang berubah secara *single logistic* pada kasus adanya penemuan baru dan difusi teknologi.

Dimotikalis (2001) mengembangkan model logistik diskrit dengan pendekatan numerik untuk melakukan fitting data pertumbuhan dari beberapa produk teknologi yang bersaing pada pasar yang sama (*multi-variate* dengan *multi product-single market*). Model logistic diskret yang dinamakan EML (*Extended Multivariat Logistic*), yang diturunkan dari model LV dengan klasifikasi sistem interaksi mengikuti hasil Pistorius & Utterback (1996), tetapi belum mengakomodasi dinamika *carrying capacity* dari Meyer & Ausubel (1999). Penelitian ini masih menggunakan *single scaling (single time)* pada *parameter growth* masing-masing produk yang digunakan sebagai model prediksi pertumbuhan produk yang saling bersaing tersebut, serta diujikan hasil fitting data historisnya untuk analisis prediksi kasus persaingan teknologi *mobile phones* di Inggris.

Berbeda dengan penelitian Dimotikalis (2001), penelitian model logistik yang dikembangkan Shepherd & Stojkov (2007) menggunakan pendekatan semi analitik yang mengakomodasi dinamika *carrying capacity* sebagaimana ide dasar dinamika *carrying capacity* Meyer & Ausubel (1999). Grozdanovski (2009) melanjutkan penelitian Shepherd & Stojkov (2007) dengan menggunakan pendekatan semi analitik, dimana *control parameter of growth* dan *carrying capacity* berubah secara *slowly* agar model dapat diselesaikan dengan metode *pertubation*.

Dalam aplikasinya untuk sektor UKM, model interaksi pertumbuhan secara analitis yang berbasis model dasar logistik Lotka-Volterra dalam kajian peneliti belum banyak dilakukan. Kebanyakan penelitian terapan dari model *modified* LV membahas masalah sistem interaksi *pure competition* dan *predator-prey*, dan sangat sedikit yang membahas sistem interaksi simbiosis. Beberapa penelitian terapan tersebut antara lain : Watanabe et al (2003) membahas *policy option* dalam kasus substitusi teknologi baru bidang TV di Jepang. Chiang & Wong (2011) menggunakan revisi model LV untuk memprediksi *marketing diffusion* pada pengiriman akibat kompetisi pengembangan produk substitusi antara komputer desktop dengan laptop, serta membandingkannya dengan model pertumbuhan Bass.Boretos (2011) mengembangkan model umum interaksi LV kompetisi dan EML Dimotilakis dengan aplikasinya pada data global ekonomi.

Model Pertumbuhan Simulasi

Banyak proses pertumbuhan yang kompleks, yang melibatkan multi proses yang terjadi secara berurutan maupun simultan berhasil dimodelkan dan dianalisis histori pertumbuhannya secara analitis dengan model bilogistik dan multilogistik (Meyer et al, 1999). Meskipun konsep bilogistik dan multilogistik yang dikembangkan Meyer et al (1999) cukup berhasil dalam menggambarkan pertumbuhan *single entitas*(non kompetisi) dengan proses kompleks yang terdiri dari beberapa bentuk kurva logistik tak beraturan, tetapi belum bisa memproyeksikan (memprediksikan) proses pertumbuhan yang kompleks tersebut untuk n-periode tahun kedepan**.**

Model pertumbuhan analitis berbasis kompetisi *modified* LV yang dikembangkan Dimotikalis dengan menggunakan konsep bilogistik/multilogistik sudah mampu melakukan prediksi pertumbuhan, tetapi masih juga belum mampu memperhitungkan banyaknya aspek dan dinamika kompleks yang juga mempengaruhi perubahan "kemampuan" kompetisi diantara entitas yang terlibat. Model Dimotikalis masih menggunakan asumsi kemampuan kompetisi yang dimiliki oleh entitas yang berkompetisi sifatnya statis.

Dalam mengatasi permasalahan pertumbuhan yang entitasnya secara riil bersifat dinamik, pendekatan simulasi seperti Sistem Dinamik (selanjutnya disingkat SD) yang dikembangkan Forrester (1968) dianggap peneliti mampu menjadi alternatif dalam memecahkan kebuntuan yang terjadi.

Kajian pustaka model interaksi pertumbuhan bisnissecara simulasi akan difokuskan pada permasalahan yang terkait dengan pengembangan model-model simulasi dinamik yang diaplikasikan pada pertumbuhan bisnissektor UKM.

Model Dinamik Pertumbuhan UKM

Definisi pertumbuhan *(growth)* pada suatu sistem bisnis mengandung 2 arti, yaitu arti kualitatif dan arti kuantitatif (Bianchi, 2002). Arti kualitatif terhadap *growth* berhubungan dengan kinerja personil dalam perusahaan, yaitu terdapatnya peningkatan keprofesionalan UKM, efektivitas kerja, kecerdasan berinovasi, kecepatan dan fleksibilitas strategis seiring dengan perubahan-perubahan kebutuhan pasar, dan lain-lain. Sedangkan, arti kuantitatif mencakup profil operasional dan profil struktural.

Kameyama et al (2001) mengungkapkan bahwa pengembangan UKM merupakan bagian pokok dari pengembangan sosial ekonomi setiap negara, karena kemampuannya menyerap tenaga kerja. Selain itu, pengembangan sektor UKM penting untuk memperkuat industri/usaha besar (UB) dimana UKM-UKM akan menjadi industri-industri pendukungnya. Ada 5 (lima) tipe skenario pengembangan UKM sebagai langkah awal pengembangan, yaitu: *import replacement, raw material replacement, integration, castle town type, ohta ward type*. Banyak negara yang kini sudah maju memakai satu atau lebih skenario tersebut. Kameyama et al (2001) kemudian menyusun model SD untuk kasus ini dalam dua layer, yaitu layer mikro dan layer makro. Layer mikro berfokus dengan manajemen UKM itu sendiri. Dan, layer makro berkenaan dengan pengaturan struktur yang melandasi sistem industri *(structure adjustment).*Bila penelitian Kameyama et al (2001) sebelumnya mengungkapkan perlunya skenario kebijakan dari sisi makro (faktor eksogen), maka penelitianTarek & Wahba (2002) berfokus pada kebijakan dari sisi mikro (faktor endogen).

Bivona (2000) menggunakan SD untuk menjelaskan dinamika saling ketergantungan antara faktor internal perusahaan, antar perusahaan, dan lingkungan operasi perusahaan. Bianchi (2002)melanjutkan ide penelitian Bivona (2000) dengan menambahkan faktor terkait kepemilikan (*property-related factors*) yang meliputi pengaturan kepemilikan aset antara perusahaan dengan pemilik, keluarga pemilik ataupun mitra pemilik. Bianchi (2002) menjelaskan ada hubungan antara tiga kelompok faktor kompleksitas dalammenentukan pertumbuhan atau kegagalan suatu UKM, yaitu: kelompok faktor terkait internal (*internal-related factors*), kelompok faktor terkait eksternal (*external-related factors*), dan kelompok faktor terkait kepemilikan.

Bila penelitian Bianchi (2002) berfokus pada hubungan kompleksitas antar faktor penentu pertumbuhan pada level makro hingga mikro, pada penelitian selanjutnya Bianchi (2012a; 2012b) menggunakan *causal-loop* diagram untuk mempelajari bagaimana pengaruh dari faktor Perencanaan dan Pengendalian (*P and C System*) dalam menentukan jatuh bangunnya pertumbuhan UKM di level mikro (perusahaan).

Model SD yang dikemukakan oleh Bianchi (2002; 2012b) telah mampu menjelaskan dinamika pertumbuhan UKM yang diakibatkan kesalahan persepsi (*perceived relevant system*) yang tidak mempertimbangkan adanya dampak *limit to growth*. Meskipun demikian, profil pertumbuhan yang dihasilkan UKM tersebut belum dapat dilihat pada penelitian Bianchi, khususnya untuk sistem operasi UKM yang kebanyakan beroperasi dengan sistem produksi MTO.

Farouk & Saleh (2011) mengembangkan suatu contoh *explanatory famework* yang dapat menjelaskan profil pertumbuhan dari suatu UKM sebagai dasar strategi integratif yang tepat bagi UKM melalui dua kemungkinan strategi operasional perusahaan, yaitu *pushing* dan *pulling*. Dengan *pushing strategy* (MTS), pemilik UKM ingin memperoleh pertumbuhan perusahaannya dengan berinvestasi pada *product availability* atau *production capacity* untuk menjaga tingkatan sales dan memperkuat *sales force* untuk meningkatkan pelanggan-pelanggan baru sehingga sales meningkat. Sedangkan dengan *pulling strategy* (MTO), pemilik UKM berinvestasi pada *demand-enhancing activities*, seperti *advertising*, diferensiasi dan pengembangan

produk. Dengan model yang disusun, Farouk & Saleh (2011) berhasil mengungkap suatu *explanatory framework* yang sesuai dan berhasil mendekati perilaku kasus nyatanya, sehingga profil pertumbuhan UKM dalam kasus stagnansinya pertumbuhan bisa dijelaskan.

Bhattacharya (2009) menegaskan pentingnya membuat strategi UKM dengan melakukan proyeksi kinerja kedepan. Lebih lanjut Bhattacharya (2009) menegaskan bahwa UKM yang dalam operasionalnya sehari-hari masih bersifat *less knowledge-intensive* sekalipun, sesungguhnya masih bisa membuat suatu proyeksi yang cukup akurat dan reasonable dan kemudian mengimplementasikan strategi yang dipilihnya untuk mencapai kinerja yang superior. Teknik-teknik seperti *scenario planning* dan pemodelan dinamis (*dynamic modeling*) dianggap dapat menjadi media efektif untuk implementasi strategi di tengah ketidaktentuan yang melingkupi perusahaan.

Kesimpulan penelitian Bhattacharya (2009) ini didukung oleh penelitian Bianchi (2012a), dimana dalam penelitiannya Bianchi (2012a) menekankan pentingnya peran pengembangan manajemen kinerja berbasis Balanced Scorecard (BSC) yang hubungan antar faktornya tidak bersifat statis, tetapi bisa dimodelkan secara dinamik. Dengan cara demikian, maka model pertumbuhan UKM yang sifatnya strategis bisa dijelaskan secara lebih tepat.

Terkait dengan pembahasan penelitian masalah kinerjalain UKM dengan metode SD, beberapa penelitian lainnya membahas dalam perspektif yang berbeda.Winch & Bianchi (2006) membahas penguatan daya saing global melalui penguatan efek *word-of–mouth*, revitalisasi riset dan pengembangan, dan kompetisi internal dalam pendanaan, sementara Arenas (2004) membahas tentang lemahnya akses kredit UKM sebagai permasalahan utama yang ada pada UKM di Kolumbia. Kelemahan model Arenas ini adalah penerapan modelnya pada sistem produksi *Make To Stock* (MTS), padahal pada umumnya banyak UKM yang sifatnya *Make To Order* (MTO), khususnya pada UKM industri kreatif.

Berbeda dengan model Arenas (2004), model Tarek & Wahba (2002) selain mengungkap pentingnya kebijakan dari sisi mikro (faktor endogen) juga menjelaskan bagaimana sistem industri Usaha Menengah dan Besar (UMB) yang beroperasi secara *Make To Order* (MTO). Model dasar difokuskan pada sistem operasional, dengan variabel endogen tingkat produktivitas, ketrampilan pekerja, tekanan jadwal produksi, tingkat cacat, tingkat investasi, motivasi pekerja, harga, training, biaya, delay pengiriman dll variable yang merepresentasikan sistem operasional bisnis. Model tersebut kemudian dikembangkan dengan memasukkan variable kebijakan, yaitu 3 (tiga) alternatif kebijakan berdasarkan skala manufaktur dengan menggunakan pendekatan kerangka waktu. Ketiga kebijakan tersebut adalah kebijakan jangka pendek, menengah, dan jangka panjang.

Dari sisi pentingnya rantai suplai, Almeida & Moura (2006) meneliti struktur rantai suplai industri permebelan kayu dengan mempelajari 42 usaha di bidang ini di daerah Uba Region, Brasil. Informasi tentang bagaimana sistem-sistem bisnis permebelan terorganisasi sepanjang rantai suplai, faktor-faktor apa saja dan bagaimana saling pengaruhnya terhadap keterpaduan rantai suplai tersebut digunakan untuk membuat skenario terbaik terkait konfigurasi rantai suplai yang mampu memberikan pengurangan ongkos produksi, peningkatan kualitas produk, dan peningkatan kapasitas produksi.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, maka kesuksesan dalam pertumbuhan UKM secara umum perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut: adanya pengaturan struktur yang melandasi penguatan sistem industri dan *partnership* antara perusahaan besar dan UKM untuk memperkuat kinerjanya (Kameyama, 2001), pengaitan kinerja antara level mikro/endogen dengan level makro/eksogen (Bianchi, 2002), penguatan sistem operasional MTO melalui 3 (tiga) alternatif kebijakan, yaitu jangka pendek, menengah, dan panjangberdasarkan skala manufaktur (Tarek & Wahba, 2002), penguatan akses kredit (Arenas, 2004), keterpaduan antara rantai suplai untuk membuat skenario kebijakan terbaik (Almeida & Moura, 2006), penguatan daya saing global melalui penguatan efek *word-of–mouth*, revitalisasi riset dan pengembangan, dan kompetisi internal dalam pendanaan (Winch & Bianchi, 2006), penyusunan proyeksi kinerja kedepan melalui perencanaan skenario (Bhattacharya, 2009), kemampuan mempredisi profil pertumbuhan (Farouk & Saleh, 2011), dan pengembangan manajemen kinerja berbasis Balanced Scorecard/BSC melalui sistem Perencanaan dan Pengendalian (Bianchi, 2012a; 2012b).

Model Pertumbuhan Kinerja

Penelitian model dinamik pertumbuhan yang dilakukan Bivona (2000), Kameyama et al (2001), Tarek & Wahba (2002), hingga Bianchi (2012a; 2012b) bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan kinerja dari sistem bisnis yang diamati.

Pertumbuhan kinerja berhubungan erat dengan kerangka sistem manajemen kinerja Balanced Scorecard (BSC) yang dikembangkan oleh Kaplan & Norton (1996). BSC yang awalnya bersifat statis kemudian dikembangkan menjadi *Dynamic BSC*, yang menggabungkan sistem manajemen kinerja BSC dengan model sistem dinamik (SD). Penggabungan ini dalam opini peneliti memungkinkan dilakukannya skenario kebijakan penyelarasan, yang memungkinkan dilakukannya analisis pertumbuhan bisnis sesuai dengan *strategy map* yang telah dikembangkan perusahaan.

Skenario kebijakan penyelarasan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pertumbuhan bisnis bisa diterapkan baik pada sistem bisnis maupun sistem pemerintahan. Beberapa penelitian masih berfokus pada kasus penyelarasan BSC yang terjadi pada level perusahaan (mikro ekonomi), seperti yang dilakukan Akkermans & Oorschot (2002), Young & Tu (2004), Cruz (2010), dan Bianchi (2012a).

Dalam opini peneliti, penyelarasan pada level perusahaan (bisnis) mudah dilakukan karena sumber pendanaannya dari satu sumber korporasi, sehingga penyelarasan bisa diturunkan (*cascading)* dari strategi korporasi. Hal ini berbeda dengan penyelarasan pada level pemerintahan.

Oleh karena itu, penyelarasan di level pemerintah bisa dilakukan antara lain melalui desain alokasi anggaran sebagai "alat penekan" agar mampu meminimasi ego sektoral dalam mencapai tujuan strategis pemerintah, seperti pada kasus penentuan KIID (Kompetensi Inti Industri Daerah) hingga penentuan IU (Industri Unggulan) daerah dari Kabupaten/Kota/Provinsi.

Model Dinamik Kompetisi Alokasi

Pemilihan 1 (satu) Industri Unggulan Fokus(IUF) dari 2 (dua) Industri Unggulan Prioritas (IUP) ditingkat Kabupaten/Kota/Provinsi, dalam kerangka KIID,memiliki tujuan strategismemberdayakan produk unggulan daerah yang berpotensi mendapatkan insentif kebijakan dari pemerintah sebagaimana Perpres 28 tahun 2008 pasal (4) ayat (1a).

Mengingat implementasi KIID membutuhkan prioritas sharing alokasi anggaran antara pemerintah pusat (APBN) dan daerah (APBD) yang tepat (Huseini, 2000; Andang, 2009)yang akan berimplikasi pada kebijakan alokasi anggaran pemerintah dalam jangka panjang, maka peneliti berpendapat perlu diterapkan suatu metode pemilihan alternatif yang mampu menjadi alternatif metode yang digunakan sebelumnya, seperti metode AHP, SWOT, dan FGD. Penggunaan model kompetisi alokasi dalam pandangan peneliti mampu menjadi solusi penyelarasan untuk mencapai tujuan strategis pemerintahdi level pemerintah dalam meminimasi ego sektoral antar departemen melalui kebijakan prioritas alokasi anggaran.

Penelitian model kompetisi alokasi dalam pengamatan peneliti banyak dilakukan untuk kasus perusahaan non UKM, seperti yang dilakukan oleh Dangerman & Gröβler (2011), Azabadi et al (2012), dan Santos (2012). Penelitian Dangerman & Gröβler (2011) mengupas fenomena archetype *success to successful* yang terjadi dalam sistem energi dan menganalisis opsi-opsi kebijakan yang mungkin diterapkan. Secara khusus papernya memaparkan upaya dalam menemukan penyelesaian alokasi investasi antara teknologi energi konvensional dengan teknologi energi alternatif. Upaya-upaya untuk mengembangkan energi alternatif mengalami kesulitan karena alokasi dana selama ini tertuju pada operasional energi konvensional, tetapi dimungkinkan opsi untuk menggeser kebijakan alokasi ke energi alternatif.

Penelitian Azabadi et al (2012) menyimpulkan bahwa organisasi akan lebih sukses jika mampu secara terus-menerus mengelola pengetahuan (knowledge) sebagai aset, melalui aktivitas-aktivitas operasionalnya. Dalam papernya, disimulasikan model sistem dinamik yang memasukkan pengetahuan organisasi, pengetahuan individu dan hubungan antara CSF (*Critical Success Factors*) dari manajemen pengetahuan dan manajemen pengetahuan praktis. Kemudian dilakukan 5 (lima) skenario yang melibatkan asumsi perubahan proporsi anggaran dan dampaknya terhadap daya saing organisasi dalam berkompetisi.

Bila Azabadi et al (2012) meneliti permasalahan kompetisi alokasi di level perusahaan sedangkan Dangerman & Gröβler (2011) pada level kebijakan pemerintah pada level satu departemen (energi), maka penelitian Santos (2012) menggabungkan *archetypessuccess to successful* dan *growth underinvestment* dengan menganalisis kebijakan di level satu departemen dalam hal pengembangan pelabuhan di Lisbon melalui berbagai faktor yang terkait dengan upaya pengembangan kapasitas pelayanan.Permasalahan

kompetisi *success to successful* dalam hal ini terjadi antara pengembangan *break bulk cargo* dengan *continuous cargo*, juga pada pembangunan jalan /transportasi darat pelabuhan.

Model kompetisi *success to successful* dalam kasus keputusan pemilihan kebijakan pemerintah sebagaimana penelitian Dangerman & Gröβler (2011) dan Santos (2012) memberikan gambaran bahwa alokasi investasi (anggaran) akan sangat ditentukan oleh skenario-skenario yang dipakai dalam memenuhi kriteria kinerja yang diterapkan. Meskipun demikian, penelitian keduanya masih melibatkan kebijakan alokasi investasi (anggaran) pada level satu departemen, dan belum menyentuh pada permasalahan bagaimana bila kasus tersebut melibatkan multi departemen dalam kasus penyelarasan kebijakan berbasis BSC pada level kebijakan makro pemerintahan, sehingga mampu mendorong kinerja level mikro pelaku bisnis UKM.

PENGEMBANGAN PETA PENELITIAN

Berdasarkan tinjauan pustaka sebelumnya, maka dapat dikembangkan 2 (dua) isu kritis penelitian yang menyangkut: (1) sifat interaksi pertumbuhan; (2) isu kritis dari fokus obyek penelitian. Sifat interaksi pertumbuhan diidentifikasi peneliti berdasarkan klasifikasi sistem interaksi yang telah dilakukan oleh Pistorius & Utterback (1996) dan Chiang & Wong (2011).

Dengan memodifikasi model pertumbuhan biologi Lotka-Volterra, Pistorius & Utterback (1996) membagi sistem interaksi menjadi 3 (tiga), *predator-prey*, *symbiosis*, dan *pure competition*, sementara Chiang & Wong (2011) menambahkan tiga jenis sistem interaksi lain, yaitu *neutralism* (tidak ada kompetisi/interaksi), *commensalism* (salah satu produk mendapatkan manfaat dari keberadaan produk yang lain, dan *amensalism* (salah satu produk menderita karena keberadaan produk lain). *Commensalism* dan *amensalism* sifatnya saling berinteraksi, tetapi tidak saling berkompetisi.*Neutralism* jelas tidak saling berinteraksi maupun berkompetisi.

Mengingat bahwa sistem interaksi antar 2 (dua) entitas bisa bersifat interaksi meskipun tidak berkompetisi sebagaimana definisi Pistorius & Utterback (1996) untuk sistem interaksi simbiosis dan definisi Chiang & Wong (2011) untuk sistem interaksi*commensalism* dan *amensalism*, maka penelitimenyimpulkan bahwa ada 2 (dua) kelompok utama dalam penelitian model berbasis sistem interaksi pertumbuhan, yaitu model kompetisi dan model non kompetisi. Sistem interaksi non kompetisi yang dimaksud peneliti adalah pertumbuhan single entitas ataupun sistem interaksi yang sifatnya*commensalism* dan *amensalism* sebagaimana definisi tambahan dari Chiang & Wong (2011). Pada model pertumbuhan analitis, model non kompetisi yang dimaksudadalah model pertumbuhan *single entitas* dengan proses kompleks yang terdiri dari beberapa bentuk kurva logistik tak beraturan sebagaimana yang dikembangkan Meyer et al (1999).

Selain pengelompokan berdasarkan sistem interaksi, peneliti mengelompokkan beberapa penelitian yang sifatnyakompetisi alokatif, yaitu kompetisi antara entitas (produk atau produsen) dalam memperebutkan alokasi, baik dari sumber internal ataupun eksternal (Braun, 2002).Dengan demikian, peta penelitian model interaksi pertumbuhan bisnis dalam penelitian ini akan dikelompokkan menjadi 3 (tiga), yaitu: (1) non kompetisi, (2) kompetisi, (3) kompetisi alokasi.

Dari sisi identifikasi isu kritis dari fokus obyek penelitian, peneliti mengidentifikasi bahwa penelitian-penelitian sebelumnya yang dikaji melibatkan: (1) penelitian Sistem Bisnis (SB) yang hanya melibatkan skenario kebijakan pada perusahaan di level mikro, atau hanya pada level satu departemen pada sistem pemerintahan (2) penelitian SB dengan melibatkan skenario kebijakan antar tujuan strategis pada sistem perusahaan, atau penyelarasan multi departemen pada sistem pemerintahan.

Berdasarkan identifikasi tersebut, isu kritis dari fokus obyek penelitianakan dikelompokkan peneliti menjadi 2 (dua), yaitu:

1. Pertumbuhan kinerja SB, yaitu penelitian-penelitian yang berhubungan dengan pengkajian model interaksi pertumbuhan, yang melibatkan skenario kebijakan pada perusahaan itu sendiri (level mikro), atau hanya pada level satu departemen pada sistem pemerintahan.
2. Pertumbuhan kinerja SB+ Kebijakan Penyelarasan, yaitu penelitian-penelitian yang pada sistem pemerintahan berhubungan dengan kebijakan-kebijakan penyelarasan di level makro, antara departemen teknis dan departemen terkait dalam menunjang kinerja pertumbuhan SBhingga memperkuat struktur industri yang ada. Sedangkan pada sistem perusahaan berhubungan dengan skenario kebijakan antar tujuan strategis.

Kedua isu kritis dan fokus obyek penelitian tersebutakan dipetakan dengan klasifikasi model interaksi pertumbuhan bisnis sebelumnya, sehingga diperolehpeta penelitian tentangpeluang riset-riset yang relevan terkait dengan topik riset model interaksi pertumbuhan bisnis sebagaimana Tabel berikut.

Tabel 1. Peta Riset terkait Pertumbuhan Kinerja

Sifat Kompetisi	SB		SB + Kebijakan Penyelarasan	
	Analitik	**Simulasi**	**Analitik**	**Simulasi**
Non Kompetisi	Marchetti (1994) Meyer & Ausubel (1999) Tsoularis (2001) Shepherd & Stoijkov (2007) Fokas (2007) Kucharavy et al (2009) Grozdanovski & Shepherd (2009)	Bivona (2000) Bianchi& Bivona (2002) Haroon & Wahba (2002) Tarek & Wahba (2002) Arenas (2004) Winch & Bianchi (2006) Almeida & Moura (2006) Farouk and Saleh (2011)	Aljarrah (2007) Jajri (2008) (**)	Kameyama et al (2001) Akkerman & Oorschot (2002) Young & Tu (2004) Nielsen & Nielsen (2006) Cruz (2010) Saeed (2008) Federico et al (2012) Bianchi (2012)
Kompetisi	Dimotikalis (2001) Lee et al (2009) Kim et al (2006) Bataineh, et al (2008) Li and Mao (2009) Zhu and Yin (2009) Baigent (2010) Dayar (2010) Boretos (2011) Chiang and Wong (2011) Johngwa (2011) Jiang, et al (2012) Lakka, et al (2012) Yukalov, et al (2012)	Castiaux (2004) Ahmadian (2008) Pretorius & Pretorius (2012) (*)	Lee, et al (2005) (**)	Shepherd & Balijepalli (2012) (**)
Kompetisi Alokasi (S to S)	(x)	Azabadi (2012) Dangerman & Gröβler (2011) Santos (2012)	(x)	(***)

Keterangan : Tanda (x) menunjukkan tidak ada penelitian yang relevan karena metodenya tidak bisa digunakan. Tanda (*) menunjukkan ada peluang penelitian, semakin banyak bintang semakin besar peluang.

ANALISIS

Beberapa peluang penelitian yang bisa diidentifikasi berdasarkan Tabel diatas adalah:

1. Penelitian dengan metodeanalitik, untuk model interaksi non kompetisi dan kompetisi, pada aplikasipertumbuhan knerja SB + Kebijakan Penyelarasan.
2. Penelitian dengan metodesimulasi, untuk model interaksi kompetisi dan kompetisi alokasi, pada aplikasi pertumbuhan kinerja SB maupun pertumbuhan kinerja SB +Kebijakan Penyelarasan dengan metode simulasi.

Penelitian pertumbuhan kinerja dengan metode analitik yang membahas pertumbuhan kinerja SB + Kebijakan Penyelarasan berpeluang untuk diteliti, meskipun dalam membahas penyelarasan kebijakan peneliti berpendapat bahwa metode SD lebih tepat digunakan (dibandingkan metode analitik) dalam membahas penyelarasan kebijakan dengan alasan: (1) kebijakan sifatnya kompleks dan melibatkan perilaku sistem besar (Dutta & Sridhar, 2002), (2) merupakanperencanaan strategis dan keputusan strategis (Papageorgiou &Hadjis,

2011; Jahangirian, 2010), (3) SD tepat digunakan untuk pembuatan kebijakan publik hingga pembuatan kebijakan industri (Chan & Ip, 2011).

Adapun penelitian dengan metode analitik yang diaplikasikan untuk penyelarasan kebijakan, sebagaimana penelitian Aljarrah (2007), Jajri (2008), dan Lee, et al (2005) menunjukkan adanya keterbatasan dalam melakukan skenario opsi kebijakan.

Penelitian pertumbuhan kinerja SB dengan metode simulasi, khususnya untuk kasus kompetisi dilakukan oleh Castiaux (2004), Ahmadian (2008), dan Pretorius & Pretorius (2012). Penelitian Castiaux (2004) membahas berbagai macam partnership pada kasus seperti inter organizational learning dengan menggunakan persamaan LV pada pemodelan SD nya. Ahmadian (2008) juga menggunakan persamaan LV dalam model kompetisi dinamiknya. Pretorius & Pretorius (2012) mensimulasikan tiga teknologi yang berinteraksi secara kompetisi dengan simulasi monte carlo dan SD. Dalam papernya, sistem teknologi diperlakukan sebagai suatu sistem berpasangan dimana dinamika interaksinya digambarkan dalam persamaan diferensial Lotka -Volterra. Meskipun demikian, model-model LV dinamik dari ketiga penelitian tersebut dalam pandangan peneliti hanya menyelesaikan dari persamaan matematis dari model analitik LV yang sudah ada dalam bentuk grafis sistem dinamik Dengan cara demikian, maka model-model secara grafis belum mampu menunjukkan unsur dinamika dari kompetisi pertumbuhan yang terjadi, sehingga skenario kebijakannya terbatas. Penjelasan detail tentang komparasi ketiga penelitian ini akan dibahas ada paper berikut.

Peluang terbesar penggunaan metode simulasi dalam kasus pertumbuhan kinerja SB + Kebijakan Penyelarasan dalam pandangan peneliti adalah model interaksi kompetisi alokasi, khususnya untuk kasus kebijakan penyelarasan multi departemen dalam sistem pemerintahan untuk melakukan prediksi pertumbuhan kinerja N-tahun kedepan. Implementasinya akan bisa digunakan untuk menyelesaikan pemilihan 2 (dua) dari 1 (satu) produk unggulan prioritas dalam konsep IU Provinsi/KIID. Model interaksi kompetisi alokasi sudah pasti menggunakan metode simulasi SD, sehingga tidak ada penelitian relevan yang menggunakan metode analitis.

Dalam kasus penggunaan metode simulasi untuk kasus pertumbuhan kinerja, baik untuk Pertumbuhan kinerja SB maupun Pertumbuhan kinerja SB + Kebijakan Penyelarasan, peneliti berpendapat dapat diklasifikasikan lebih lanjut menjadi 2 (dua), yaitu yang menggunakan konsep BSC, dan yang Non BSC. Pembahasan lebih lanjut tentang hal ini dapat dilihat pada paper kedua dengan judul: Pemetaan Model Pertumbuhan Kinerja Berbasis Simulasi.

KESIMPULAN

Penelitian model interaksi pertumbuhan bisnis berpeluang untuk diteliti baik pada sistem interaksi non kompetisi, kompetisi, dan kompetisi alikasi. Pada sistem interaksi non kompetisi, peluang penelitian ada pada kasus penggunaan metode analitik yang diterapkan pada pertumbuhan SB yang melibatkan kebijakan penyelarasan. Meskipun demikian, penggunaan metode analitik yang diterapkan pada kasus kebijakan penyelarasan menurut pendapat peneliti membuat keterbatasan dalam melakukan skenario opsi kebijakan sebagaimana yang dihasilkan oleh penelitian Aljarrah (2007), Jajri (2008), dan Lee, et al (2005).

Pada sistem interaksi kompetisi, ada peluang penelitian untuk penggunaan metode analitik maupun simulasi. Meskipun demikian, peluang lebih baik ada pada implementasi kasus SB yang melibatkan kebijakan penyelarasan, baik dengan menggunakan metode analitik sebagaimana penelitian Lee, et al (2005) maupun metode simulasi sebagaimana penelitian Shepherd & Balijepalli (2012).

Peluang penelitian terbesar ada pada sistem kompetisi alokasi berbasis metode simulasi, yaitu simulasi dinamik, yang diimplementasikan pada pertumbuhan Sistem Bisnis (SB) yang melibatkan kebijakan penyelarasan. Penggunaan metode sistem dinamik (SD) tepat digunakan untuk menjelaskan hubungan dan pengaruh dari kebijakan yang diambil dalam meningkatkan kinerja pertumbuhan sistem bisnis (Chan & Ip, 2011). Mengingat bahwa pertumbuhan bisnis sangat erat hubungannya dengan skenario pertumbuhan kinerja, dalam paper selanjutnya peneliti akan mengklasifikasikan penggunaan metode simulasi tersebut menjadi 2 (dua), yaitu yang menggunakan konsep Balanced Scorecard (BSC), dan yang Non BSC

DAFTAR PUSTAKA

Akkermans, H., and Oorschot, K. (2002). Developing a Balanced Scorecard with System Dynamics. http://www.systemdynamics.org.

Aljarrah, M. A. (2008). Non Oil Export Growth and Economic Development in Saudi Arabia: A Simultaneous Equations. Majallat dirasat al- Khalij wa-al-Jazirah al Arabiyah.Vol.34 (129). pp. 25-44.

Almeida, L.B. and Moura, A.D. (2006). The Assessment of the Production Outsourcing Strategy in the Wood Furniture Industry of the Uba, Region (Brazil), through the Development of a Dynamic Model. IAAE 2006 Conference Proceedings.

Arman, H.Nasution, Alva, E.Tontowi, Bertha, M.Shopa, dan Budi, H (2014). Pemetaan Model Interaksi Pertumbuhan Bisnis. Seminar Nasional IDEC, UNS.

Azabadi, J.H., Noorossana, R., Jafari, M., and Owlia, M.S. (2012). Knowledge Management : Analysis A System Dynamics Approach.ICIIM 2012 Conference Proceedings.

Bhattacharya,A. (2009).Strategy and Small Medium Entreprise Growth.http://expertadvice.biz2credit.com.

Bianchi, C. (2012[a]). Managing Sustainable SME Growth: An SD perspective. http://academia.edu.

Bianchi, C. (2012[b]). Enhancing Performance Management and Sustainable Organizational Growth Through System-Dynamics Modelling. Systemic Management for Intelligent Organizations.

Bianchi, C. and Bivona, E. (2002). Opportunities and pitfalls related to e-commerce strategies in small medium firms: a system dynamics approach. System Dynamics Review.18 (3). pp. 403–429.

Braun, W., 2002, The System Archetypes, http://www.albany.edu.

Boretos, G.P. (2011). IS model: A general model of forecasting and its applications in science and the economy. Technological Forecasting & Social Change. Vol.78. pp.1016–1028.

Castiaux, A. (2004). Inter organizational learning Lotka-Volterra modeling of different types of relationships. International System Dynamics Conferences.

Chan, S.L, Ip, W.H. and Cho, V. (2011). A model for predicting customer value from perspectives of product attractiveness and marketing strategy. *Expert Systems with Applications.*Vol.37.pp.1207–1215.

Chiang, Y. and Wong, G. (2011). Competitive diffusion of personal computer shipments in Taiwan. Technological Forecasting and Social Change. Vol.8. pp.526-535.

Cruz, Jorge, A., (2010). Developing a sound Operation Strategy's Balanced Scorecard's using System Dynamics : a Case Study. http://cicia.uprrp.edu/publicaciones/Papers/10-11.

Darwanto, Herry. (2010). Balanced Scorecard untuk Organisasi Pemerintah. Direktorat Pengembangan Kawasan Khusus dan Tertinggal, Bappenas.

Dangerman, A. T. C. J. and Größler, A. (2011). No way out? – Analysing policy options to alleviate orderail Success-to-the Successful in the energy system. http://www.systemdynamics.org.

Dutta, A. And Sridhar, V.(2003).Modlling Growth of Cellular Services in India: A Systems Dynamics Approach. Proceeding of the 36th Hawwai International Conference on System Sciences.

Marchetti, Meyer, and Ausubel. (1996). Human Population Dynamic Revisited with the Logistic Model: How Much Can be Modeled and Predicted?. Technological Forecasting and Social Change. Vol. 52, Pp. 1-30.

Meyer. F and Vallee, J. (1975). The Dynamics of Long-Term Growth. Technological Forecasting and Social Change, Vol.7. Pp.285-300.

Meyer, P., Yung, S., Jason, W., and Ausubel, J.H. (1999). A Primer on Logistic Growth and Substitution : The Mathematics on the Loglet Lab Software, Technological Forecasting and Social Change. Vol.61(3). Pp.247-271.

Meyer, P., Yung, S., Jason, W., and Ausubel, J.H. (1999). A Primer on Logistic Growth and Substitution : The Mathematics on the Loglet Lab Software. Technological Forecasting and Social Change, Vol.61(3). Pp.247-271.

*Santos, dos A.M.P. (2007).*Analysis of Investment Policies for the Port of Lisbon with a System Dynamics Model, Master Thesis in Naval Architecture and Engineering, Universidade Técnica de Lisboa

Saeed, Khaled. (2008). Classical Economics on Limits to Growth, paper of Economics and System Dynamics Social Science and Policy Studies. Department Worcester Polytechnic Institute, USA.

Shepherd and Stojkov. (2007). The logistic population model with slowly varying carrying capacity. ANZIAM Journal.Vol. 47. pp C492-C506.

Sterman, J.D.,2000, Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World, Irwin McGraw-Hill, USA.

Federico, B., Cristiano, B., Maurizio, L. and Gianfranco, Z. (2012). Matching Role Playing, Balanced Scorecards and System Dynamics Modelling in Management Training: the "Strategic-MicroFactory". http://www.systemdynamics.org.

Fokas, N.(2007). Growth Functions, Social Difussion, and Social Change**.**Review of Sociology,Vol.13. Pp.5–30.

Grozdanovski, T. (2009). Multi-Scaling Methods Applied to Population Models.PhD Dissertation.School of Mathematical and Geospatial Sciences' RMIT University, Melbourne, Australia.

Haroon, M.I., and Wahba, K. (2002). A Generic Tool Based on System Dynamics Approach To Assess SME Business Stability and Help Designing Business, www.systemdynamics.org.

Hudson, M., Smart, A. and Bourne, M. (2001). Theory and practice in SME performance measurement systems. International Journal of Operations and Production Management, Vol.21, Pp.1096-1115.

Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L. and Young, T. (2010). Simulation in manufacturing and business: A review. European Journal of Operational Research. Vol.203. Pp.1–13.

Jajri, I. (2008). Foreign Direct Investment And Economic Growth: A Simultaneous Model, www.wbiconpro.com.

Jiang, D., Ji, C., Li, X., and O'Regan, D. (2012). Analysis of Autonomous Lotka–Volterra Competition Systems with Random Perturbation. Journal Math. Anal. Appl., Vol. 390, Pp.582–595.

Kim, J-Tae, Park, S-Hyun, Kim, S-Hee and Kim, S-Wook., (2003). On Building a Dynamic BSC Model for Strategic Performance Measurement in Public Sector. http://www.systemdynamics.org.

Kaplan and Norton. (2004). The Strategy Map, guide to aligning intangible assets, Strategy & Leadership. Vol.32, No.5, Pp. 10-17, Emerald Group Publishing Limited.

Kaplan and Norton. (2004). The Strategy Map, guide to aligning intangible assets, Strategy & Leadership. Vol.32, No.5, Pp. 13-14. Emerald Group Publishing Limited.

Kreng, V.B. and Wang, H.T. (2009). The interaction of the market competition between LCD TV and PDP TV. Computers & Industrial Engineering. Vol. 57. Pp. 1210–1217.

Lee, S.J., Lee, D-J., and Oh, H-S. (2005). Technological Forecasting at the Korean Stock Market: A Dynamic Competition Analysis using Lotka-Volterra Model. Technological Forecasting & Social Change, 72, Pp.1044-1057.

Lee, S., Choi, J., Cho, H., and Park, Y. (2009). Patent Analysis on the Structure and Patterns of Competition across Information and Communications Technologies:Lotka-Volterra Equation Approach. Asia Pacific Management Review.Vol.14(2). Pp.175-192.

Mooraj, S., Oyon, D. and Hostettler D. (1999). The Balanced Scorecard: a Necessary Good or an Unnecessary Evil. European Management Journal. vol 17. pp.481-491

Neely, A., Gregory, M. and Platts, K. (1995). Performance Measurement System Design. International Journal of Operations and Production Management, Vol.15. pp.80-116.

Papageorgiou, G. and Hadjis, A. (2011). Strategic Management via System Dynamics Simulation Models, World Academy of Science. Engineering and Technology. Vol.59.

Pistorius and Utterback. (1996). A Lotka-Volterra Model for Multi-mode Technological Interaction: Modeling Competition, Symbiosis and Predator Prey Modes. International Centre for Research on the Management of Technology. WP#155-96. Sloan WP#3929.

Pretorius, L. and Pretorius, J.H.C. (2012), A SD Approach to Uncertainty in Bridging Technology Interaction, CIE42 Proceedings. Cape Town, South Africa.

Saeed, K. (2008). Classical Economics on Limits to Growth, paper of Economics and System Dynamics Social Science and Policy Studies. Department Worcester Polytechnic Institute, USA.

Shepherd, S. and Balijepalli, C. (2012). A Dynamic Model of Two Competing Cities: The Effects of Competition on Tools and Land Use. www.systemdynamics.org.

Tarek, A.E. & Wahba, K. (2002). Reengineering the Furniture Industry in Egypt to Help Improve its Export Capability A System Dynamics View. www.systemdynamics.org.

Winch, G.W., and Bianchi, C. (2006). Drivers and Dynamic Processes for SMEs Going Global, Journal of Small Business and Enterprise Development.Vol. 13(1), Pp. 73-88

Young, S.H. & Tu, C.K., (2004). Exploring some Dynamically Aligned Principles of Developing Balanced Scorecard, http://www.systemdynamics.org.

Zhu & Yin. (2009). On Competitive Lotka–Volterra Model in Random Environment. Journal. Math. Analysis Appl. Vol.357. Pp.154–170.

PEMETAAN MODEL PERTUMBUHAN KINERJA BERBASIS SIMULASI

Arman Hakim Nasution[1], Alva Edy Tontowi[2], Bertha Maya Shopa[3], Budi Hartono[4]
[1] Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik,UGM dan Jurusan Manajemen Bisnis, FTI, ITS
[2,3,4]Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta
Telp: 62-274-521673
Email: armanhakim.nasution@gmail.com; arman@mb.its.ac.id

ABSTRAKS
Metode simulasiberbasis sistem dinamik banyak digunakan untuk menjelaskan hubungan dan pengaruh dari kebijakan yang diambil untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan sistem bisnis. Banyak penelitian diantaranya menggabungan model sistem manajemen kinerja Balanced Scorecard (BSC) dengan model sistem dinamik (SD). Gabungan metode tersebut memunculkan istilah Dynamic Balanced Scorecard(Dynamic BSC). Model Dynamic BSC sudah banyak diterapkan pada kasus non kompetisi di sektor bisnis, sementara masih sedikit diteliti pada sektor pemerintahan, khususnya pada kasus kompetisi. Meskipun demikian, pada kasus revitalisasi peran pemerintah yang melibatkan penyelarasan kinerja antar departemen teknis seperti pada kasus kompetisi alokasi anggaran, dimungkinkan untuk menggunakan model SD dalam kerangka pola pikir BSC (BSC-Like) yangberbeda metode teknisnya dengan model Dynamic BSC. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan penelitian model pertumbuhan kinerja yang menggunakan metode simulasi, baik untuk kasus non kompetisi, kompetisi interaktif, dan kompetisi alokasi pada sektor bisnis maupun pemerintahan, serta mengkaji peluang lebih lanjut penggunaan metode simulasi dinamik dalam kerangka frameworkBSC–Like, khususnya pertumbuhan kinerja UKM yang berkompetisi memperebutkan anggaranpemerintah dalam penentuan industri unggulan fokus provinsi dalam kerangka KIID

Kata kunci: *sistem dinamik, balanced scorecard, dynamic BSC, kompetisi alokasi, penyelarasan, pertumbuhan UKM*

PENDAHULUAN

Metode simulasi berbasissistem dinamik (SD) tepat digunakan untuk menjelaskan hubungan dan pengaruh dari kebijakan yang diambil dalam meningkatkan kinerja pertumbuhan sistem bisnis (Chan & Ip, 2011), baik yang sistem interaksinya kompetisi maupun non kompetisi (Arman dkk, 2014).Pada paper sebelumnya, Armandkk (2014) mengkaji penggunaan metode analitis dan simulasidalam menyelesaikan masalah sistem interaksi pertumbuhan, sehingga menghasilkan peta penelitian yang mengidentifikasi peluang penelitian dibidang model interaksi pertumbuhan bisnis.

Pada penelitian dengan metode simulasi, baik pada kasus non kompetisi, kompetisi, dan kompetisi alokasi, peneliti mencermati bahwa ada penelitian-penelitian yang melibatkan kerangka Balanced Socercard (BSC), ada yang tidak. Kerangka BSC yang dimaksud adalah pengabungan antaramodel pengukuran kinerja BSC dengan model sistem dinamik (SD) dalam meningkatkan kinerja pertumbuhan. Gabungan metode tersebut memunculkan istilah *Dynamic Balanced Scorecard(Dynamic BSC)*, yaitu pengembangan BSC untuk menganalisis, membangun, dan meninjau ulang strategi dengan menggunakan sistem dinamik (Young & Tu, 2004).

Framework BSC merubah konsep pengukuran kinerja tradisional dari suatu perusahaan yang hanya terfokus pada ukuran finansial menjadi multi perspektif tahapan proses dalam mencapai kinerja finansial (Kennerly & Neely, 2003), sehingga secara teoritis peneliti berpendapat bahwa BSC memang tepat digunakan untuk meningkatkan kualitas pertumbuhan kinerja entitas bisnis tunggal dengan sifat sistem interaksi non kompetisi, bukan untuk kasus kompetisi. Beberapa penelitian *Dynamic BSC* untuk kasus non kompetisi banyak dilakukan, antara lain Kameyama et al (2001), Akkerman & Oorschot (2002), Young & Tu (2004), Nielsen & Nielsen (2006), Cruz (2010), Saeed (2008), dan Federico et al (2012).

Meskipun demikian, *frameworkdynamic BSC*menurut pendapat peneliti bisa diterapkan untuk kasus kompetisi alokasi, khususnya pada kasus pengembangan model yang mampu memprediksi pertumbuhan kinerja dari dua sistem bisnis yang saling berkompetisi dalam memperebutkan anggaran. *Framework*BSC yang dimaksud adalah dalam bentuk kerangka pola pikir sistem kerja BSC (selanjutnya disebut*BSC-Like*),

yang akan menjadi dasar pengembangan modelsimulasi dinamik dalam meningkatkan kualitas kinerja dari sistem yang berkompetisi secara alokatif tersebut.

Paper ini bertujuan untuk memetakan penelitian model pertumbuhan kinerja yang menggunakan metode simulasi pada kasus non kompetisi, kompetisi, dan kompetisi alokasi, baik pada sektor bisnis dan pemerintahan. Pemetaan penelitian dalam model pertumbuhan kinerja tersebut akan dibagi dalam kelompok yang menggunakan *framework* BSC dan non BSC.

Kontribusi paper ini adalah memberikan peta peluang penelitian kinerja pertumbuhan yang menggunakanmetode simulasi berbasis SD,khususnya untuk kasus kompetisi alokasi anggaran pemerintah. Model gabungan SD dalam kerangka *BSC-Like(Dynamic BSC-Like)*untuk sektor pemerintah menurut pendapat peneliti dapat diaplikasikan untuk mengefisiensikan anggaran pengembangan UKM, seperti untuk penguatan pertumbuhan kinerja industri unggulan prioritas dalam kerangka Kompetensi Inti Industri Daerah (KIID).

DYNAMIC BSC

Pertumbuhan bisnis membutuhkan alat ukur keberhasilannya berupa ukuran kinerja. Penelitian Kameyama (2001) dan Bianchi (2012a; 2012b) di sektor UKM sebelumnya menyarankan pentingnya UKM melakukan pengukuran dan pengembangan manajemen kinerja berbasis *Balanced Scorecard* (BSC). Bila Kameyama (2001) menyarankan UKM cukup menggunakan model BSC konvensional yang statis, Bianchi (2012a) menekankan pentingnya peran pengembangan manajemen kinerja berbasis BSC yang hubungan antar faktornya tidak bersifat statis, tetapi bisa dimodelkan secara dinamik.

Beberapa penelitian BSC yang dimodelkan secara dinamik dalam rentang waktu antara penelitian Kameyama (2001) hingga Bianchi (2012a) dilakukan oleh Haroon & Wahba (2002), Akkermans & Oorschot (2002), Young & Tu (2004), dan Cruz (2010). Dari keempat penelitian tersebut, hanya Haroon & Wahba (2002) yang membahas kasus UKM, sedangkan ketiga penelitian lainya membahas kasus perusahaan non UKM.

BSC selama ini bisa menjadi alat yang *powerful* untuk pemetaan strategi dan penyelarasan kinerja (Kaplan & Norton, 1996). Meskipun demikian, sifat BSC yang statik karena menganggap kondisi berada dalam *steadystate*, membuatnya kurang cocok sebagai alat untuk pengkajian transformasi perusahaan yang sedang bertumbuh (Haroon & Wahba, 2002).

Beberapa kelemahan BSC"statis" disimpulkan oleh penelitisebagai berikut: (1) Hubungan sebab akibat yang searah dan terlalu sederhana (Warren &Langley, 1999; Nørreklit, 2000); (2) tidak memisahkan hubungan sebab dan akibat dalam fungsi waktu (Nørreklit, 2000; Platts & Kim, 2002), karena sifatnya yang searah dan terlalu disederhanakan (Akkermans & Oorschot, 2002); (3) tidak ada mekanisme untuk validasi (Hudson et al, 2001); (4) tidak cukupnya hubungan antara strategi dan operasi (Mooraj &Hostettler, 1999; Hudson et al,2001); (5) terlalu berfokus pada operasi internal (Neely et al,1995).

Untuk meminimalkan kelemahan tersebut, Haroon & Wahba (2002) mengupas permasalahan perusahaan UKM yang sedang bertumbuh dengan menggunakan model SD, yang menekankan pada hubungan sebab akibat antara faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan dan kestabilan UKM dalam bentuk umum, sehingga bisa berlaku untuk UKM lainnya yang berbeda. Berbeda dengan perspektif *generic* BSC, *framework* tersebut tersusun tersusun atas 5 (lima) sub model perspektif, yaitu: *Financial*, *Human Resources*, *Operational*, *Risk* dan *Environmental*.

Akkermans & Oorschot (2002) mengembangkan metode penyempurnaan/penyelarasan strategi pada suatu *strategy map*BSC dengan menyusun dan menganalisis *causal loop* diagram antar *key performance indicators* dari variabel-variabel operasional. *Framework* penelitian Akkermans & Oorschot (2002) inilah yang digunakan sebagai dasar oleh penelitian Young & Tu (2004) dan Cruz (2010).

Young & Tu (2004) mengungkapkan ulang keterbatasan-keterbatasan yang ada pada *strategy maps*BSC, menegaskan kembali apa yang diindikasikan oleh Akkermans & Oorschot (2002) sebagai kausalitas yang bersifat searah (*unidirectional*) dan terlalu disederhanakan, tidak memperhatikan adanya *delay* diantara relasi hubungan sebab akibatnya, tidak adanya mekanisme validasi (Hudson et al., 2001), integrasi yang tanggung atau tidak mencukupi antara strategi dan operasi (Mooraj &Hostettler, 1999; Hudson et al.,2001), dan terlalu fokus ke internal sehingga banyak terjadi bias (Neely et al. ,1995).Dengan menggabungkan BSC dan SD, dihasilkan suatu model BSC yang jauh lebih baik dan keterpaduan yang lebih konsisten antara strategi satu dengan yang lain dalam hubungan tujuan strategis dan indikator kinerja antar perspektifnya.

Kesimpulan senada diungkapkan oleh penelitian Cruz (2010). Dalam papernya, ia mengembangkan 5 (lima) tahaplangkah untuk memperoleh suatu *strategy map* yang lebih selaras dan konsisten, dengan menganalisis *causal loop* diagram antar variabel-variabel operasional berikut penyelarasan *key performance indicator*-nya.

Sedikit berbeda dengan Cruz (2010), penelitian Bianchi (2012a) mampu menjelaskan 2 (dua) hal penting yang dihasilkan dari adanya *strategy map* yang selaras dan konsisten sebagaimana yang dimaksud Cruz (2010), yaitu: (1) bagaimana kebijakan yang berbeda akan mempengaruhi faktor pengungkit kinerja, (2) bagaimana faktor pengungkit kinerja mempengaruhi indikator *outcome*.

PENYELARASAN BSC

Penyelarasan dan integrasi adalah merupakan kunci kesuksesan terpenting dalam implementasi BSC. Intangiable assets yang berupa *human capital*, *information capital*, dan *organization capital* harus diselaraskan dan diintegrasikan investasi (anggarannya) sesuai dengan strategi untuk menciptakan nilai tambah (Kaplan & Norton, 2004).

Penyelarasan dan integrasipada sektorbisnis mudah dilakukan karena sumber pendanaannya dari satu sumber korporasi, sehingga penyelarasan bisa diturunkan (*cascading)* dari strategi korporasi. Oleh karena itu, penelitian *dynamic BSC* seperti Akkermans & Oorschot (2002), Young & Tu (2004), Cruz (2010), dan Bianchi (2012a) berfokus pada kasus penyelarasan BSC yang terjadi pada level perusahaan (mikro ekonomi)

Sektor pemerintahan, baik pemerintah pusat, daerah maupun lokal, perlu mengadopsi manajemen kinerja (BSC) *dalam rangka* menjadi: akuntabel, kompetitif, ramah rakyat, berfokus pada kinerja, memenuhi harapan berbagai kelompok *stakeholders*, dan bertindak profesional sebagaimana yang dilakukan oleh sektor swasta(Darwanto, 2010). Semangat melakukan manajemen kinerja pada sektor pemerintahan di Indonesia dalam pandangan peneliti juga dipicu oleh Permendagri No.20 Tahun 2011 tentang pentingnya *research based policy making*. Permendagri ini bernuansa agar cara fikir keberhasilan sebuah Dinas/Badan pemerintah yang berbasis ukuran "berapa besar anggaran yang dihabiskan/diserap dengan outputnya" harus diubah menjadi paradigma outcome dengan dampak yang terukur.

Oleh karena itu, untuk melakukanpenyelarasan pada sektor pemerintahan, peneliti berpendapat bahwadiperlukan desain alokasi anggaran sebagai "alat penekan",sehingga mampu meminimasi ego sektoralmasing-masing departemen dalam mencapai tujuan strategis pemerintah. Permasalahan seperti prioritas alokasi anggaran pada pemilihan 2 (dua) dari 1 (satu) produk unggulan prioritas daerah dalam kerangkaKIID dalam pendapat peneliti merupakan kasus yang menantang untuk dilakukan penyelarasan.

PENGEMBANGAN PETA PENELITIAN

Merujukpetamodel interaksi pertumbuhan bisnis sebelumnya (Arman dkk, 2014), peta penelitian terkait sistem interaksi pada model pertumbuhan kinerja berbasis simulasi ini akan dikelompokkan menjadi 3 (tiga), yaitu: (1) non kompetisi, (2) kompetisi, (3) kompetisi alokasi.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang menggunakan metode simulasi dalam penelitian sebelumnya, isu kritis dan fokusobyekpenelitianakandikelompokkanpeneliti menjadi 2 (dua), yaitu:

1. Penggunaan metode simulasi yang tidak menggunakan metode *framework* BSC
2. Penggunaan metode simulasi yang menggunakan metode *framework* BSC, khususnya *Dynamic BSC*

Kedua isu kritis tersebut akan dipetakan menurut 2 (dua) fokus obyek penelitian yang berbeda tingkat kesulitan penyelarasannya, yaitu sektor bisnis dan sektor pemerintah. Pengabungan antara isukritissisteminteraksisertaisukritisdanfokusobyekpenelitianakan menghasilkanpetapenelitiantentangpeluangriset-risetyang relevanterkaitdenganpenelitian model pertumbuhankinerjaberbasissimulasisebagaimanaTabelberikut.

Tabel 1. Peta penelitian terkait model pertumbuhan kinerja berbasis simulasi

SifatInteraksi	Simulasi			
	Non BSC		BSC	
	Bisnis	Pemerintahan	Bisnis	Pemerintahan
Non Kompetisi	Arenas (2004) Bivona (2000) Bianchi (2002) Bianchi &Bivona (2002) Bianchi (2012) Almeida &Moura (2006) Farouk and Saleh (2011)	Tarek&Wahba (2002) Saeed (2008) (**)	Haroon&Wahba (2002) Young &Tu (2004) Akkerman&Oorschot (2002) Nielsen & Nielsen (2006) Cruz (2010) Federico et al (2012)	Kameyama et al (2001) Kim et al (2003) (**)
Kompetisi	Shepherd & Balijepalli (2012) Winch & Bianchi (2006) Ahmadian (2008) Pretorius & Pretorius (2012) Castiaux (2004)	(x)	(x)	(x)
KompetisiAlokasi (S to S)	Azabadi (2012) (**)	Dangerman&Gröβler (2011) Santos (2012) (*)	(***)	(***)

Keterangan : tanda (x) menunjukkan tidak ada penelitian yang relevan karena antara sifat interaksi dan metode simulasi tidak tepat dijadikan penelitian. Tanda (*) menunjukkan adanya peluang penelitian, semakin banyak bintang semakin besar peluang penelitiannya.

ANALISIS

Beberapa peluang penelitian yang bisa diidentifikasi berdasarkan Tabel diatas adalah:

7. Penelitian pada sektor bisnis, untuk model interaksi kompetisi alokasi, baik dengan metode BSC maupun non BSC
8. Penelitian pada sektor pemerintahan, untuk model interaksi kompetisialokasi yang menggunakan metode BSC dan non BSC

Pada sistem interaksi non kompetisi, penelitian yang menggunakan metode SD dan non BSC untuk memodelkan pertumbuhan kinerja sudah banyak dilakukan, antara lain Arenas (2004), Bivona (2000), Bianchi (2002), Bianchi & Bivona (2002), Bianchi (2012), Almeida & Moura (2006), Farouk & Saleh (2011). Adapun penelitian yang menggunakan metode gabungan SD dan BSC, yaitu *Dynamic BSC* diwakili oleh Haroon & Wahba (2002), Akkermans & Oorschot (2002),Young & Tu (2004), Nielsen & Nielsen (2006), Cruz (2010), Federico et al (2012) dan Bianchi (2012a).

Pada sistem interaksi kompetisi, penelitian yang menggunakan metode SD untuk memodelkan pertumbuhan kinerja pada sektor bisnis antara lain adalah penelitian Shepherd & Balijepalli (2012) Winch & Bianchi (2006), Ahmadian (2008), Pretorius & Pretorius (2012), dan Castiaux (2004).

Meskipun demikian, pada sistem interaksi non interaksi dan kompetisibelum banyak berfokus pada sektor pemerintahan. Beberapa penelitian kasus non kompetisi yang menggunakan metode SD dibidang pemerintahan antara lain adalah penelitian Tarek & Wahba (2002) dan Saeed (2008). Bila Tarek &Wahba (2002) membahas permasalahan pada industri UMB furniture, dengan model SD dan mengusulkan beberapa alternatif skenario kebijakan industri furniture di Mesir, maka Saeed (2008) memodelkan berbagai macam

sistem ekonomi dalam model SD, sehingga profil pertumbuhan yang ditimbulkan oleh konfigurasi dan keterkaitan faktor-faktor sistem ekonomi itu bisa disimulasikan.

Adapun penggunaan Dynamic BSC pada kasus non kompetisi pada sektor pemerintahan diwakili oleh penelitian Kameyama et al (2001) dan Kim et al (2003). Bila Kameyama et al (2001) hanya sekedar menekankan ide tentang pentingnya pengembangan kebijakan berbasis SD dalam kerangka BSC sektor kebijakan pemerintah yang sifatnya statis, Kim et al (2003) membahas detail teknis model *dynamic BSC* sebagai alat ukur kinerja strategis pada sektor publik.

Pada sistem interaksi kompetisi alokasi, beberapa penelitian yang menggunakan metode SD murni dilakukan baik pada sektor bisnis maupun pemerintahan. Penelitian Azabadi (2012) membahas kasus kompetisi alokasi pada sistem bisnis, sedangkan penelitian Dangerman & Größler (2011) dan Santos (2012) membahas kompetisi alokasi pada sektor pemerintahan.

Peluang penelitian dibidang kompetisi alokasi sangatlah terbuka untuk kasus kompetisi alokasi baik sektor bisnis maupun pemerintahan dengan menggunakan metode BSC. Pada sektor bisnis, peneliti berpendapat banyak kasus kompetisi alokasi sumber daya, baik SDM, anggaran, pengembangan produk, dll yang bisa menjadi studi kasus. Pada sektor pemerintahan, studi kasus tentang penentuan IU daerah dalam kerangka KIID berbasis kompetisi alokasi anggaran dianggap peneliti merupakan salah satu kasus yang menantang.

Beberapa alasan adalah karena penentuan IU daerah dalam kerangka KIID membutuhkan harmonisasi baik peran swasta maupun pemerintah (Adiningsih, 2005). Mengingat bahwa dalam rangka pengembangan UKM, peran pemerintah seharusnya mampu menjadi pendorong dan pengungkit kinerja dari sektor bisnis UKM (Kameyama, 2001), maka sudah seharusnya program-program yang dieksekusi oleh departemen terkait mampu meningkatkan *reinforcing loops* (R) yang diciptakan oleh sektor swasta. Dengan kata lain, peran pemerintah harus mampu menciptakan *balancing loops* (B) yang mampu meningkatkan *carrying capacity* dari sektor swasta (Sterman, 2008).

Peran *balancing loops* dari pemerintah inilah yang menjadi penyelaras dari model pertumbuhan kinerja bisnis. Mengingat bahwa penyelarasan merupakan framework penting dalam konsep BSC, maka peluang penelitian pada sektor pemerintahan dengan metode BSC sudah pasti lebih besar peluang penelitiannya dibandingkan dengan metode non BSC.

KESIMPULAN

Penggunaan metode simulasi pada penelitian model pertumbuhan kinerja banyak menggabungkan *Dynamic BSC* yang menggabungkan metode SD dan metode pengukuran kinerja berbasis BSC. Dengan menggunakan *framework*Dynamic BSC, model pertumbuhan kinerja dengan sistem interasi kompetisi alokasi yang melibatkan faktor kebijakan penyelarasan pada sektor bisnis maupun pemerintahan, berpeluang besar untuk diteliti.

Penyelarasan dalam model BSC merupakan point penting dalam mencapai kinerja optimal sebagaimana yang diharapkan. Penyelarasan pada sektorbisnis mudah dilakukan karena sumber pendanaannya berasal dari satu sumber korporasi, sehingga penyelarasan bisa diturunkan (*cascading)* dari strategi korporasi. Sementara penyelarasan di level pemerintah memerlukan desain alokasi anggaran sebagai "alat penekan", sehingga meminimasi ego sektoral dalam mencapai tujuan strategis kabupaten/kota/provinsi.

Oleh karena itu, penelitian model pertumbuhan kinerja untuk kasus kompetisi alokasipada sektor pemerintahanyang menggunakan modifikasi *frameworkDynamic BSC*(*Dynamic BSC-Like*)dalam pandangan peneliti lebih menantang, mengingat tingkat kesulitan dalam penyelarasannya. Dalam implementasi, penggunaan*Dynamic BSC-Like*tersebut tepat untuk diterapkan pada kasus penentuan prioritas alokasi anggaran pada pemilihan 2 (dua) dari 1 (satu) produk unggulan prioritas daerah dalam kerangka IU/KIID.

Dengan menerapkan kompetisi alokasi, maka anggaran pada departemen teknis akan bisa dinilai akuntabilitasnya melalui kriteria seberapa besar dampak skenario kebijakan anggaran yang dilakukan departemen teknis dalam mengoptimalkan*loops Balancing* (B). Optimalisasi *loops Balancing* (B) ini pada akhirnya akan mengungkit kinerja loops Reinforce (R) dari sistem bisnis industri unggulan prioritas yang dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

Adiningsih, Sri. (2005). Regulasi Dalam Revitalisasi UKM di Indonesia, makalah survey BPS dan Kemenkop UKM.

Akkermans, H., and Oorschot, K. (2002). Developing a Balanced Scorecard with System Dynamics. http://www.systemdynamics.org.

Almeida, L.B. and Moura, A.D. (2006). The Assessment of the Production Outsourcing Strategy in the Wood Furniture Industry of the Uba, Region (Brazil), through the Development of a Dynamic Model. IAAE 2006 Conference Proceedings.

Arman, H.Nasution, Alva, E.Tontowi, Bertha, M.Shopa, dan Budi, H (2014). Pemetaan Model Interaksi Pertumbuhan Bisnis. Seminar Nasional IDEC, UNS.

Azabadi, J.H., Noorossana, R., Jafari, M., and Owlia, M.S. (2012). Knowledge Management : Analysis A System Dynamics Approach.ICIIM 2012 Conference Proceedings.

Bianchi, C. (2012[a]). Managing Sustainable SME Growth: An SD perspective. http://academia.edu.

Bianchi, C. (2012[b]). Enhancing Performance Management and Sustainable Organizational Growth Through System-Dynamics Modelling. Systemic Management for Intelligent Organizations.

Bianchi, C. and Bivona, E. (2002). Opportunities and pitfalls related to e-commerce strategies in small medium firms: a system dynamics approach. System Dynamics Review.18 (3). pp. 403–429.

Castiaux, A. (2004). Inter organizational learning Lotka-Volterra modeling of different types of relationships. International System Dynamics Conferences.

Cruz, Jorge, A., (2010). Developing a sound Operation Strategy's Balanced Scorecard's using System Dynamics : a Case Study. http://cicia.uprrp.edu/publicaciones/Papers/10-11.

Darwanto, Herry. (2010). Balanced Scorecard untuk Organisasi Pemerintah. Direktorat Pengembangan Kawasan Khusus dan Tertinggal, Bappenas.

Dangerman, A. T. C. J. and Größler, A. (2011). No way out? – Analysing policy options to alleviate orderail Success-to-the Successful in the energy system. http://www.systemdynamics.org.

Santos, dos A.M.P. (2007).Analysis of InvestmentPolicies for the Port of Lisbon with a System Dynamics Model, Master Thesis in Naval Architecture and Engineering, UniversidadeTécnica de Lisboa.

Saeed, Khaled. (2008). Classical Economics on Limits to Growth, paper of Economics and System Dynamics Social Science and Policy Studies. Department Worcester Polytechnic Institute, USA.

Sterman, J.D.,2000, Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World, Irwin McGraw-Hill, USA.

Federico, B., Cristiano, B., Maurizio, L. and Gianfranco, Z. (2012). Matching Role Playing, Balanced Scorecards and System Dynamics Modelling in Management Training: the "Strategic-MicroFactory". http://www.systemdynamics.org.

Haroon, M.I., and Wahba, K. (2002). A Generic Tool Based on System Dynamics Approach To Assess SME Business Stability and Help Designing Business, www.systemdynamics.org.

Hudson, M., Smart, A. and Bourne, M. (2001). Theory and practice in SME performance measurement systems. International Journal of Operations and Production Management, Vol.21, pp.1096-1115.

Kim, J-Tae, Park, S-Hyun, Kim, S-Hee and Kim, S-Wook., (2003). On Building a Dynamic BSC Model for Strategic Performance Measurement in Public Sector. http://www.systemdynamics.org.

Kaplan and Norton. (2004). The Strategy Map, guide to aligning intangible assets, Strategy & Leadership. Vol.32, No.5, pp. 10-17, Emerald Group Publishing Limited.

Kaplan and Norton. (2004). The Strategy Map, guide to aligning intangible assets, Strategy & Leadership. Vol.32, No.5, pp. 13-14. Emerald Group Publishing Limited.

Mooraj, S., Oyon, D. and Hostettler D. (1999). The Balanced Scorecard: a Necessary Good or an Unnecessary Evil. European Management Journal. vol 17. pp.481-491

Neely, A., Gregory, M. and Platts, K. (1995). Performance Measurement System Design. International Journal of Operations and Production Management, Vol.15. pp.80-116.

Norreklit, H.(2000).The Balanced of Balanced Scorecard-A Critical Analysis of Some Its Assumptions. Management Accounting Research.Vol 11.Pp.65-88.

Pretorius, L. and Pretorius, J.H.C. (2012), A SD Approach to Uncertainty in Bridging Technology Interaction, CIE42 Proceedings. Cape Town, South Africa.

Saeed, K. (2008). Classical Economics on Limits to Growth, paper of Economics and System Dynamics Social Science and Policy Studies. Department Worcester Polytechnic Institute, USA.

Shepherd, S. andBalijepalli, C. (2012). A Dynamic Model of Two Competing Cities: The Effects of Competition on Tools and Land Use. www.systemdynamics.org.

Tarek, A.E. & Wahba, K. (2002). Reengineering the Furniture Industry in Egypt to Help Improve its Export Capability A System Dynamics View. www.systemdynamics.org.

Warren, K. & Langley, P. (1999). The Effective Communication of System Dynamics to Improve Insught and Learning in Management Education. Journal of the Operation Research Society.Vol 50, Pp.396-404.

Winch, G.W., and Bianchi, C. (2006). Drivers and Dynamic Processes for SMEs Going Global, Journal of Small Business and Enterprise Development.Vol. 13(1), pp. 73-88

Young, S.H. & Tu, C.K., (2004). Exploring some Dynamically Aligned Principles of Developing Balanced Scorecard, http://www.systemdynamics.org.

ANALISIS WAKTU STANDART UNTUK MENENTUKAN OUTPUT PRODUKSI SECARA OPTIMAL

Jaka Purnama[1] , Suhartini[2]
[1,2]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri,Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arif Rahman Hakim 100 Surabaya 60117
Email : jakapurnama99@yahoo.com dan Email : ttitin63@yahoo.com

ABSTRAKS
Perusahaan pada awalnya dalam menjalankan kegiatan produksinya masih mengunakan model perancanaan yang sederhana, sehingga kemampuan yang dimiliki oleh perusahaan belum dianalisa secara optimal. Pemesanan bahan baku yang tidak didukung dengan data-data pemintaan produk secara tepat, membuat persediaan bahan baku tidak bisa dipastikan, terkadang banyak dan kadang kala kehabisan maka akan sangat menggangu kegiatan produksi. Pengunaan tenaga kerja dan fasilitas produksi tidak sesuai dengan kebutuhan permintaan produk sehingga tidak efektif dalam menjalankan kegiatan produksi. Perusahaan dalam mengoptimalkan output produksi harus mengetahui kemampuan sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan. Dalam memenuhi permintaan produk yang diinginkan oleh konsumen maka perusahaan harus mengetahui kapasistas produksi yang dimiliki sehingga kemampuan target produksi perusahaan dapat dicapai secara optimal. Pengukuran waktu kerja di masing-masing operasi kerja harus dilakukan serta juga menentukan Performance Rating untuk masing masing-masing operator. Waktu standar di operasi kerja diketahui guna mengetahui waktu siklus dalam membuat produk jadi.Berdasarkan pengukuran waktu kerja di masing-masing operasi kerja maka diketahui bahwa waktu siklus sebesar 265 menit, sedangkan jumlah permintaan produk berdasarkan hasil peramalan dalam 1(satu) periode yang akan datang sebesar 1263 kg. Jumlah jam mesin yang dimiliki perusahaan selama produksi masih mampu dalam memenuhi permintaah produk sesuai dengan pesanan dari konsumen.

***Kata kunci** : Waktu Standar, Operasi Kerja,Performance Rating, Permintaan Produk*

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Perencanaan produksi yang dilakukan di industri manufaktur merupakam bagian yang sangat penting dilakukan. Perencanaan produksi bertujuan untuk menentukan jumlah produk yang harus dihasilkan dengan waktu yang sesuai dengan jadwal produksi, sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan ekonomis. Perencanaan produksi yang baik akan dapat meningkatkan keuntungan perusahaan karena mampu meminimalkan biaya produksi dan dapat memenuhi kebutuhan dari permintaan produk. Sasaran perusahaan melakukan perencanaan produksi untuk menetapkan tingkat output secara menyeluruh dalam jangka waktu tertentu untuk menghadapi permintaan pasar yang bersifat fluktuatif atau tidak pasti.

PT. Ink Tech Indahmulya merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang penyedia produk-produk Tinta. Ada beberapa aktivitas produksi yang dilakukan untuk kegiatan proses produksi agar tidak terjadi keterlambatan dalam membuat produk Tinta tersebut. Perusahaan berusaha dengan mengoptimalkan seluruh sumber daya yang ada untuk mencapai target perusahaan dengan baik. Tingkat produktivitas yang dimiliki perusahaan masih termasuk rendah, karena perusahaan masih belum mempunyai waktu baku di masing-masing operasi kerja secara pasti.

Dengan adanya kondisi tersebut maka perlu adanya perencanaan produksin yang baik agar dapat memenuhi jumlah produk yang akan diproduksi atau target produksi yang optimal dan dapat memenuhi permintaan pasar dengan tepat waktu tiap periode dengan baiya produksi yang minimal.

Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan diatas maka perumusan masalah adalah berapa waktu normal dan waktu standard yang diperlukan pada tiap- tiap operasi kerja dan berapa jumlah permintaan produk periode berikutnya?

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Menentukan waktu normal dan waktu standard sehingga dapat menentukan jumlah *output* standart yang sebenarnya.
b. Menentukan jumlah permintaan produk untuk periode berikutnya.

Batasan dan Asumsi

Pembatasan dan asumsi sebagai berikut :

a. Penelitian dibatasi hanya produk tinta yang dihasilkan oleh PT. INKTECH INDAHMULYA
b. Kondisi operator selama pengamatan dalam keadaan normal.
c. Operator memahami benar prosedur dan metode pelaksanaan kerja.
d. Kondisi lingkungan fisik pekerjaan juga relatif tidak jauh berbeda dengan kondisi fisik saat melakukan pengukuran kerja.
e. Kondisi fasilitas produksi dalam kondisi yang baik dan jadwal produksi berjalan dengan baik.

TEORI DASAR

Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja adalah pekerjaan mengamati pekerja dan mencatat waktu kerjanya baik setiap element ataupun siklus kerja. Suatu pekerjaan akan dikatakan dapat diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung secara singkat. Waktu baku yang dihasilkan dalam aktifitas pengukuran kerja ini dapat dipergunakan sebagai alat untuk membuat rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kegiatan harus berlangsung dan berapa output yang akan dihasilkan. Waktu baku ini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan.

Menurut Sritomo Wignjosoebroto (1992), teknik pengukuran waktu kerja ini dapat kelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung
   Merupakan pengukuran waktu kerja yang dilakukan secara langsung di tempat, dimana pekerjaan yang akan diukur sedang berlangsung dengan menggunakan jam henti *(Stopwatch time study)* dan sampling kerja *(Work Sampling)*, metode ini sangat baik diaplikasikan untuk pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang.
2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung
   Merupakan pengukuran waktu kerja yang dilakukan dengan perhitungan waktu kerja melalui pembacaan tabel-tabel waktu yang tersedia dan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen gerakan tanpa si pengamat harus berada ditempat dimana suatu pekerjaan diukur.

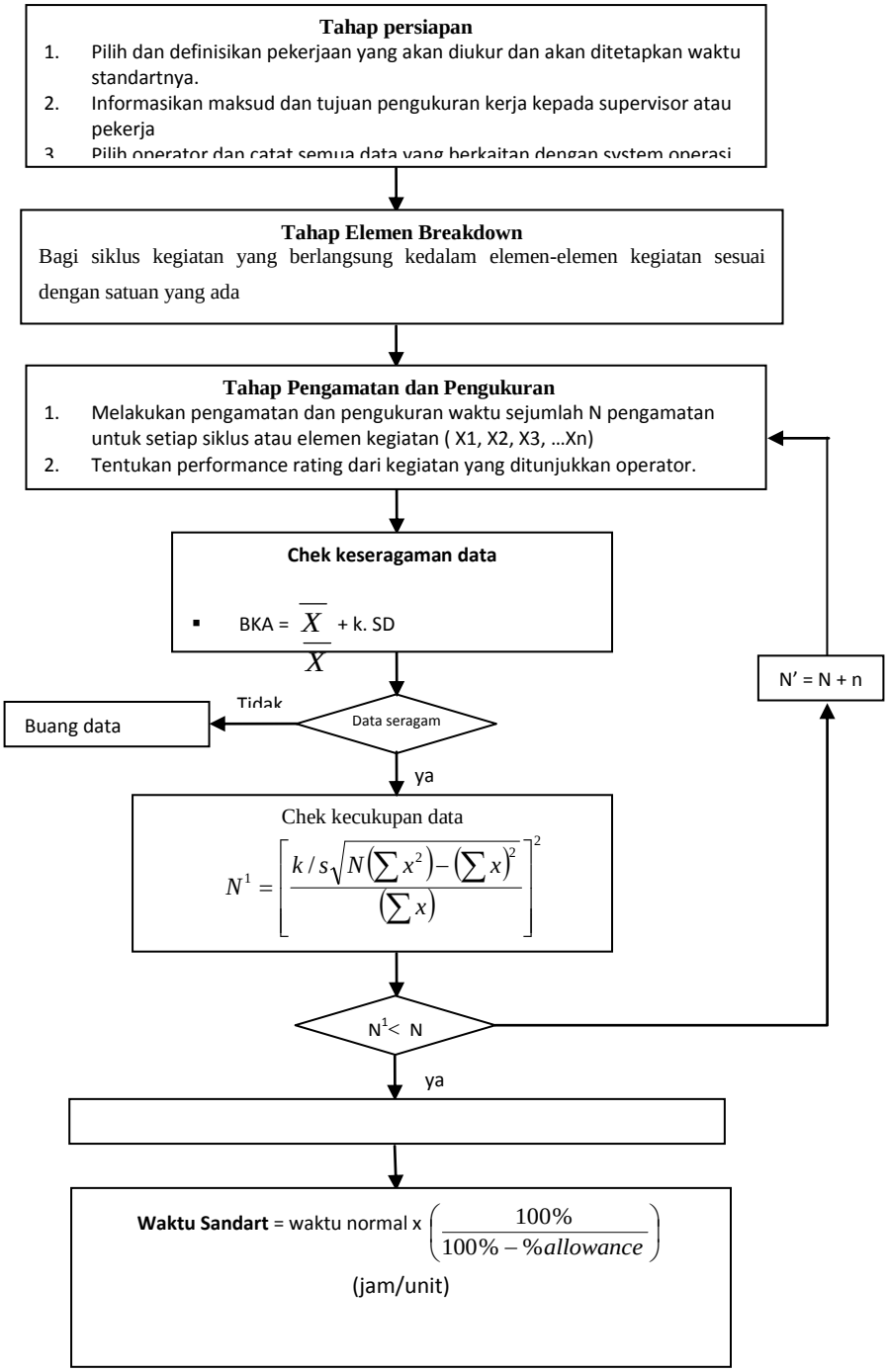
Dalam penelitian ini menggunakan metode pengukuran waktu kerja dengan menggunakan metode pengukuran langsung. Metode pengukuran waktu kerja secara langsung dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Pengukuran Waktu Kerja Dengan Jam Henti *(Stop Watch Time Study)*.
2. Pengukuran Waktu Kerja Dengan Sampling Kerja *(Work Sampling)*.

Dari ketua metode pengukuran kerja secara langsung diatas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengukuran kerja dengan jam henti *(Stop Watch Time Study)*. Metode ini diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang singkat dan berulang-ulang. Pengukuran ini digunakan untuk menghitung waktu kerja operator. Hasil dari pengukuran merupakan waktu baku yang dijadikan standart penyelesaian pekerjaan bagi pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu. Aktifitas pengukuran jam henti umumnya diaplikasikan pada industri manufakturing yang memiliki :

1. Karakteristik kerja yang berulang-ulang.
2. Terspesifikasi jelas.
3. Menghasilkan *output* yang relatif sama.

Dalam diagram di bawah ini akan ditunjukkan langkah–langkah pengukuran dengan jam henti. Diharapkan dengan adanya diagram langkah–langkah ini seorang pengukur akan lebih mudah dalam memperoleh *output* standard yang diharapkan.



Gambar 1. Langkah-langkah Pengukuran Kerja Dengan Jam Henti *(Stop Watch Time Study)*.

$\frac{1}{\text{waktu standard}}$ (unit/jam)

Performance Rating

Performance rating merupakan suatu aktivitas dari seorang operator yang menjalankan pekerjaannya secara normal dengan kecepatan atau tempo yang dimiliki oleh setiap operator. Dengan melakukan rating ini diharapkan waktu kerja yang diukur bisa dinormalkan kembali. Ketidaknormalan dari waktu kerja ini diakibatkan oleh operator yang bekerja secara tidak wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana semestinya. Suatu saat dirasakan terlalu cepat dan disaat lain terlalu lambat. Rating adalah

persoalan penilaian yang merupakan bagian dari aktivitas pengukuran waktu kerja. Dan untuk menetapkan waktu penyelesaian kerja tidak bisa dengan factor penilaian terhadap tempo kerja operator, ini harus dibuat *time study analist*.

Untuk menormalkan waktu kerja dari hasil pengamatan, maka hal ini dilakukan dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata – rata (bisa waktu siklus ataupun waktu tiap – tiap elemen) dengan faktor penyesuaian "P" dari rating faktor ini adalah sebagai berikut :

1. Apabila operator dinyatakan terlalu cepat yaitu bekerja diatas kewajaran (normal) maka rating factor ini akan lebih besar dari pada satu (P > 1 atau P > 100 %)
2. Apabila operator bekerja terlalu lambat yaitu bekerja dibawah kewajaran (normal) maka rating factor akan lebih kurang dari pada satu (P < 1 atau P < 100 %)
3. Apabila operator bekerja secara normal atau wajar maka rating factor ini diambil sama dengan satu (P = 1 atau P = 100 %)

Untuk kondisi kerja dimana operasi secara penuh dilaksanakan oleh mesin maka waktu yang diukur dianggap waktu yang normal.

Tabel 1. Performance rating dengan sistem westinghouse

SKILL			EFFORT		
+ 0.15	A1	Superskill	+ 0.13	A1	Superskill
+ 0.13	A2		+ 0.12	A2	
+ 0.11	B1	Excellent	+ 0.10	B1	Excellent
+ 0.08	B2		+ 0.08	B2	
+ 0.06	C1	Good	+ 0.05	C1	Good
+ 0.03	C2		+ 0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2		-0.17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
+ 0.06	A	Ideal	+ 0.04	A	Ideal
+ 0.04	B	Excellent	+ 0.03	B	Excellent
+ 0.02	C	Good	+ 0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Fair	-0.02	E	Fair
-0.07	F	Poor	-0.04	F	Poor

Allowance

Allowance mutlak dibutuhkan bagi seorang operator, karena pada dasarnya seorang manusia tidaklah mungkin bekerja secara terus – menerus sepanjang hari tanpa adanya interupsi sama sekali. Dalam hal ini biasanya operator menghentikannya kerja untuk keperluan khusus seperti *personal needs*, *fatigue* (istirahat melepas lelah) dan hal – hal lain yang diluar kontrol. Waktu longgar (*Allowance*) yang dibutuhkan dan menginterupsi proses produksi ini bisa diklasifikasikan menjadi :

1. *PersonalAllowance*
2. *Fatigue Allowance*
3. Kelonggaran waktu karena keterlambatan-keterlambatan (*Delay Allowance)*.

Perhitungan Waktu Normal

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada tempo kerja yang normal. Walaupun demikian pada prakteknya kita akan melihat bahwa tidaklah bisa diharapkan operator tersebut akan manpu berkerja secara terus menerus sepanjang hari tanpa adanya interupsi sama sekali. Disini kenyataannya operator akan sering menghentikan kerja dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan seperti *personal needs*, istirahat melepas lelah, dan alasan lain yang diluar kontrolnya.

$$\text{Waktu Normal (Wn)} = \text{Waktu Pengamatan X } \frac{Rating Faktor\ \%}{100\ \%} \quad (1)$$

$$\text{Waktu Normal (Wn)} = \text{Waktu pengamatan x } \textit{Performance Rating} \quad (2)$$

Perhitungan Waktu Standard

Jika pengukuran-pengukuran telah selesai, yaitu semua data yang didapat memiliki keseragaman yang dikehendaki, dan jumlahnya telah memenuhi tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan , maka selesailah kegiatanpengukuran waktu. Langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga memberikan waktu baku. Untuk mempermudah waktu baku *(standard time)* operasi kerja disini normal time harus ditambahkan dengan *allowencetime*(yang merupakan prosentase dari waktu normal). Disamping itu ada kecenderungan untuk mempertimbangkan *allowence time* ini sebagai waktu yang diberikan atau dilonggarkan untuk berbagai macam hal per hari kerja. Dengan demikian waktu baku tersebut dapat diperoleh dengan mengaplikasikan rumus sebagai berikut :

$$\text{Waktu Standard (Ws)} = \text{Waktu normal} + (\text{Waktu Normal x \% Allowance}) \quad (3)$$

$$\text{Waktu Standard (Ws)} = \text{Waktu Normal x } \frac{100\ \%}{100\ \% - \%\ allowance} \quad (4)$$

Peramalan

Peramalan merupakan suatu kegiatan dengan menggunakan data maupun kejadian masa lalu sebagai dasar untuk meramalkan kegiatan yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Jadi pada dasarnya peramalan hanyalah merupakan suatu dugaan atau perkiraan tentang terjadinya suatu keadaan dimasa depan. Peramalan menawarkan pada perusahaan beberapa tinjauan ke masa depan dari pemikiran atau perencanaan yang dilakukan terlebih dahulu untuk mempersiapkan tindakan yang sesuai. Hal tersebut dapat dilaksanakan dengan memanfaatkan informasi yang pada saat itu ada, untuk menimbang kegiatan dimasa datang agar tujuan perusahaan dapat tercapai. Fungsi itu penting untuk menentukan alokasi dan penggunaan bahan baku serta hal-hal lain yang berkaitan dengan perencanaan masa yang akan datang, dimana kepastiaannya kita tidak tahu pasti kondisinya.

Jenis-jenis Peramalan

Arman Hakim Nasution (1999), menyatakan bahwasanya pada umumnya peramalan dapat dibedakan dari beberapa segi, tergantung dari cara melihatnya. Dilihat dari segi penyusunnya, maka peramalan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu :

1. Peramalan Subjektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari orang yang menyusunnya. Dalam hal ini pandangan atau `` *Judgment* `` dari orang yang menyusunnnya sangat menentukan baik tidaknya hasil peramalan tersebut.
2. Peramalan Objektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data yang relevan pada masa lalu, dengan menggunakan teknik-teknik dan metode dalam panganalisaan data tersebut.

Ukuran Akurasi Hasil Peramalan

Ukuran akurasi hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Ada 3 ukuran yang bisa digunakan yaitu :

1. Rata-Rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation*). MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya.

$$MAD = \sum \left| \frac{At - Ft}{n} \right| \quad (5)$$

2. Rata-Rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error*). MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan, secara matematis MSE dirumuskan sebagai berikut

$$MSE = \sum \frac{\left(At - Ft\right)^2}{n} \quad (6)$$

3. Persentase Rata-rata Kesalahan Absolut *(Mean Absolute Percentage Error).* MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD, karena MAPE menyatakan peresentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktuaselama periode tertentu yang akan memberikan informasi peresentase kesalahan terlalu tinggi atau rendah.

$$\text{MAPE} = \left(\frac{100\,\%}{n}\right)\sum\left|At - \frac{\text{Ft}}{\text{At}}\right| \qquad (7)$$

4. Kesalahan Rata-Rata (*Mean Forecast Error*). MFE sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Bila hasil peramalan tidak bias, maka nilai MFE akan mendekati nol.

$$\text{MFE} = \sum \frac{(\text{At} - \text{Ft})}{\text{n}} \qquad (8)$$

Dimana :

At : Permintaan aktual pada periode t.
Ft : Peramalan permintaan pada periode t.
n : Jumlah periode peramalan yang terlibat

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini ada tahapan yang disusun secara sistematis sehingga memudahkan bagi peneliti dalam melakukan penelitian supaya tujuan tercapai dengan baik.

Tahap Identifikasi

Pada tahap ini dilakukan usaha–usaha identifikasi dan pemahaman awal terhadap masalah yang akan dipecahkan serta mempelajari metode–metode yang sebaiknya digunakan dalam memecahkan masalah tersebut. Langkah–langkah dalam tahap identifikasi dan penelitian awal ini dapat diuraikan sebagai berikut :

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal yang memegang peranan penting dalam melakukan penelitian. Tujuannya untuk mencari faktor penyebab timbulnya suatu masalah. Dari indikasi masalah tersebut kemudian disusun perumusan masalah yang akan menjadi obyek penelitian seperti dijelaskan pada bab pendahuluan.

b. Perumusan Tujuan Penelitian

Setelah merumuskan dan menetapkan masalah yang diteliti, maka selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Penetapan tujuan ini dilakukan untuk memberikan arah bagi jalannya penelitian.

c. Study Pustaka Dan Study Lapangan

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh teori–teori yang mendukung dan berhubungan dengan permasalahan serta metode–metode yang akan dipakai untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Selain itu juga menggunakan referensi dari penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan permasalahan yang diangkat dan metode–metode yang digunakan pada penelitian ini. Study lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi sesungguhnya permasalahan yang ada diperusahaan, terutama di bagian proses produksi.

d. Penentuan Metode Penyelesaian

Dalam menjalankanrencana produksinya perusahaan ini masih menggunakan perencanaan produksi yang dibuat secara sederhana dan berdasarkan pengalaman produksi yang pernah ada, sehingga perusahaan belum mengetahui apakah rencana produksi yang diterapkan sudah optimal. Penelitian dilakukan tentang bagaimana membuat suatu perencanaan produksi yang optimal. Dalam menentukan permintaan yang akan dating menggunakan beberapa metode peramalan yang mempunyai nilai akurasi yang baik dengan cara melihat nilai kesalahan yang rendah.

Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap ini pada dasarnya tidak hanya sekadar kegiatan pengumpulan data, tetapi juga merupakan suatu kegiatan pengklasifikasian dan pra-analisis dimana dapat diuraikan sebagai berikut :

a. Identifikasi Variabel Penelitian

Pada tahap ini berisi tentang variabel- variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini. Yang meliputi jenis produk, jumlah *Work Center* dan variabel-variabel lain yang berhubungan dengan penelitian ini. Variabel-varibel tersebut diperoleh dengan cara studi lapangan, yakni dengan cara bertannya langsungkepada karyawan ataupun manager produksi. Yang kedua adalah dengan cara pengamatan langsung didalam perusahaan, khusunya dibagian produksi.

b. Pengumpulan Data

Cara yang digunakan untuk pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan datang langsung ke perusahaan kemudian mencatat waktu operasi dari proses produksi serta data–data yang dibutuhkan dalam penelitian dapat ditanyakan pada pihak–pihak yang bersangkutan. Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data–data yang diperlukan selanjutnya data tersebut akan diolah hasilnya sesuai dengan landasan teori yang digunakan.

c. Pengolahan Data

Setelah data diperoleh dari perusahaan maka dilakukan perhitungan data antara lain menguji keseragaman data, kecukupan data, menghitung waktu normal, waktu standart, dan *output* kerja operator. Kemudian dilakukan perhitungan peramalan permintaan produk dengan mengunakan beberapa metode dengan megukur tingkat keakuratanya.

Tahap Analisa dan Kesimpulan

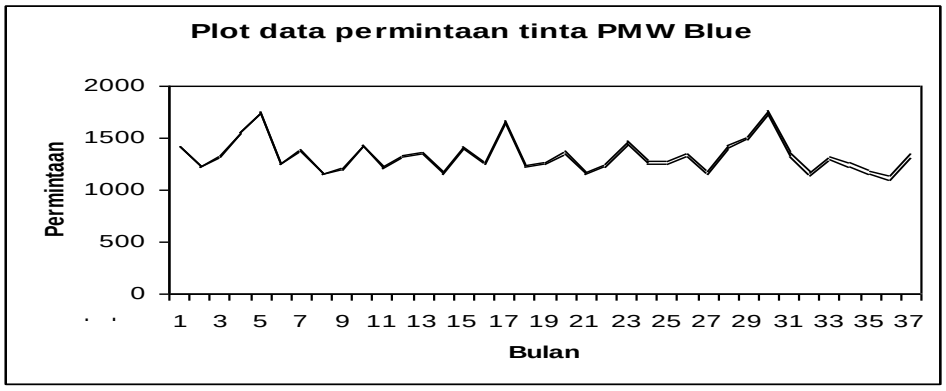
Tahap ini pada dasarnya berisi hasil-hasil yang diperoleh dari langkah sebelumnya yang kemudian dapat disimpulkan pada tahapan ini. Begitu pula saran-saran yang sangat berhubungan dengan hasil dankesimpulan.

PENGUMPULAN DATA

Dari pengamatan yang telah dilakukan di perusahaan, maka diperoleh data-data yang dapat menunjang dalam proses pengolahan data. Data mengenai komponen dari masing-masing produk yang dibutuhkan dalam produksi tinta standart jenis PMW Blue. Data permintaan ini merupakan data permintaan masa lalu yang diambil datanya selama 3 tahun. Jumlah permintaan ini bersifat fluktuatif dengan jumlah berbeda-beda dari setiap pemesanan. Data yang ditampilkan berikut merupakan total dari keseluruhan permintaan selama satu bulan dalam kurun waktu tiga tahun. Data permintaan ini dalam ukuran volume (Kg).

Tabel 2. Data Permintaan Tinta PMW Blue

No	Bulan	Jumlah (Kg)		No	Bulan	Jumlah (Kg)
1	Januari	1420		19	Juli	1250
2	Pebruari	1225		20	Agustus	1350
3	Maret	1325		21	September	1150
4	April	1550		22	Oktober	1225
5	Mei	1750		23	November	1450
6	Juni	1250		24	Desember	1250
7	Juli	1375		25	Januari	1250
8	Agustus	1150		26	Pebruari	1325
9	September	1200		27	Maret	1150
10	Oktober	1425		28	April	1400
11	November	1215		29	Mei	1485
12	Desember	1325		30	Juni	1730
13	Januari	1350		31	Juli	1325
14	Pebruari	1150		32	Agustus	1140
15	Maret	1400		33	September	1285
16	April	1250		34	Oktober	1225
17	Mei	1650		35	November	1150
18	Juni	1225		36	Desember	1100



Gambar 2. Plot data permintaan tinta PMW Blue

HASIL ANALISIS

Data pengukuran waktu kerja untuk proses produksi ini diperoleh melalui pengamatan langsung. Pengamatan waktu kerja sebanyak 36 kali dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% (k=2) dengan tingkat (s) 5%.

$$\text{Waktu Standart (Ws)} = \text{Wn X} \frac{100\%}{100\% - allowence}$$

Tabel 3. Waktu Standard Tiap Work Center

No	*Work Center*	Waktu Standard (menit)
1	*Cleaning Process*	12,21
2	*Weighing Process*	12,58
3	*Grinding Process*	140,41
4	*Colour Check*	11,75
5	*Remix/Wax Process*	16,23
6	*Quality Check*	12,14
7	*Washing Process*	16,67
8	*Filtering & Packing Process*	33,60

PENGOLAHAN DATA

Perencanaan Produksi Tinta PMW Blue

Perencanaan produksi ditentukan berdasarkan periode bulanan dengan menggunakan *Chase Strategy* yaitu metode perencanaan produksi yang mempertahankan tingkat kestabilan inventory, sementara produksi bervariasi ssesuai dengan permintaan. Dari data permintaan yang telah diketahui, maka dapat dilakukan peramalan untuk mengetahui jumlah permintaan tinta standart jenis PMW Blue untuk 6 bulan kedepan.

Dari keempat metode peramalan tersebut akan dipilih metode yang mempunyai hasil akurasi terbaik. Dengan kata lain lebih akurat hasil peramalannya. Dalam melakukan permalan ini, penulis menggunakan bantuan *Soft Ware* QM.

Tabel 4.Hasil Akurasi Peramalan

Moving Averages		**Weighted Moving Averages**	
Bias (Mean Error)	-5,6373	Bias (Mean Error)	-7,7696
MAD (Mean Absolute Deviation)	87,0098	MAD (Mean Absolute Deviation)	85,8578
MSE (Mean Squared Error)	11.156,13	MSE (Mean Squared Error)	10.667,91
Exponential Smoothing		**Linier Regression**	
Bias (Mean Error)	-6,4228	Bias (Mean Error)	0
MAD (Mean Absolute Deviation)	80,8256	MAD (Mean Absolute Deviation)	74,0833
MSE (Mean Squared Error)	9.813,31	MSE (Mean Squared Error)	8.829,98

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa nilai hasil peramalan dari metode *Linier Regression* lebih akurat. Hal tersebut ditunjukkan pada perbandingan nilai MAD dan MSE pada metode *Linier Regression* yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai pada metode yang lain. Jadi nilai peramalan permintaan yang dipakai untuk periode enam bulan kedepan adalah nilai peramalan dengan metode *Linier Regression.*

Tabel 5. Nilai Peramalan Permintaan Tinta PMW Blue 6 Bulan

No	Bulan	Jumlah Permintaan (Kg)
38	Pebruari	1263
39	Maret	1260
40	April	1257
41	Mei	1254
42	Juni	1251
43	Juli	1248

Dari hasil perhitungan peramalan permintaan yang telah diketahui, maka kita dapat menghitung kebutuhan material penyusun tinta standart jenis PMW Blue beserta waktu pemesanan bahan-baku tinta tersebut. Jumlah permintaan produk tinta standart jenis PMW Blue pada bulan berikutnya adalah sebesar 1263 Kg. Maka kebutuhan dari masing-masing bahan-baku penyusun tinta standart jenis PMW Blue adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Kebutuhan Bahan-baku Tinta PMW Blue

		PMW Blue 1.263 Kg		
Pigmen (10%)	Resin (24%)	Solven (60%)	Wax (5%)	Zat Additive (1%)
126,3 Kg	303,12 Kg	757,8 Kg	63,15 Kg	12,63 Kg

Setelah jumlah dari masing-masing kebutuhan bahan-baku tinta PMW Blue diketahui, maka kita dapat menghitung rencana produksi tinta standart jenis PMW Blue dan rencana pemesanan bahan-baku dari masing-masing komponen.

KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan analisa yang telah dilakukan pada maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu standar di masing-masing elemen kerja adalah Cleaning Process=12,21 Menit, Weighing Process =12, 58 Menit, Grinding Process = 12,58 Menit, Colour Check =140,41 Menit, Remix / Wax Process =16,23 Menit, Quality Check)= 12,14 Menit, Washing Process)16,67 Menit, dan Filtering & Packing Process =36,60 menit.
2. Produksi yang dilakukan setiap bulan dan permintaan produk untuk periode berikutnya adalah sebesar 1263 Kg dengan menggunakan metode peramalan Regresi Linier yang mempunyai nilai kesalahan terkecil dari metode yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Gaspersz, Vincent, (1998),*Production Planning and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.

Handoko, T. Hani, (1980),.*Dasar–Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Yogyakarta :BPFE.

Kusuma, Hendra, (2001),*Manajemen Produksi, Perencanaan & Pengendalian Produksi*, Yogyakarta : Penerbit Andi.

Nasution, Arman Hakim, (1999),*Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Jakarta: Guna Widya.

Nurmianto, Eko, (1998),*Ergonomi, Konsep Dasar Dan Aplikasinya***,** Surabaya: Penerbit Guna Widya.

Smith, S. B., (1989),*Computer Based Production and Inventory Control* , Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Sutalaksana, Iktikar Z. Anggawisata dan Tjakraadmadja, (1979),*Teknik Tata Cara Kerja***,** Bandung : Institut Teknologi Bandung.

Tersine, Richard J, (1994),*Principles Of Inventory And Materials Management*, New Jersey: PTR Prentice-Hall Inc,.

Wignjosoebroto, Sritomo, (2008),*Ergonomi, Studi Gerak Dan Waktu*,Edisi Pertama, Jakarta: Guna Widya,.

PENINGKATAN KINERJA IMPAK PADA REKAYASA BAHAN KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT KELAPA BERMATRIK GYPSUM UNTUK PANELLING

Agus Hariyanto
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik,Universitas Muhammadiyah Surakarta.
Jl. A. Yani Pabelan Surakarta 57102.
Email : Agus.Hariyanto@Ums.ac.id

ABSTRAKS
Tujuan penelitian ini adalah menyelidiki pengaruh fraksi volume terhadappeningkatan kekuatan impak komposit berpenguat serat kelapa acak dan bermatrikgypsum. Pola kegagalannnya diamati dengan photo makro. Bahan utama penelitian adalah serat kelapa acak (random) sebagai penguat dan gypsum sebagai matrik. Komposit dibuat dengan metode press mold. Kompositтersusun terdiri dari serat kelapa acak dengan fraksi volume adalah 20, 30, 40, dan 50%. Ketebalan bahan komposityang digunakan adalahpada ketebalan 20 mm. Spesimen dan prosedur pengujian impak mengacu pada standart ASTM D 5941. Penampang patahan dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan kekuatan impak komposit meningkat seiring dengan penambahan fraksi volumeserat kelapa acak. Kekuatan impakkompositberpenguat serat kelapa acak paling optimum pada fraksi volume 50%. Tahapan pola kegagalan komposit adalah kegagalan tarik komposit sisi belakang, kegagalan tekan pada komposit sisi depan dankegagalan fiber pull out.

***Kata kunci**: komposit, kekuatan impak, dan pola kegagalan*

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan komposit sebagai alternatif pengganti bahan logam dalam bidang rekayasa sudah semakin meluas, yang tidak hanya sebagai *plafon*/*panel* di bidang arsitektur, bangunan gedung dan properti tetapi juga merambah pada bidanglainnya seperti transportasi. Hal ini dikarenakan oleh adanya keuntungan penggunaan bahan komposit seperti konstruksi menjadi lebih ringan, tahan korosi dan kekuatannya dapat didesain sesuai dengan arah pembebanan. Fokus pemilihan bahan yang tepat untuk suatu konstruksi menuntut sebuah kepastian tentang material penyusun yang tepat pula. Tuntutan fungsi panel saat ini tidaklah hanya sebatas kekuatan mekanik saja, tetapi juga sifat fisisnya (Peijs, 2002). Dalam penelitian ini ditekankan padapenyelidikan kekuatan mekaniknya, adalah pengaruh fraksi volume dan ketebalan komposit *randomcoconut fiber*terhadap kekuatanbending dan kekuatan impak bermatrix *gypsum*serta pola kegagalannnya.

Penggunaan kembali serat alam, dipicu oleh adanya regulasi tentang persyaratan habis pakai *(end of life)* produk komponen properti bagi negara-negara Uni Eropa dan sebagian Asia. Bahkan sejak tahun 2006, negara-negara Uni Eropa telah mendaur ulang 80% komponen properti otomotif, dan akan meningkat menjadi 85% pada tahun 2015. Di Asia khususnya di Jepang, sekitar 88% komponen otomotif telah di daur ulang pada tahun 2005 dan akan meningkat pada tahun 2015 menjadi 95%. Pengembangan teknologi komposit berpenguat serat alam sejalan dengan kebijakan pemerintah untuk menggali potensi *local genius* yang ada. Hal ini tentu akan mampu meningkatkan pemberdayaan sumber daya alam lokal yang dapat diperbaharui (Jamasri, 2008). Lebih lanjut lagi, perkembangan teknologi komposit pun mengalami perkembangan yang sangat dinamis dan cepat. Saat ini material penguat komposit mengalami pergeseran dari penggunaan serat sintetis menuju serat alam. Hal ini disebabkan oleh adanya efek limbah serat sintetis yang tidak dapat terurai secara alami. Indonesia sebagai negara tropis menghasilkan berbagai jenis serat alam seperti *coconut fiber*, kenaf, rami, abaca, agave, dan lain sebagainya. Produksi *coconut fiber*di dunia dapat dikatakan cukup besar.Populasi tanaman kelapa Indonesia adalah yang terbesar di dunia, pohon kelapa tumbuh sekitar 3,29 juta hektar di tahun 2005 (Suryana, 2007). Indonesia bisa menguasai produk berbahan dasar kelapa, misalnya produk serat kelapa *(coconut fiber*). Sentra areal tanaman tersebar di wilayah Sumatera, Jawa, Sulawesi dan Nusa Tenggara Timur dengan luas 2,841Juta ha (76,5%) dari areal total Indonesia. Posisiperkembangan/pertumbuhan kelapa Indonesia di tingkat internasional untuk tahun 2000 menunjukkan

bahwa luas areal kelapa menempati posisi pertama. Luas areal kelapa 3,712 juta ha setara dengan 31,2% dari total areal dunia 11,909 juta ha (100%).
Dengan luas areal kelapa 3,29 jutaha (Suryana , 2007), potensi produksi buah kelapa rata-rata dapat mencapai 15,5 miliar butirper tahun dan bahan ikutan meliputi air, tempurung dan serabut kelapa. Total bahanikutan yang dapat diperoleh dapat mencapai 3,75 juta air, tempurung, 1,8 juta
ton serat sabut 3,3 juta tondan debu sabut, 0,75 juta ton arang tempurung.Sabut kelapa merupakan hasil samping, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 % dari bobot buah kelapa, secara rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,8 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan(humas@titbang.deptan.go.id, 2005). Dengan demikian pengembangan tanaman ini memiliki prospek yang sangat cerah, karena sampai saat ini Indonesia merupakan potensi yang besar untuk menggerakkan ekonomi rakyat melalui perekonomian pedesaan. Dengan demikian, pemanfaatan sabut kelapa *(coconut fiber*) sebagai penguat panel komposit merupakan salah satu solusi yang tepat untuk meningkatkan nilai teknologi dan ekonomi serat kelapa *(coconut fiber*).

Kajian riset bahan *plafon/panel* komposit kini banyak dikonsentrasikan pada studi sifat mekanis dan fisis. Namun, penggunaan komposit sebagai *panel* tidak lepas dari tuntutan keselamatan pengguna. Salah satu sifat *panel* yang mendukung keselamatan yang baik adalah *panel* yang sudah diketahui kekuatan mekanisnya . Sebagai contoh, penggunaan bahan hasil industri yang diketahui spesifikasinya. Seiring dengan konsep rancangan bahan komposit *random coconut fiber*bermatrik*gypsum* yang akan digunakan sebagai *plafon/panel*, maka sifat mekanis yang baik diperlukan sebagai salah satu parameter yang menentukan keselamatan pemakaian.

Pentingnya analisis mekanis ini didasarkan pada penentuan kekuatan desain struktur untuk memberikan keyakinan atas keselamatan pemakaian . Uraian tersebut di atas menunjukkan bahwa kajian riset *plafon/panel* menjadi penting untuk di kaji. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki sifat mekanisbendingdan impak komposit berpenguat *randomcoconut fiber*dengan matrik *gypsum*. Penelitian ini dilakukan dalam rangka memperoleh solusi pemilihan material struktur komposit ataupun solusi alternatif rancangan struktur komposit yang dalam aplikasinya erat kaitannya dengan keamanan/keselamatan dalam pemakaian.

METODOLOGI

Bahan utama penelitian adalah serat *random coconutfiber*, dengan massa jenis 1,57 gr/cm^3, *gypsum* dan airdengan konsentrasi 4:3. *Random coconut fiber*yang digunakan tanpa perlakuan.

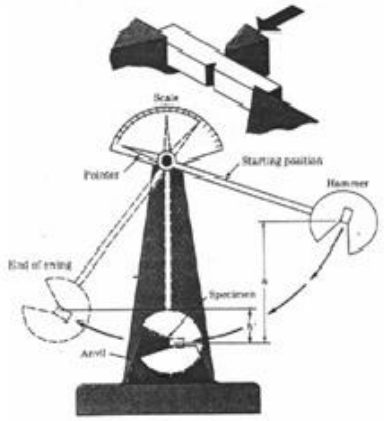
Pembuatan *plafon/panel* komposit dibuat dengan metode cetak tekan (*press mold*). Variabel penelitian ini adalah fraksi volume *randomcoconutfiber*sebesar20%, 30%, 40%, dan 50%. Spesimen uji impak komposit dengan tebal 20 mm.

Besarnya fraksi volume danfraksi berat serat dirumuskan sebagai berikut (Shackelford, 1992):

$$V_f = \frac{W_f / \rho_f}{W_f / \rho_f + W_M / \rho_M} \qquad (1)$$

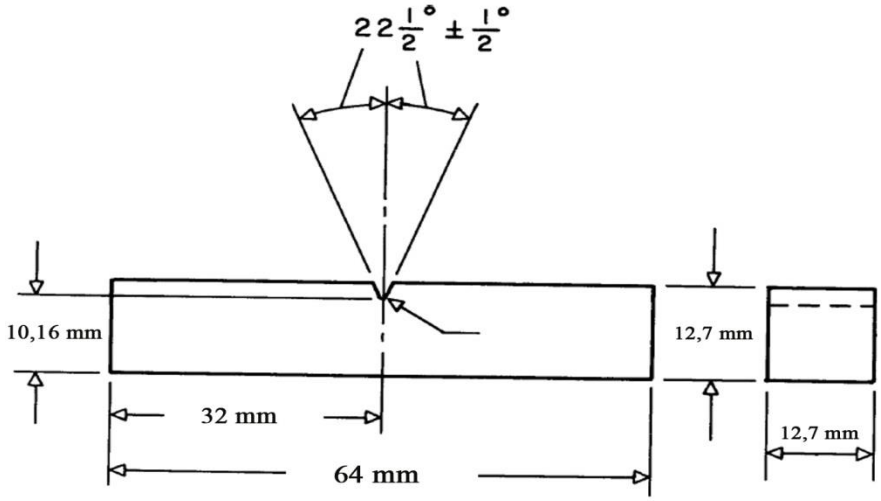
$$w_f = \frac{\rho_f V_f}{\rho_f V_f + \rho_M V_M}$$

Pengujian impak ditunjukkan pada gambar 1. Spesimen dan metode pengujiannya mengacu pada standar ASTM D 5941. Penampang patahan spesimen uji dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya.



Gambar 1. Pengujian impakspesimen uji

Spesimen pengujian impak mengacu pada standar ASTM D 5941, seperti ditunjukkan pada gambar 2.. Penampang patahan spesimen uji dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya.



Gambar 2. Spesimen pengujian impak

Persamaan yang digunakan untuk menghitung pengujian impak adalah ASTM D 5941-96:

$$Es = m.g.R.(\cos \beta - \cos \alpha) \qquad (2)$$

$$HI = \frac{E_S}{A_o} \qquad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kekuatan Impak Komposit Berpenguat *Random Coconut Fiber*Variasi Fraksi Volume (V_f) pada Ketebalan Komposit 20mm.

Pengujian impak komposit berpenguat *random coconut fiber*merupakan pengujian mekanis yang berguna untuk mengetahui kekuatan impak komposit tersebut. Sampel spesimen dipersiapkan dengan variasi V_f = 20%, 30%,40%, dan 50%. pada ketebalan komposit = 20 mm. Data hasil pengujian impak komposit berpenguat *random coconut fiber*ditunjukkan sesuai tabel .

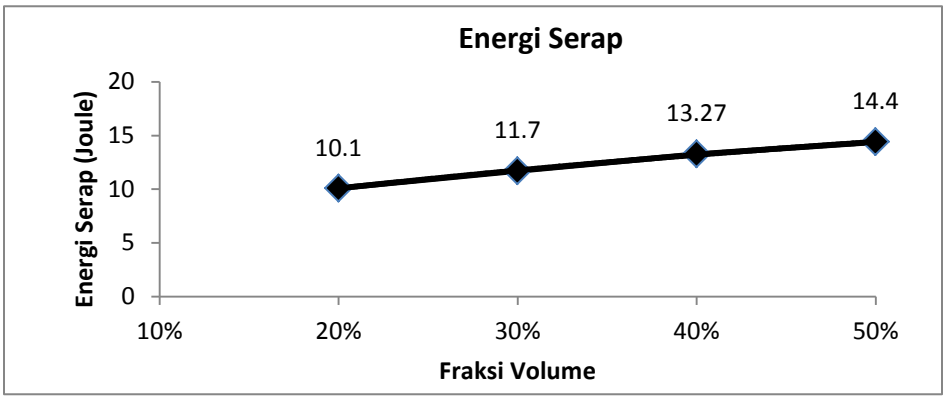
Tabel 1. Hasil analisis data pengujian impak komposit

FraksiVolume (V_f=%)	**Energi Serap (Es=Joule)**	**Kekuatan Impak (HI=Joule/mm^2)**
20%	10,1	0,045
30%	11,7	0,052
40%	13,27	0,059
50%	14,4	0,064

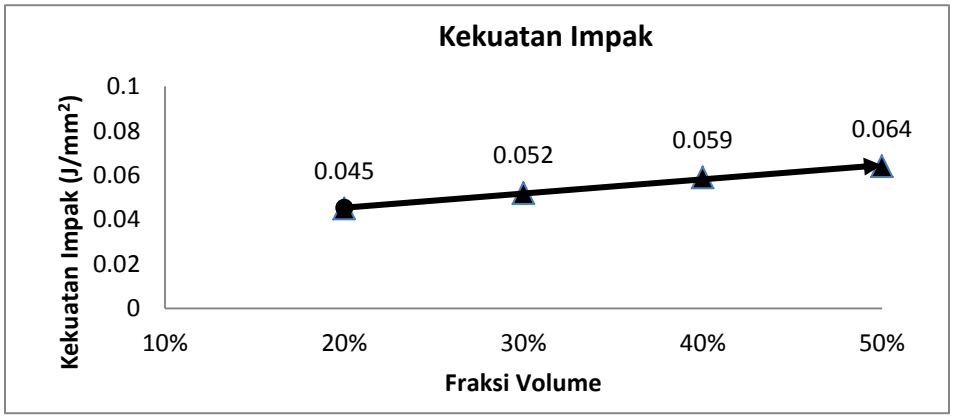
Dengan prinsip fungsi utama serat adalah menahan beban impak dalam komposit, maka kekuatan impakkomposit pun dapat ditingkatkan dengan menambah fraksi volume seratpada ketebalan komposit 20 mm.. Peningkatan kekuatan impakkomposit ini disebabkan oleh kandungan serat yang semakin banyak pada luas penampang. Dari grafik hasil pengujian impak komposit berpenguat *random coconut fiber*sesuai tabel menunjukkan bahwa energiserap dan kekuatan impak meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume pada ketebalan komposit 20mmseperti ditunjukkan pada gambar 3dan 4.

Bila ditinjau dari segi kemampuan menyerap energi dan kekuatan impak optimum pada fraksi volume 50 % pada ketebalan 20 mmyaitu sebesar 14,4Joule, kekuatan impak komposit optimum pada fraksi volume 50 % pada ketebalan 20mm yaitu sebesar0,064 Joule/mm^{2}seperti ditunjukkan pada gambar 3 dan 4. Energi serap dan kekuatan impak komposit menghasilkan nilai yang semakin meningkat.Hal ini menunjukkan adanya sifat propertis dasar serat yang jauh lebih keras dari pada matrik*gypsum*.Peningkatan kekuatan impak disebabkan akibat sifat propertis dasar serat yang meningkat kekuatannnya dan juga akibat kesempurnaan ikatan antara matrik dan serat yang menyebabkan kuatnya *mechanical interlocking* antar serat dan matrik.

Sehingga dapat disimpulkan dari hasil pengujian impak menunjukkan adanya kesamaan *trend* grafik antara energi serap dan kekuatan impak komposit berpenguat *random coconut fiber*terhadap variasi peningkatan fraksi volume seratpada ketebalan komposit. Dengan demikian, sifat keuletan bahan ini dapat dikatakan lebih baik

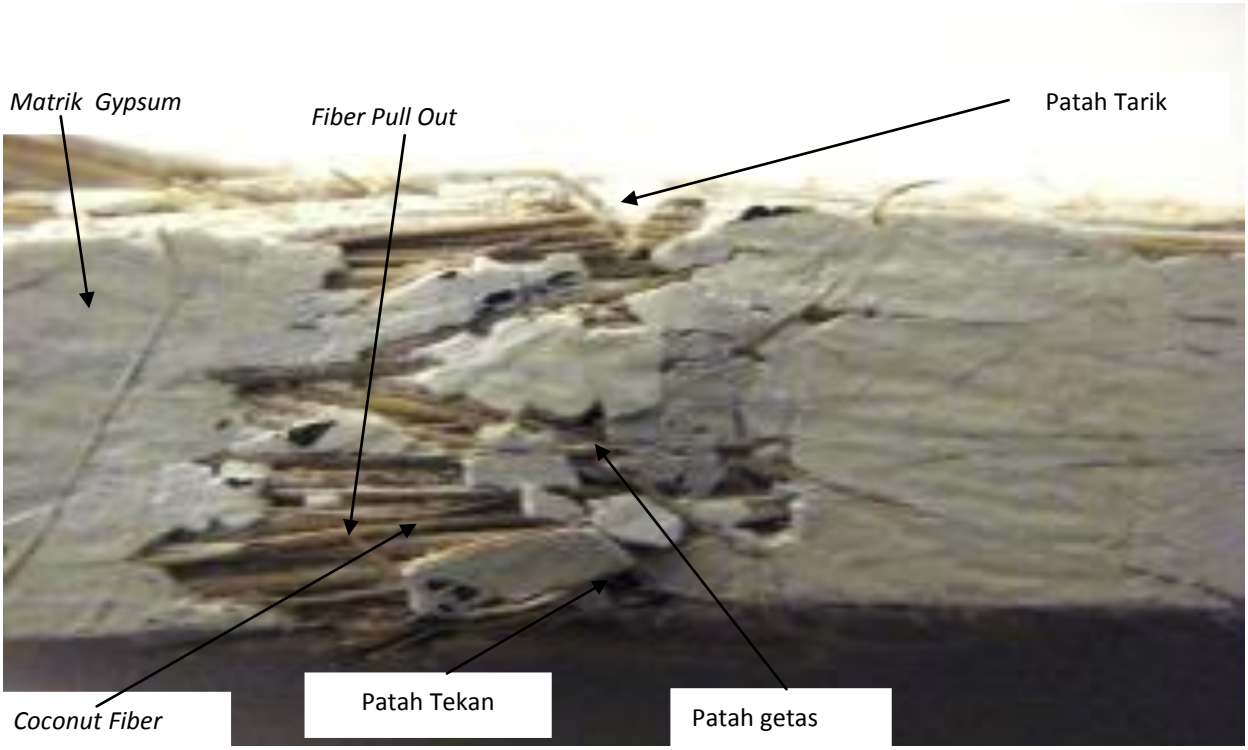


Gambar 3. Kurva energi serap vs fraksi volume



Gambar 4. Kurva harga impakvs fraksi volume

Analisis Pola Kegagalan Impak.



Gambar 5. Penampang patahan kegagalan impak

Tahapan pola kegagalan komposit adalah kegagalan tarik komposit sisi belakang, kegagalan tekan pada komposit sisi depan dankegagalan fiber pull out.

Kegagalan tarik dan tekan serta *fiber pull out* pada pengujian impakkomposit ditunjukkan pada gambar 5. Secara umum, pola kegagalan diawali dengan retakan pada komposit yang menderita tegangan tarik. Kemudian, bebantarik tersebut didistribusikan pada komposit sehingga menyebabkan mengalami kegagalan matrik dan *fiber*.

Mekanisme patahan impak ditunjukkan pada Gambar 5terjadi karena kegagalan patah getas dan *fiber pull out* akibat bebanberawal dari komposit sisi belakang (bawah).

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kekuatanimpakkomposit meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume seratpada ketebalan komposit 20 mm.
2. Kemampuan komposit menyerap energi impak yang paling optimum pada fraksi volume serat V_f = 50% pada ketebalan 20 mm sebesar 14,4 Joule.
3. Kekuatanimpakkomposit memiliki harga yang paling optimum pada fraksi volume serat V_f = 50% pada ketebalan 20 mm sebesar 0,064 Joule/mm^2.
4. Tahapan pola kegagalan komposit adalah kegagalan tarik komposit sisi belakang, kegagalan tekan pada komposit sisi depan dankegagalan fiber pull out.

NOTASI PERSAMAAN:

A = Luas permukaan (mm^2)	V_M = Volume matrik (cm^3)
b = Lebar spesimen (mm)	vf = Fraksi volume serat (%)
d = Tebal spesimen (mm)	wf = Fraksi berat serat (%)
Es =Energi serap (Joule)	Wf = Berat serat (kg)
g = Grafitasi ($10m/s^2$)	W_M = Berat matrik (kg)
HI = Kekuatan impak (J/mm^2)	α = Sudut pendulum tanpa benda uji (°)
L = Panjang span (mm)	β = Sudut pendulum setelah menabrak benda uji (°)
m = Massa pendulum (N)	σ_b = Tegangan bending(MPa).
P = Beban bending (N)	ρ_f = Berat jenis serat (gr/cm^3)
R = Jarak pendulum ke pusat rotasi (m)	ρ_M = Berat jenis matrik (gr/cm^3)

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, Gipsum,diakses10Juli 2013, 16.15 WIB**,** dari :http://id.wikipedia.org/wiki/Gipsum**.**

Anonim, *Building Materials And Technology Promotion council,* diakses 12Juli 2013, 17.10 WIB ,dari : http://www.bmtpc.org/pubspapers/paper1.html.

Annual Book of Standards, ASTM. D 5941 – 96, *Standard test methods for determining the izod pendulum impact resistance of plastics*, Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.

Gibson, Ronald F. (1994), *Principle Of Composite Material Mechanics*, New York : McGraw Hill,Inc.

Humas@litbang.deptan.go.id, (2005), *Prospek dan Arah pengembangan Agrobisnis: Kelapa*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Indonesian Agencyfor Agricultural Research and Development), Jl. Ragunan 29 pasarminggu, Jakarta Selatan 12540, Indonesia.

Jamasri, (2008), Prospek *Pengembangan Komposit Serat Alam Di Indonesia*, Pengukuhan Jabatan Guru besar, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Jones, M. R., (1975), *Mechanics of Composite Material*, Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd.

Mueller, Dieter H., (October 2003), "New Discovery in the Properties of Composites Reinforced with Natural Fibers", Vol. 33, No. 2. *Sage Publications*.

Peijs, T., (2002), *Composites turn green*, Department of Materials, Queen Mary, University of London.

Schwartz M.M., (1984), "*Composite Material Handbook"*, Mc Graw Hill Inc, New York.

Shackelford, James, F., (1996), *Introduction to Material Science for Enginering*, London Prentice Hall International, Inc.

Smith, F. W., Hashemi, J., (2006), *Foundation of Materials Science and Enginering*, Mc Graw Hill Companies, Inc.

Suryana, (2007), *Prospek Dan Arah Pengembangan Agribisnis Kelapa*, Edisi Kedua, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.

INDUSTRI KREATIF KERANJANG ROTAN DI BETON-MENGANTI

Sufiana[1]
[1]Jurusan Desain Komunikasi Visual, Sekolah Tinggi Teknik Surabaya
Jl. Ngagel Jaya Tengah No. 73-77 Surabaya 60284
Telp. 031-5027920 Fax. 031- 5041509 htttp/www.stts.edu
Email: sufianaa@stts.edu

ABSTRAK
Keranjang rotan merupakan produk budaya yang tak lepas dari teknologi, dan upaya pengembangannya dalam lingkup industri kreatif. Untuk menghasilkan keranjang yang memenuhi kriteria diperlukan model. Model merupakan pola dari keranjang yang akan dihasilkan. Keranjang dituntut memiliki nilai guna, disamping memiliki keindahan bentuk, dan keindahan kemasan. Permasalahan utama, produksi keranjang rotan desa Beton belum memiliki standar model dan desain kemasan, sehingga mempengaruhi nilai penjualan. Pendekatan studi kasus dilakukan terhadap dua pengrajin dengan memanfaatkan pola geometri sebagai acuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan desain keranjang rotan dengan mal menghasilkan konstruksi yang kokoh, bila dibandingkan dengan tidak menggunakan mal. Produk yang dirancang dengan serius dan memperhatikan pola yang ditentukan, serta dikemas dengan merek dan memanfaatkan strategi pemasaran yang jeli dapat meningkatkan nilai dan kualitas produk.

***Kata kunci**:Industri kreatif, keranjang rotan, teknologi*

PENDAHULUAN

Keranjang rotan merupakan salah satu kelompok dari barang kerajinan. Dalam pembuatannya memerlukan ketrampilan, ketekunan, dan kreativitas dari pembuatnya. Sehingga kerajinan rotan dapat dimasukkan ke dalam sektor industri kreatif, dimana masyarakat setiap harinya terlibat dalam situasi dan aktivitas membuat berbagai barang kerajinan berbahan dasar rotan.Seperti yang diungkapkan oleh Mari Eka Pangestu (2007), bahwa yang termasuk sektor industri kreatif beberapa diantaranya adalah; periklanan, pasar seni, kerajinan, dan desain.Dengan demikian maka ke empat poin tersebut menjadi pertimbangan dalam penulisan ini. Menurut Euis, Industri kreatif pada hakekatnya dipayungi oleh kerjasama antara cendekiawan, bisnis, dan pemerintah yang disebut sebagai *Triple Helix*. Hubungan ketiga faktor itu merupakan penggerak lahirnnya kreativitas, ide, ilmu pengetahuan, dan teknologi yang vital bagi tumbuhnya industri kreatif. Hubungan tersebut harus saling menunjang dengan peran-peran seperti seperti peran cendekiawan yang menyebar dan mengimplementasikan ilmu pengetahuan. Sehingga dapat dipahami bahwa kekuatan keranjang rotan di pasaran di picu oleh ke tiga faktor di atas. Keranjang rotanmerupakan hasil kreativitas pengrajin. Ia di ciptakan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Keranjang memiliki nilai secara estetis, dan memiliki fungsi guna baik sebagai benda pakai maupun sebagai pajangan.Keranjang merupakan benda yang dibuat secara manual. Dalam penggarapannya memerlukan ketrampilan khusus, ketekunan, dan ketelitian.Keranjangtersebut dapat ditemui di pasar tradisional, maupun pasar moderen.

Bahan baku keranjang yang digunakan pada umumnya adalah limbah rotan yang bernama *fitrit*. Selain fitrit juga dapat menggunakan kulit rotan. Keranjang rotan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti untuk tempat lamaran dan hantaran, atribut proses pernikahan, tempat tisu, tempat toples kue lebaran dan tahun baru, ulang tahun, tempat air mineral, tempat pakaian kotor, untuk keperluan loundri, tempat pot bunga, tempat pensil, dan tempat asesories. Bahan baku rotan limbah dimanfaatkan oleh sebagian pengrajin karena harganya murah dan terjangkau. Sedangkan bahan baku rotan ekspor merupakan rotan yang sudah melalui proses penyortiran, disamping harganya mahal juga kualitas bagus. Bahan baku kualitas ekspor sulit diperoleh, dikarenakan sebagian besar diekspor.

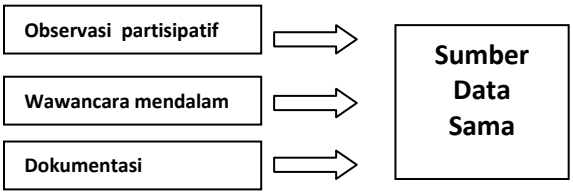
Pengembangan model dan penghiasan pada keranjang diperkirakan dapat menunjang penjualan. Dan akan semakin menguat citra keranjang bila diberikan merek dan label, serta desain kemasan, dan pemasarannya. Mengingat sudah banyak keranjang yang diproduksi oleh para pengrajin sehingga menjadi pesaing, yang dapat mengancam kuantitas penjualan.

Rotan adalah tumbuhan menjalar yg batangnya digunakan untuk berbagai kerajinan seperti kursi, keranjang, tali dan sebagainya.Rotan memiliki kadar kelembaban yang tidak sama antara rotan limbah dan rotan ekspor. Rotan limbah dari Kalimantan umumnya sering digunakan oleh para pengrajin di desa Beton.

Permasalahan rotan sulit diperoleh dengan mudah, dan selama ini para pengrajin mengandalkan kiriman pabrik. Para pengrajin tidak bebas membeli lantaran disamping harga yang kurang terjangkau juga membelinya harus di pabrik dan itupun tidak bisa mengecer. Akibatnya pengrajin memproduksi kerajinan rotan khusus pesanan, dan kalau tidak ada pesanan mereka tidak membuat. Padahal mereka membuat kerajinan rotan sejak lama, bahkan secara turun temurun.

METODE PENELITIAN

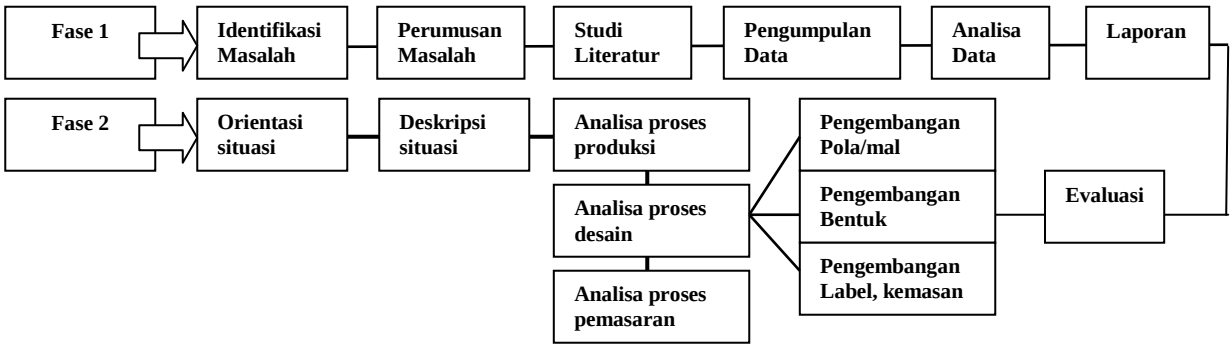
Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus. Obyek penelitian ditujukan kepada dua pengrajin yaitu bapak Kasnawi dan bapak Muklison di dusun Biyodo. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif. (1) Tahap pertama yang dilakukan adalah tahap orientasi terhadap situasi yang terjadi di desa Beton. (2) Tahap kedua adalah mendeskripsikan kondisi para pengrajin, jumlah pengrajin, aktivitas sehari-hari selain sebagai pengrajin, dan taraf hidup, aktivitas industri, serta produk yang dihasilkan. (3) Tahap ketiga penganalisisan proses produksi, merek, kemasan, dan pemasaran. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan model dan desain keranjang sebagai salah satu bagian dari komponen industri kreatif. Scope penelitian merupakan *single sosial situation,* dimana obyek dipilih pada dua pengrajin di wilayah yang sama yaitu di dusun Biyodo. Keduanya berkedudukan sebagai mitra yang saling memiliki keterkaitan dari sisi kegiatan produksi keranjang rotan. Pengumpulan data menggunakan cara trianggulasi. Peneliti berusaha menggabungkan beberapa teknik dan diuji kredibilitasnya. Pengujian keranjang rotan menggunakan pola geometri sebagai dasar pembuatan keranjang rotan. Uji coba dilakukan langsung di lapangan, dengan pola desain yang dijadikan pemodelan. Disediakan 6 model geometri, yaitu sama sisi, empat persegi panjang, lingkaran, segitiga, segi enam, dan segi delapan. Adanya permasalahan-permasalahan yang terjadi sebelum dan sesudah di lakukan penelitian. Permasalahan tersebut terletak pada bahan baku, proses produksi, proses desain & kemasan, serta pemasaran keranjang. Pengumpulan data dengan cara trianggulasi dengan mengacu pada pandangan Sugiyono (2008);



Gambar 1. Skema pengumpulan data dengan trianggulasi

Kegiatan penelitian dilaksanakan melalui 3 (tiga) tahapan, yang merupakan satu kesatuan rangkaian kegiatan, yakni:Fase 1 : Kegiatan Pendahuluan (*Introduction*), mencakup; pengenalan konsep-konsep dan instrumen dasar desain untukkeranjang rotan.Fase 2: Kegiatan Penilaian (*Assesment*), yaitu dilakukan pada aspek yang berpotensi untuk dikembangkan dan mampu dilakukan oleh pengrajin, dengan prinsip pengembangan alternatif desain yang '*low-cost'*. Kegiatan penilaian mencakup: (a) Penyusunan alur proses desain untuk menghasilkan desain keranjang, label dan kemasan yang menarik, media promosi sebagai alat pemasaran produk. (b) Penghitungan biaya desain keranjang dan menentukan desain (*Product Output*) prioritas yang ditetapkan berdasarkan tingginya biaya PO. (c) Penyusunan alternatif pemecahannya yang dituangkan dalam gambar alternatif langkah. (d) Atas dasar kemampuan memutuskan dari pengrajin sendiri, disusun Rencana Aksi. (e) Menumbuhkan komitmen pengrajin yang didampingi untuk mengimplementasikan perbaikan aspek potensial yang telah direncanakan. Fase 3: Pelaksanaan (*Implementasi*) Rencana. Tahap terakhir adalah pelaksanaan rencana pengembangan. Melalui proses pendampingan selama implementasi diharapkan pengrajin yang didampingi dapat memetik pelajaran bagaimana meningkatkan kinerja usaha yang dapat mendatangkan keuntungan, baik secara ekonomi, lingkungan maupun untuk perbaikan kondisi kerja.Fase 4 : Kegiatan yang dilaksanakan. Selama proses kegiatan fase 2 pada prinsipnya ada 4 (empat) kegiatan utama yakni: (1) *workshop*; (2) pendampingan; (3) *technical meeting*; dan (4) *network meeting*. Workshop dilakukan dua kali dengan materi: (1) pemahaman konsep PO; (2) pengembangan desain keranjang

rotan; dan (3) memecahkan masalah bersama secara tuntas (Action Learning Set). Kegiatan pendampingan (*Technical Assistance*), dilakukan untuk membantu pengrajinagar mamiliki kemampuan untuk mengidentifikasikan proses produksi mereka dan mencermati dimana terjadi inefisiensi untuk kemudian menuangkan dalam PO *flowchart*, melakukan perhitungan biaya PO, melakukan penelusuran penyebab munculnya biaya PO, menyusun alternatif perbaikan, dan kemudian memutuskan rencana aksi untuk mengurangi dan atau menghilangkan inefisiensi. Kegiatan *technicalmeeting* dilakukan dua kali yang dimaksudkan untuk menginformasikan dan evaluasi kemajuan kegiatan tim pelaksana di klaster masing-masing dan menerima masukan untuk penyempurnaan dan keberhasilan kegiatan pada kedua mitra. Kegiatan *network meeting* dilakukan dua kali dimaksudkan untuk menginformasikan dan mensinergikan kegiatan yang telah dan akan dilakukan dengan para *stakeholder*.



Gambar 2. Skema diagram alir penelitian keranjang rotan desa beton

Studi Literatur dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang jumlah penelitian kerajinan rotan yang pernah dilakukan di Indonesia.Diperoleh gambaran bahwa penelitian keranjang rotan sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti Indonesia, seperti penelitian kerajian rotan; di wilayah desa Langkat Sumatera Utara; di desa Rumbai-Pekan Baru; Cifor di Asia; di desa Luwo'o-Gorontalo. Penelitian tersebut lebih bersifat murni non terapan.

Pengumpulan data dilakukan pada kondisi alamiah (natural setting). Sumber data primer, dan lebih banyak pada observasi (partisipan observasi), serta wawancara mendalam, sesuai dengan jenis penelitian kualitatif. Peneliti terlibat dalam kegiatan sehari-hari para pengrajin, sambil mengamati cara kerja mereka. Langkah observasi yang dilakukan yaitu; peneliti mencoba mengamati situasi para pengrajin di rumah bapak Mukhlison dan di rumah bapak Kasnawi(observasi deskripsi). Kemudian menentukan fokus permasalahan dan melakukan seleksi permasalahan.Analisis menggunakan analisis taksonomi untuk menemukan focus yang dijadikan obyek penelitian.Serangkaian pertanyaan mendalam dilakukan kepada bapak Muklison, bapak Kasnawi. Mereka adalah para pengrajin sukses di desanya. Wawancara tambahan dilakukan untuk mencari informasi sedetailnya kepada salah seorang pengrajin yang pernah sukses dan memiliki beberapa karyawan, yaitu bapak Huda.Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah Triangulasi. Peneliti menggabungkan observasi partisipan dan wawancara mendalam, dan dokumentasi untuk mendapatkan data secara terus-menerus.

Proses analisis data dilakukan pada saat sebelum memasuki wilayah dua pengrajin bapak Muklison dan bapak Kasnawi, selama berada di lingkungan kerja para pengrajin, peneliti mengamati setiap kejadian dengan sedetail mungkin, dan ketika selesainya kegiatan produksi keranjang, pendistribusian, pemasaran, peneliti melakukan kegiatan pengamatan sebagai evalusai untuk mendapatkan jawaban apakah penelitian yang dilkukan sudah berhasil atau kurang maksimal

PEMBAHASAN

Situasi Pengrajin Desa Beton

Keranjang rotan sebelum krisis moneter banyak dihasilkan oleh para pengrajin di desa Beton, yang wilayahnya termasuk dalam kecamatan Menganti Jawa Timur. Desa Beton terdiri dari tiga dusun, yaitu dusun Bibis, Biyodo, dan Beton. Jumlah penduduknya 3156 jiwa, penduduk perempuan 1562, sedangkan laki-laki berjumlah 1603 jiwa. Saat ini kerajinan rotan desa Beton telah mengalami kendala bahan baku, sehingga

berpengaruh pada tingkat jumlah produk yang dihasilkan. Disisi lain, semakin pesatnya perkembangan desain untuk kerajinan rotan, akan berdampak positif bagi kemajuan yang membawa peningkatan pendapatan ekonomi masyarakat kecil. Pengrajin rotan di desa Beton merupakan kategori kecil industri rumah tangga. Hampir semua pengrajin berproduksi di lingkungan tempat tinggal masing-masing, kecuali bagi pengrajin yang sudah memiliki pegawai. Mereka membangun ruangan untuk tempat bekerja para pegawainya.

Bapak Muklison dan bapak Kasnawi merupakan dua figur pengrajin rotan yang paling produktif diantara pengrajin lainnya. Keduanya bertempat tinggal dan membuka usaha kerajinan di dusun yang sama, Biyodo. Puri Jaya (usaha bapak Muklison) menghasilkan 25 jenis keranjang hias. Jumlah pekerja tetap 12 remaja wanita, yang rata-rata usia 17 tahun, pendidikan SMP. Iamemiliki toko keranjang di pasar Atom. Nama toko 'Toko Keranjang', letaknya di Lt. Dasar No. 20 Surabaya.Kegiatan bapak Muklison dalam proses produksi kerajinan rotan adalah mendesain keranjang polosan yang diperoleh dari para pengrajin di sekitarnya. Keranjang kombinasi yang dibuat kini mulai sepi pembeli, tidak seramai pada saat krisis moneter. Desain keranjang buatan bapak Muklison berdampak pada tingkat penjualan jika produk-produknya didesain secara variatif dengan pemberian label dan merek. Disisi lain perlu pengembangan strategi pemasaran secara online, pameran, kerjasama dengan perusahaan swasta. Kapasitas bahan baku keranjang kombinasi berupa keranjang polosan berbagai jenis kegunaan. Keranjang-keranjang tersebut dipasok oleh pengrajin dengan harga bervariasi tergantung jenis keranjang dan tingkat kerumitan. Harga yang dibeli setiap keranjang ada yang Rp. 2.000, Rp. 4.000, sampai Rp.12.000. Kapasitas produksi rata-rata perhari bernilai Rp. 1.000.000,-. Sehingga secara keseluruhan Bapak Muklison dalam setahun nominal desain keranjang rotan yang dihasilkan adalah Rp.1.000.000 x 28 hari kerja = Rp. 28 juta/ tahun. Upah kerja Rp. 17.000/10 keranjang.

Sedangkan bapak Kasnawi dengan nama usaha UD Tiga Saudara, memproduksi keranjang rotan polosan. Alamat di Dusun Biyodo RT 13 RW 04 Desa Beton. Jumlah karyawan tetap 15 orang terdiri dari 6 wanita dan 9 laki-laki. Pendidikan bervariasi yaitu mahasiswa, sarjana, SD, SMP. Karyawan tidak tetap atau freelance 20 oarng. Mereka adalah ibu rumah tangga dan janda, dengan pendidikan SMA, SD, SMP, Guru. Jenis kelamin 10 orang wanita 10 orang laki-laki. Kapasitas keranjang yang dijual di pasar lokal berupa keranjang yang belum di desain, belum dikemas, dan belum memiliki label dan merek.Kapasitas produksi rata-rata perhari 1 kwintal rotan fitrit jenis AB dengan harga Rp. 20.000/kg. Bahan baku diperoleh dari pabrik di wilayah Gresik, yaitu pabrik Tulus Tri Tunggal (rotan impor) dan pabrik Bines Raya (rotan lokal asal Kalimantan) di Simomulyo Surabaya. Setiap hari memproduksi 125 keranjang ukuran besar kecil, bisa bertambah berdasarkan pesanan. Khusus mebel di ekspor ke Arab Saudi, misalnya yang pernah dilakukan Bapak Kasnawi melalui Tiga Mutiara Jl. Darmo Surabaya. Upah pekerja bervariasi tergantung tingkat kesulitan keranjang yang dibuat. Ada yang mendapatkan Rp. 15.000/hari, Rp. 30.000, Rp. 35.000, Rp. 50.000/hari. Pekerja yang memiliki skill mendapatkan upah Rp.50.000/hari. Upah kerja Rp. 4000/keranjang. Jika Bapak Kasnawi dapat memproduksi 125 keranjang/hari x 28 hari kerja x 12 maka total produksi adalah 12.528 keranjang/tahun.Selain produksi karena pesanan ekspor (kursi, almari loundri, rak) Bp H. Khasnawi juga memproduksi keranjang rotan dengan berbagai ukuran dan jenis keranjang. Hasil produksi keranjang dipasarkan di pasar Atom.

Tabel 1. Karakteristik keranjang rotan bapak Muklison dan bapak Kasnawi

Karakteristik Keranjang Rotan Bapak Muklison					
No.	**Jenis**	**Model**	**Bentuk**	**Ukuran**	**Bahan**
1	Keranjang parcel	standar bervariasi	Kotak, lonjong, hati	bervariasi 30x20x7cm 25x15x7cm	Keranjang rotan (rotan fitrit) diameter 2.5mm, kain peles, pita (3cm,2cm,1cm), lem tembak, gunting, benang, jarum
2	Keranjang tisu	Standar Kotak	Kubus	20x13x10cm	Keranjang rotan (rotan fitrit) diameter 2.5mm, kain sprey, pita 3cm, lem tembak, gunting, benang, jarum, boneka
3	Keranjang air mineral	Standar geometri	Kotak	30x30x7cm	Kerangka kawat diameter 3mm, kain sprey, pita 3cm, lem tembak, gunting, benang, jarum, boneka
4	Keranjang hantaran	Hewan	Merak	40x30x7cm	Keranjang rotan (rotan fitrit) diameter 2.5mm, kain peles, pita 3cm, lem tembak, gunting, benang, jarum

Karakteristik Kerajinan Rotan Bapak H. Khasnawi				
No.	**Jenis**	**Model**	**Ukuran**	**Bahan**
1	Kursi	Atas bundar	Diameter 40cm, t. 60cm	Rotan fitrit impor
2	Kursi	Standar model sova, sudut lengkung,	80cm x 80cm	Kerangka kursi, rotan fitrit impor diameter 3mm,
3	Tempat baju kotor	Elips (tabung)	t.80cm, diameter 60cm	Kerangka, rotan fitrit impor diameter 2.5mm
4	Pot bunga	Standar	Diameter 15cm, t.12cm	Rotan fitrit lokal, diameter 2.5cm
5	Tempat buah	Standar		Rotan fitrit lokal, diameter 2.5cm

Tabel 2. Kualitas Keranjang Rotan Bapak H. Kasnawi dan Bapak Muklison

Kualitas Keranjang Bapak Muklison							
No.	**Jenis**	**Teknik**	**Warna**	**Bahan**	**Kemasan**	**Model**	**Distribusi**
1	Keranjang parcel	Lem Bungkus	Biru, Merah muda Pink	Kain Renda	Plastik/ lusin	Kotak	Toko sendiri, pelanggan luar pulau/kota
2	Keranjang tisu	Lem Bungkus	biru, merah muda, pink, hijau	Boneka Kain renda		Kotak, kereta	Pasar Atom Pelanggan luar pulau/ kota
3	Keranjang mineral (non rotan)	Lem Bungkus	biru, merah muda, pink, hijau	Kain		Keranjang	Pasar Atom Pelanggan luar pulau/ kota
4	Keranjang hantaran& lamaran	Lem bungkus	biru, merah muda, pink)	Kain peles renda		Kotak	Pasar Atom Pelanggan luar pulau/ kota
		Lem bungkus	biru, merah muda, pink)	-		Burung merak	

Kualitas Keranjang Bapak Kasnawi						
No.	**Jenis**	**Teknik**	**Warna**	**Finishing**	**Model**	**Distribusi**
1	Keranjang tempat menyimpan uang	Anyam	Polosan	Vernis, warna	Miniatur-rumah Sesuai pesanan	Pasar tradisional Pelanggan lokal
2	Kursi	Anyam	Coklat tua, krem	Vernis, warna	Standar sesuai pesanan	idem
3	Tempat baju kotor	Anyam	Polosan	Vernis, warna	Silinder	idem
4	Pot bunga	Anyam	Polosan	Vernis, warna	Kotak	idem
5	Tempat buah	Anyam	Polosan	Vernis, warna	Empat persegi panjang	idem
6	Laci	Anyam	Kombinsai polosan & coklat	Vernis, warna	Kotak	idem
7	Kursi	Anyam	Polosan	Vernis, warna	Standar	idem
8	Tempat koran	Anyam	Polosan	Vernis, warna	Sesuai pesanan	idem
9	Tutup saji	Anyam	Polosan	Vernis, warna	Standar	idem
10	Keranjang parcel	Anyam	Polosan	Polosan	Nampan	idem
11	Keranjang ulang tahun	Anyam	Polosan	Polosan	Nampan	idem
12	Keranjang lamaran	Anyam	Polosan	Polosan	Nampan	idem
13	Keranjang belanja	Anyam	Kuning	Vernis, warna	Tas	idem

Hasil Identifikasi permasalahan yang dihadapi mitra

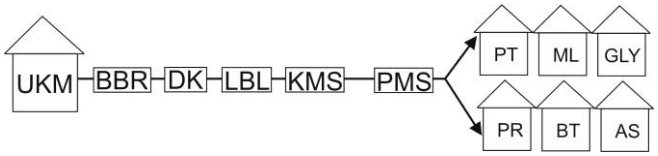
Untuk membuat kerajinan rotan diperlukan energi listrik, panas, tenaga manusia. Energi listrik untuk menjalankan mesin pemasang paku pada kerangka kayu, menjalankan mesin pembakar bulu-bulu rotan. Tenaga manusia terwujud dalam skill dan ketrampilan membuat kerajinan. Panas (panas matahari) untuk menjalankan proses pengeringan pada barang-barang kerajinan. Limbah yang dihasilkan adalah pewarna cair dan potongan-potongan rotan dan kayu.Langkah pelaksanaan produksi kerajinan rotan ada 3 (tiga) kkomponen utama yang ketiganya saling berhubungan dan saling terkait. Ketiga komponen itu adalah masukan (input), proses dan keluaran (output).Masukan atau input merupakan segala sesuatu yang diperlukan dalam proses proses produksi kerajinan rotan, sehingga proses produksi dapat berjalan dengan optimal. Bahan baku terdiri dari fitrit, mal kayu, kerangka, dan kawat. Proses pembuatan meliputi; pemilihan bahan baku, penyiapan mal alas, pemasangan fitrit, pengayaman alas, pelepasan mal alas, penutupan tepi alas, pemasangan kerangka, pembuatan badan laci/keranjang, pelepasan kerangka badan, pemasangan kawat, penutupan tepi

alas laci/keranjang, keranjang /laci selesai dikerjakan. Keluaran dalam diagram tersebut meliputi; fitrit masuk dalam lubang mal, hasil anyaman alas keranjang, bentuk alas keranjang, pembatas alas dan ketinggian keranjang/laci, ukuran badan keranjang stabil, bentuk dan ketinggian anyaman, tepi alas dan bagian atas laci/keranjang kokoh.

Bahan Baku Fitrit dan Penanganannya

Rotan fitrit merupakan bahan baku utama pembuatan keranjang rotan. Dan pekerjaan paling awal dalam pembuatan keranjang rotan adalah memilih rotan yang baik. Rotan yang baik adalah rotan yang berwarna terang tidak hitam atau gelap. Dan ujung rotan yang kurang bagus perlu dibuang dengan cara digunting, agar hasil anyaman keranjang tetap terjaga kualitasnya.Bahan baku rotan limbah dibuat untuk berbagai kerajinan, dan sebagai bahan pembuatan keranjang yang disebut rotan *fitrit.* Rotan *fitrit* berbentuk *gilig* berwarna putih cenderung ke warna krem muda. Penanganan bahan baku rotan dari limbah rotan desa Beton Menganti Gresik adalah sebagai berikut:(1) Pada ujung rotan *fitrit* berwarna agak kecoklatan di hilangkan atau dibuang dengan cara digunting, karena tidak bisa digunakan disamping lebih rapuh juga lebih lembab.(2) *fitrit* saat ini dimanfaatkan untuk membuat keranjang maupun kerajinan lain, dan keranjang tersebut dijual ataupun disetor ke pabrik maupun ke pasar tradisional melalui tiga 5 cara, yaitu; (a) polosan (b) sudah diwarna dan divernis(c) divernis saja(d) kombinasi enceng gondok dan rotan(e) modifikasi rotan dan kain, serta pernak-pernik lain sebagai penunjang penampilan.(3) Sedangkan yang dapat dimanfaatkan dari bahan baku rotan limbah adalah kerajinan; (a) industri furniture (kursi, meja, almari, dipan, dan sebagainya)(b) peralatan kantor (tempat pensil dan bolpoin), tempat tisu, vas bunga, dan sebagainya.(c) Perkakas interior (lampit, tikar, frame lukisan, dan sebagainya)**.**

Dari hasil analisa menunjukkan bahwa rotan limbah mempunyai kadar kelembaban dibanding rotan ekspor. Namun pengusaha di Beton Gresik umumnya menggunakan rotan limbah dari Kalimantan.Alasan pengusaha menggunakan rotan limbah adalah : (1) Mudah didapat dan lebih murah. Rotan limbah mudah diperoleh di pasaran dibandingkan rotan yang memiliki kualitas bagus, karena rotan tersebut merupakan rotan ekspor Sehingga jika sewaktu-waktu pengusaha kehabisan bahan baku untuk membuat kerajinan rotan, pengusaha tidak kesulitan untuk menemukannya. (2) Rotan limbah yang dijual dalam keadaan bahan baku dan sudah dikeringkan melalui penjemuran. Pengrajin rotan limbah membeli dalam keadaan apa adanya. Hal ini menyebabkan rotan dalam keadaan kering saat disimpan. Pada umumnya para pengusaha mendapatkan rotan dari pabrik. (3) Rotan ekspor lebih bagus kualitasnya dibanding rotan limbah.Dalam penyimpanan dan penanganan bahan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut : (1) Untuk penyimpanan bahan telah dibuat terpisah dari proses produksi sehingga tidak menyulitkan tenaga kerja dalam melakukan aktivitasnya. (2) Penyimpanan keranjang rotan dipisahkan dalam ruang tersendiri. (3) Sebelum digunakan, khususnya rotan lokal diperiksa terlebih dahulu keadaannya. Apabila rotan dalam keadaan agak basah maka harus segera digunakan.Penyimpanan produk perlu diperhatikan agar tetap terjaga kualitasnya. Bila produk tersebut merupakan produk pesanan maka perlu pertimbangan bagaimana menyimpan yang baik. Beberapa kasus terjadi, ketika produk nyampai di konsumen produk menjadi cacat. Produk yang rusak dapat berdampak pada kuantitas penjualan, sehingga nilai ekonomi menurun. Dan pendapatan masyarakatnya tidak sesuai target yang diharapkan.

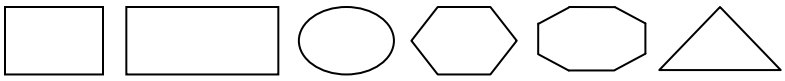


Gambar 3. Skema pengolahan bahan baku, desain, dan pemasarannya

Keterangan: UKM: Sumber Usaha Kecil Menengah. BBR: Bahan Baku Rotan yang digunakan untuk keranjang. DK: Desain Keranjang (Proses pembuatan desain keranjang. LBL: Desain Label (proses pembuatan desain label). KMS: Kemasan (Proses pembuatan dan pengemasan keranjang). PMS: Promosi (proses pembuatan media promosi). PT: Pasar Tradisional (penjualan keranjang rotan). ML: Pusat Perbelanjaan / Mal (penjualan keranjang rotan). GLY: Galery (penjualan keranjang rotan). PR: Pameran (penjualan keranjang rotan). BT: Butik (penjualan keranjang rotan). AS: Art Shop (penjualan keranjang rotan). Bahan Baku Rotan limbah dapat dibuat berbagai variasi kerajinan. Target luaran variasi desain keranjang, label dan merek produk, desain kemasan, media promosi.

Penerapan Pola Geometri

Untuk membuat keranjang yang kokoh diperlukan pertimbangan awal yaitu pada alas keranjang.Pola geometri yang diterapkan pada keranjang rotan sebagai berikut;



Gambar 4 . Pola Geometri Sebagai dasar pembuatan keranjang

Tabel 3. Implementasi Pola Geometri Pada Keranjang

Segi delapan	Lingkaran	Kotak	Alas keranjang	Kereta lingkaran	kereta trapesium	Kereta kotak	Kereta kotak

Keranjang yang tidak menggunakan kerangka, namun menggunakan mal kerangka pada strukturnya menghasilkan tampilan yang lebih baik dari pada yang terdapat pada gambar dapat dilihat pada tabel di bawah ini;

Tabel 5. Perbandingan keranjang yang menggunakan dan tidak menggunakan mal kerangka

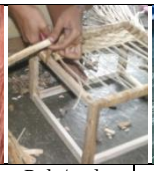
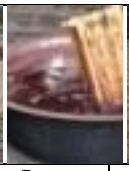
Dengan Bantuan kerangka	Tidak menggunakan	Menggunakan	Menggunakan

Proses Pembuatan Keranjang

Fitrit diolah menjadi keranjang melalui 9 tahapan, yaitu; (1) tahap penyortiran (2) tahap pembuatan mal &kerangka, (3) tahap penganyaman alas keranjang, (4) tahap penganyaman badan keranjang, (5) tahap penganyaman tutup keranjang, (6) tahap pembersihan keranjang dari bulu fitrit, (7) tahap pewarnaaSn, (8) tahap pengeringan, (9) tahap vernis. Keranjang dibentuk dan didesain untuk berbagai tujuan (wedding, perlengakapan interior, perlengkapan dapur, perlengkapan furniture). Dalam pembuatannya, digunakan bahan pengawet anti rayap, vernis, pewarna tekstil. Bahan-bahan: (untuk membuat keranjang pola empat persegi panjang) Bahan baku rotan *fitrit*: 40 helai. Mal: 1 buah (30cm x 25cm). Kerangka kayu: 30cm. Air secukupnya (untuk melembabkan *fitrit* yang kering, kalau tidak dicelup air *fitrit* akan mudah patah/rapuh. Gunting 1 buah. Penggaris metal 1 buah (60 cm/30cm). Cara pembuatan: (1) Sediakan mal ukuran 30cm x 25 cm. Ambil *fitrit* masukkan satu persatu pada lubang mal pada bagian atas bawah. Langkah pertama adalah membuat alas keranjang. (2) Ambil *fitrit* dan anyam secara horisontal satu persatu, sambil ukur bagian tepi fitrit dengan penggaris untuk mengukur ketinggian keranjang yang dikehendaki. (3) Anyam terus sampai batas ukuran yang diinginkan. (4) Setelah bagian alas selesai lepaskan alas rotan dari malnya. (5) Kemudian pasangkan kerangka kayu pada alas keranjang. (6) Sudut keranjang di atur dengan cara sedikit di tekan-tekan,

gunakan ujung gunting untuk membuat sedikit lubang atau celah untuk *fitrit*. (6) Mulailah menganyam sampai selesai kotak keranjang yang diinginkan.

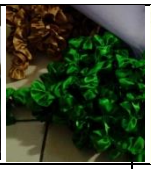
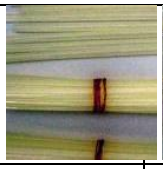
Tabel 5. Proses Pembuatan Keranjang

						
Bahan baku	Pola/mal kerangka	Pembuatan alas	Alas keranjang	Keranjang polosan	Proses warna	Setelah pewarnaan

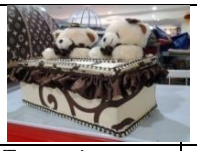
Proses Penghiasan Keranjang

Lima langkah penghiasan keranjang adalah; (1) Penentuan bahan baku. (2) Penentuan ide/gagasan tema. (3) Penentuan alat dan bahan. (4) Penentuan teknik memasang pita dan kain. (5) Penentuan kait untuk mengunci tutup keranjang.

Tabel 6. Alat dan Bahan Menghias Keranjang

							
Pita satin	Pita kain dan kain	Lem tembak	Keranjang	Lem	Boneka	Bunga	Kancing

Tabel 7. Hasil Akhir Penghiasan Keranjang

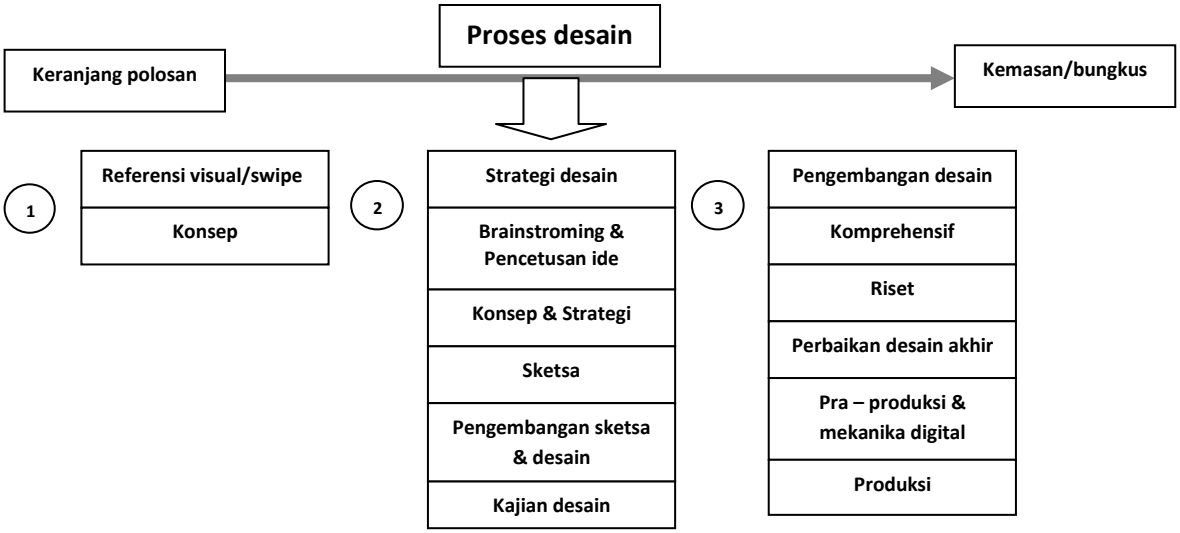
						
Tempat toples	Tempat tisu	Tempat kue lebaran	Kartu nama	Tempat asesories	Tempat asesoris	Tempat asesoris

Proses Desain Promosi Keranjang

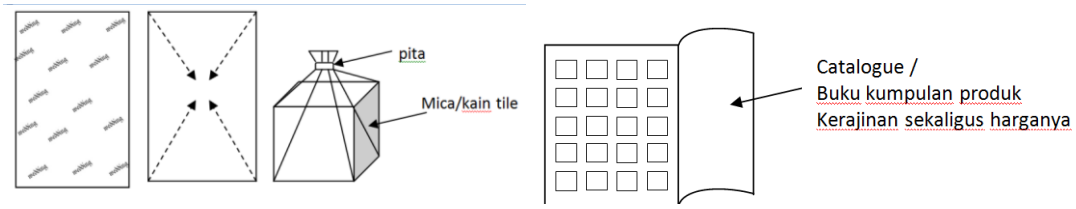
Desain Label& merek:Tujuan pemberian merek & label pada keranjang diantaranya adalah;(a) sebagai identitas produk agar produk satu dengan yang lain memiliki ciri tersendiri; (b) menunjang daya tarik visual*;* (c) membangun citra produk*;* (d) menambah kepercayaan masyarakat terhadap mutu atau kualitas produk yang dihasilkan.Desain Kemasan **:** Keranjang yang sudah jadi akan cepat rusak bila suhu ruangan penyimpanan gudang tidak segera diatasi. Keranjang yang baru jadi perlu dibakar terlebih dahulu untuk menghilangkan bulu-bulu halus. Keranjang yang sudah diberi label perlu masukkan dalam kemasan agar tidak cepat rusak maupun kotor. Kemasan dipilih yang terbuat dari bahan plastik mika bening dan kain tile.Tiga tahapan dalam proses desain kemasan, yaitu; (1) referensi visual/swipe dan konsep; (2) strategi desain; brainstorming & pencetus ide; konsep & strategi; sketsa; pengembangan sketsa & desain; kajian desain; (3) pengembangan desain, komprehensif, riset, perbaikan desain akhir, pra-produksi & mekanika digital, produksi. (lihat gambar 5& 6). Media promosi: Promosi bertujuan untuk pengenalan produk dan peningkatan penjualan. Untuk menunjang penjualan keranjang rotan diperlukan alat promosi. Setelah dilakukan penanganan, diperoleh hasil desain untuk keperluan promosi (merek dan label) yang dipasang pada keranjang. Penunjang promosi lain adalah; kartu nama, katalog produk, price list produk, papan nama. Tahapan pekerjaan desain terdiri dari; (1) Brainstorming: identifikasi permasalahan kebutuhan desain, dan identifikasi kemungkinan penanganan, (3) Konsep desain, (4) Proses desain (5) printing. (Lihat tabel 6& gambar 7)

Tabel 8. Hasil desain keranjang

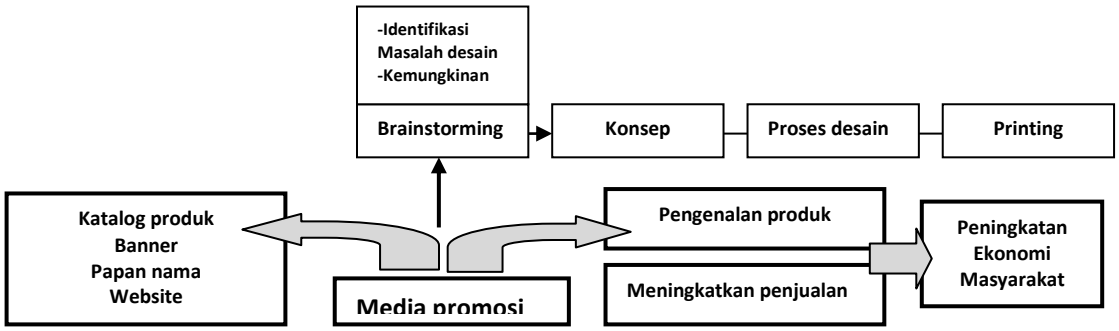
Label & merek	Kartu nama	Katalog	Kop & amplop	Sosial media



Gambar 6. Skema Proses desain kemasan



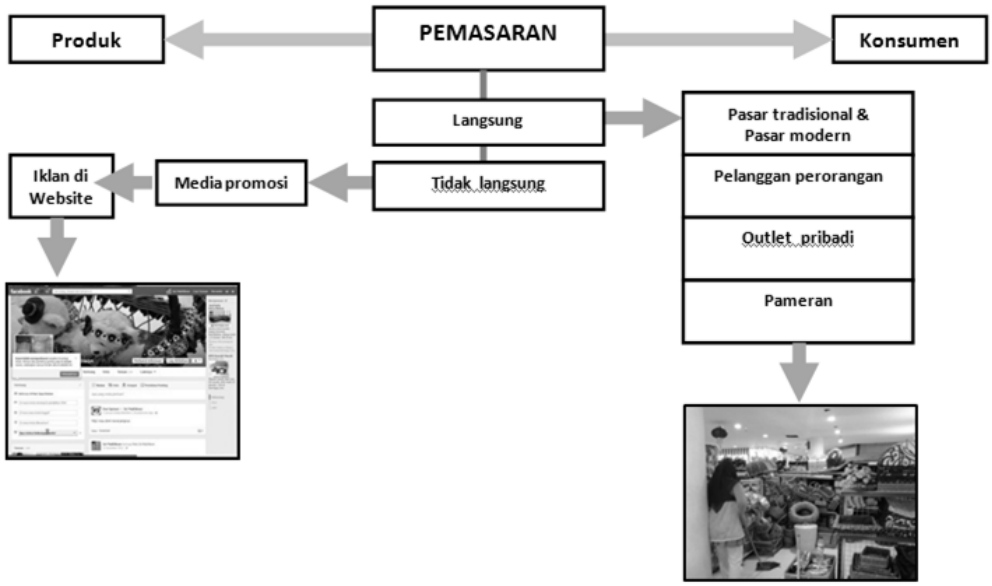
Gambar 7. Penampang kemasan berbahan dasar plastik / kain tile (kiri), katalog (kanan)



Gambar 8. Skema Konsep Desain Media Promosi

Proses Pemasaran Keranjang

Pemasaran menjadi penentu tingkat keberhasilan suatu produk di masyakarakat (konsumen).Pemasaran merupakan langkah akhir dari proses produksi keranjang. Keranjang dipasarkan melalui cara langsung dan tidak langsung. Pemasaran langsung pendistribusian dilakukanlangsung di pasar tradisional (Pasar Atom, Pasar Turi) dan kegiatan pameran/even. Pemasaran tidak langsung dilakukan melalui kerjasama antar pihak lain (mal, galery, art shop, Disperindag).



Gambar 9. Skema pemasaran keranjang rotan

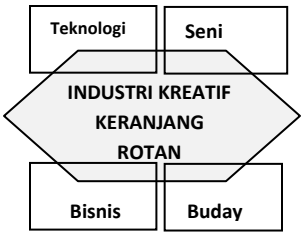
Hasil Penerapan Ipteks

Tabel 9. Hasil penerapan ipteks pengrajin keranjang rotan di desa Biyodo (mitra)

Seni dan desain	Teknologi	Budaya	Bisnis
• Dekorasi • Kemasan • Desain; label, merek, katalog, banner • Buku referensi desain	• Karya manual • Alat bantu mesin • Mal manual • Bahan fitrit, rotan utuh. Beberapa ada unsur kombinasi enceng gondok (laci) • Vanishing & tanpa vanishing • Mal & tanpa mal	• Perubahan pola pikir • Perubahan tindakan cara membuat • Pengembangan model • Pertahanan pola lama • Produksi massal • Penyebaran pengrajin freelance yang bersifat mandiri dan cluster • Pandangan lama tentang modal dan mahalnya harga bahan baku masih bertahan	• Pasar tradisional, pasar online, pelanggan, mal. • Media promosi offline dan online • Alat promosi • Stationary

Industri Kreatif Keranjang Rotan di Desa Beton

Industri kreatif keranjang rotan Beton Menganti merupakan hasil kreativitas yang meliputi kreativitas seni dan desain, teknologi, budaya, dan bisnis. Seni dan desain yang dimaksud mengandung unsur dekorasi atau menghias, serta mendesain kemasan, label, merek, katalog, dan banner. Dekorasi menekankan pada kekuatan menghias produk keranjang dengan mengambil tema-tema tertentu. Seperti tema ulang tahun, tema lamaran atau hantaran. Juga terdapat tema rumah-rumahan (keranjang untuk menabung atau tempat uang koin). Teknologi tercermin pada teknik pembuatan keranjang secara manual, sedangkan untuk finising beberapa bagian menggunakan mesin. Seperti pembersihan keranjang dari bulu-bulu rotan dibakar menggunakan mesin tembak gas. Mengelem menggunakan lem tembak yang memanfaatkan energy listrik. Sedangkan menganyam dan pewarnaan dilakukan secara manual.Unsur budaya dapat dilihat dari artefak yang dihasilkan oleh pengrajin. Keranjang rotan merupakan artefak, dan itu merupakan bagian dari budaya.disamping artefak juga adanya gagasan atau pola pikir masyarakatnya, dalam hal ini adalah pengrajin. Selanjutnya adalah tindakan pengrajin yang merubah pola lama dan mengkombinasikan model produk.



Gambar 10. Skema Analogi Komponen Industri Kreatif (Sumber: Simatupang, 2008)

KESIMPULAN

Kerajinan rotan merupakan salah satu bagian dari aktivitas industri kreatif yang melibatkan kreativitas, seni, budaya, dan teknologi. Dari hasil pengujian model geometri menunjukkan bahwa, 1) model keranjang geometri dapat diterapkan untuk berbagai keperluan, namun dapat menjadi tidak rapih bila tidak menggunakan mal sebagai kerangka struktur bangunan keranjang. 2) pengukuran uji coba desain keranjang yang tidak menggunakan kemasan berdampak pada penurunan kualitas, dibandingkan dengan yang memanfaatkan kemasan dan label. Disamping kualitas terjaga juga dapat meningkatkan penjualan, dikarenakan memiliki daya tarik visual.

PUSTAKA

Clow, Kenneth E. (2011). *Integrated Advertising, Promotion and Marketing Communications (5th edition).* ISBN-13: 978-0132538961. Prentice Hall.

Eldridge. *1.000 Bags, Tags, and Labels: Distinctive Designs for Every Industry (1000 Series*). First Edition. Rockport Publisher. SIBN-13: 978-1592531837.

Roth, Laszlo.(1991). *The Packaging Designer's Book of Patterns.Edisi 2*. ISBN-13: 978-0471284116.

Siler, Lyn.(1998). *The Basket Book: Over 30 Magnificent Baskets to Make and Enjoy*. Sterling Publisher. ISBN-13: 978-0806968285.

Hartley, John dkk. (2013). Key Concepts in Creative Industries.Sage Publication. ISBN 978-14462-0289-0 (pbk). British Library.

Hope, Flo.(1997). Contemporary Wicker Basketry: Projects, Techniques, Inspirational Designs. Lark Books. ISBN-13: 978-1887374156.

http://sbm.binus.ac.id/files/2013/04/Pilar-Pilar-Ekonomi-Kreatif.pdf

Kelompok Kerja Indonesia Design Power. (2009). *Pengembangan Industri Kreatif Menuju Visi ekonomi Kreatif Indonesia 2025-Rencana Pengembangan 14 Subsektor Industri Kreatif*. Departemen Perdagangan Republik Indonesia.

Kelompok Kerja Indonesia Design Power. (2008). *Studi Industri Kreatif Indonesia.Rencana Pengembangan Ekonomi Kreatif Indonesia*. Departemen Perdagangan Indonesia.

Klimchuk, Marianne Rosner dan Krasovec, Sandra A. (2002). *Desain Kemasan Perencanaan Merek Produk Yang Berhasil Mulai dari Konsep Sampai Penjualan*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Mari Eka Pangestu, (2007), *Sektor Industri Kreatif, Bisnis Indonesia*, 24 Oktober 2007.
Narbuko, Kholid. (2005). *Metodologi Penelitian*. Jakarta : PT Bumi Aksara.
Ratna, Nyoman Kutho. (2004). *Teori, Metode, dan Teknik Penelitian Sastra*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
Schwartz, Harvey & Waters,Bruce M. (1999). Rattan Furniture: *Tropical Comfort The Throughout the House (Schiffer Book for Collector s and designer*). ISBN-13 978-0764307706. Schiffer Publishing.
Sugiyono. (2008). *Memahami Penelitian Kualitatif. Penerbit Alfabeta*. Bandung.
Togar M. Simatupang, (2008) *Industri Kreatif Riset dan Pengembangan. Sekolah Bisnis dan Manajemen*Bandung: Institut Teknologi Bandung

PENERAPAN KONSEP POKA YOKE DI LABORATORIUM APK UNTUK MEMPERBAIKI KINERJA PRAKTIKAN DALAM PRAKTIKUM PROSES PRODUKSI

Sri Rahayu[1], Pram Eliyah Yuliana[2]
[1,2] Jurusan Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknik Surabaya
Jl. Ngagel Jaya Tengah 73 – 77 Surabaya
Email:[1] rahayu@stts.edu, [2]pram@stts.edu

ABSTRAKS
Praktikum proses produksi merupakan praktikum pendukung mata kuliah proses produksi yang wajib diikuti oleh mahasiswa jurusan teknik industri. Tujuan utamanya adalah agar mahasiswa memahami kegiatan apa saja yang diperlukan untuk mengolah bahan baku (input) hingga menjadi bahan jadi (output) dengan menggunakan mesin-mesin produksi. Pada jurusan Teknik Industri STTS, praktikum ini dilakukan di Laboratorium Analisis dan Perancangan Kerja (APK) dan produk yang akan dibuat oleh praktikan telah ditentukan oleh para asisten. Hal tersebut dilakukan agar praktikum bisa berjalan dengan efektif dan efisien selain itu juga untuk mempermudah asisten dalam menilai kinerja para praktikan.Produk yang akan dibuat terdiri dari lima macam proses yaitu desain, potong, peeling, masking dan perakitan. Untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan kinerja praktikan, maka dilakukan pendekatan konsep Poka-Yoke. Pendekatan yang dilakukan adalah warning system yaitu alat potong diberi alarm sebagai warning apabila praktikan melakukan kesalahan pada saat proses pemotongan bahan baku dan juga control system yaitu dengan cara membuat prosedur kerja yang harus ditaati oleh praktikan pada saat membuat produk. Dengan konsep Poka-Yoke ini, kinerja praktikan menjadi lebih baik yaitu cacat produk berkurang pada proses pemotongan hingga 79,16% dan berkurang 25% pada proses peeling. Selain itu, waktu standart pembuatan produk menjadi lebih baik yaitu berkurang 24,65 menit.

Kata Kunci: *Control System , Masking, Peeling, Poka-Yoke, Proses Produksi, Warning System.*

PENDAHULAN

Proses produksi merupakan salah satu mata kuliah yang wajib diambil oleh mahasiswa jurusan teknik industri. Tujuan utama dari mata kuliah ini adalah agar mahasiswa memahami aktivitas yang dilakukan perusahaan dalam membuat produk. Aktivitas pembuatan produk ini sangat kompleks oleh karena itu diperlukan praktikum proses produksi sebagai penunjang agar mahasiswa lebih memahaminya.

Pada praktikum proses produksi ini, praktikan diminta untuk membuat sebuah produk dengan bahan baku dari kayu lapis (triplek). Praktikan harus menentukan terlebih dahulu produk yang akan mereka buat dari bahan baku tersebut. Produk yang dihasilkan harus melalui proses pemotongan, penghalusan, pengecatan dan perakitan. Hal ini menuntut praktikan untuk bisa mengoperasikan alat produksi dalam waktu yang optimal dengan hasil produk yang berkualitas (tidak ada cacat dan sesuai dengan spesifikasi produk yang dijanjikan diawal).

Selama ini, kesalahan yang sering dilakukan oleh praktikan adalah kesalahan pada saat proses pemotongan (kebanyakan tidak presisi), kesalahan pada proses masking (penghalusan yang berlebih) dan keslahan pada proses peeling (yaitu pengecatan yang tidak merata). Penyebab utama kesalahan-kesalahan tersebut adalah praktikan belum bisa mengoperasikan peralatan produksi dengan baik dan belum ada prosedur standard pembuatan produk. Dengan menerapkan konsep Poka-Yoke, diharapkan agar kinerja praktikan menjadi lebih baik (kesalahan-kesalahan yang terjadi dapat diminimalisir dan waktu pengerjaan menjadi lebih optimal.

Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang prosedur kerja yang terstruktur dan jelas pada setiap elemen kerja dalam pembuatan produk.
2. Merancang stasiun kerja yang efektif dan efisien bagi proses pembuatan produk.
3. Menentukan waktu kerja standar untuk pembuatan komponen pada setiap elemen.

KONSEP POKA-YOKE

Konsep *Poka-Yoke* diperkenalkan pertama kali oleh Shigeo Shingo. Pada awalnya, konsep ini didasarkan pada ide sebagai pencegah kebodohan "*foolproofing*" (dalam bahasa jepang *Baka-Yoke*) yaitu sebuah pendekatan yang dirancang terutama untuk menjaga keselamatan operasi.

Tujuan dari penggunaan *Poka Yoke* adalah mendeteksi kecacatan, menghentikan sistem produksi dan memberikan umpan balik secepatnya, sehingga mendapatkan faktor penyebab dari permasalahan dan melakukan perbaikan guna mencegah kecacatan agar tidak terjadi lagi. Didalam penerapan *Poka-Yoke*, terdapat 2 (dua) aspek yang difokuskan, yaitu sebagai berikut:

1. Prediksi, atau mengetahui bahwa suatu cacat akan terjadi dan memberikan peringatan.
2. Deteksi, atau mengetahui bahwa cacat telah terjadi dan menghentikan proses tersebut.

1. POKA-YOKE SYSTEM

Poka-Yoke Systems terbagi menjadi 2 (dua) kategori, yaitu kategori fungsi regulasi (*Regulatory Function Categories*) dan kategori fungsi pengaturan (*Setting Function Categories*).

1. Fungsi Regulasi

Fungsi Regulasi merupakan tujuan penggunaan *Poka Yoke* yang akan diterapkan. Terdapat 2 (dua) fungsi regulasi yang terdapat *Poka Yoke System*, yaitu :

a. Control Method

Metode control ini mendeteksi kesalahan atau kecacatan dengan mematikan mesin atau mengunci mesin untuk menghentikan operasi secara sementara, sehingga kesalahan dapat ditangani atau diperbaiki secepatnya sebelum proses kembali dilanjutkan, hal ini guna menghindari kecacatan yang berulang-ulang(*series defect*). Metode ini merupakan metode yang paling kuat dalam fungsi regulasi dan efisen yang maksimal dalam mencapai nol cacat (*Zero Defect*).

b. Warning Method

Terkadang, penggunaan *Control Method* yang mematikan mesin atau menghentikan proses tidak selalu menjadi pilihan. Pada *warning method*, penggunaan alarm sistem seperti cahaya lampu yang berkelip-kelip atau suara, dapat digunakan untuk mendapatkan perhatian pekerja pada kesalahan atau kecacatan yang dideteksi. Metode ini dapat efektif apabila pekerja merespon langsung apabila sinyal kesalahan atau kecacatan terjadi.

2. Fungsi Pengaturan

Fungsi pengaturan merupakan teknik yang akan dipakai pada penerapan *Poka Yoke*. Terdapat 3 (tiga) fungsi pengaturan yang dilakukan oleh *Poka Yoke System*, yaitu :

a. Contact Method

Metode yang mendeteksi adanya kelainan pada bentuk atau pada dimensi produk. Pada metode ini teknik deteksi yang diaplikasikan dengan menggunakan alat aktif seperti limit switch, touch switch, proximity switch, photoelectric switch dan sebagainya.

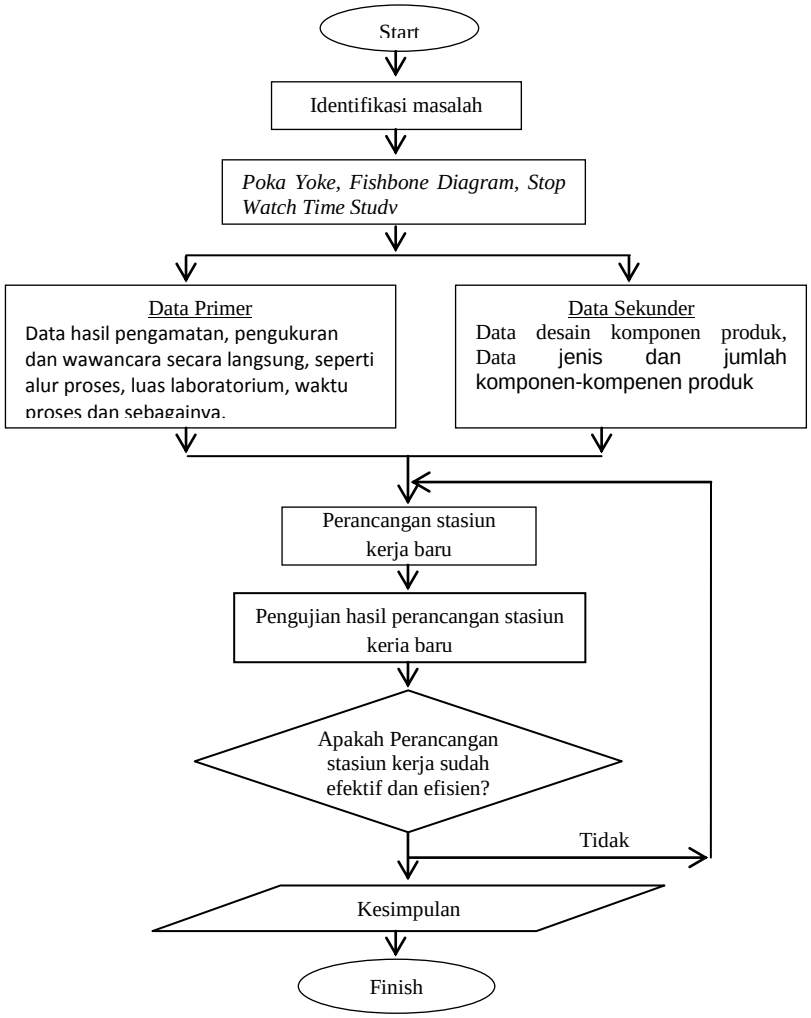
b. Fixed Value Method

Metode yang menghitung jumlah bagian atau komponen yang ditentukan, sehingga terhindar dari kecacatan yang diakibatkan komponen yang belum lengkap. Apabila operator menemukan bagian komponen yang tersisa atau kurang dari yang ditetapkan, maka pekerja akan tahu bahwa sesuatu telah dihilangkan dari proses. Biasanya pekerjaan ini dilakukan oleh pekerja yang melakukan operasi yang berulang-ulang sampai pada jumlah unit atau part yang ditentukan.

c. Motion Step Method

Metode *poka-yokemotion step* merupakan metode untuk mendeteksi apakah terdapat gerakan atau langkah telah dilewati dari prosedur yang ditetapkan. Sebagai contoh, apabila terdapat langkah yang terlewati, maka sensor akan memberikan sinyal timer atau alat lain untuk menghentikan mesin dan sinyal operator. Sehingga proses tidak dapat meneruskan ke proses berikutnya. Contoh, terkadang pekerja lupa menempelkan label, disini diberikan penerapan *Poka Yoke* dengan pemeriksaan label yang menggunakan *photoelectric tube*.

METODE PENELITIAN



PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Laboratorium Analisis Perancangan Kerja di Sekolah Tinggi Teknik Surabaya merupakan Laboratorium yang digunakan untuk kegiatan praktikum. Praktikum-praktikum yang dilakukan di laboratorium tersebut, seperti Analisa Perancangan Kerja, Proses Produksi dan Ergonomi. Di Laboratorium APK terdapat mesin yang berguna untuk menunjang kegiatan praktikum, seperti Mesin bubut, mesin bor duduk, gerinda, las, Antropometer dan lain-lain.

1. Produk Miniatur Mobil Formula-1

Produk yang dibuat dalam penelitian ini adalah miniatur mobil Formula-1 yang terbuat dari bahan baku triplek dengan ketebalan sebesar 3 mm. Proses pembuatannya dapat dibuat secara manual sehingga dapat memanfaatkan fasilitas yang ada di laboratorium APK.

Gambar 1. Miniatur Mobil Formula-1

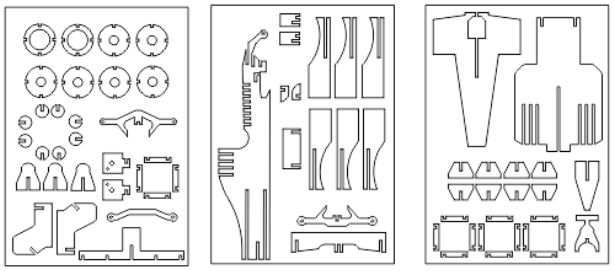
Komponen-Komponen Miniatur Mobil Formula-1

Komponen-komponen miniatur mobil Formula-1 memiliki nama komponen yang panjang. Sehingga, diberi kode agar memudahkan dalam penamaan, urutan jenis dan jumlah komponen, sebagai contoh CM0101 merupakan CM = nama jenis komponen Chassis Mayor, 01 (digit pertama dan kedua) = nomor urut jenis komponen, 01 (digit ketiga dan keempat) = jumlah komponen yang terdapat pada komponen bersangkutan. Pada tabel 4.3 akan ditunjukan keseluruhan desain komponen beserta kode dan jumlah komponennya.

Tabel 1. Tabel Jumlah dan Jenis Komponen Miniatur

Jumlah komponen	72 unit
Jumlah Jenis komponen	24 jenis komponen
Jumlah jenis komponen luar	3 unit
jumlah komponen yang diproses sendiri	66 unit
Jumlah komponen yang diproses dari luar	6 unit

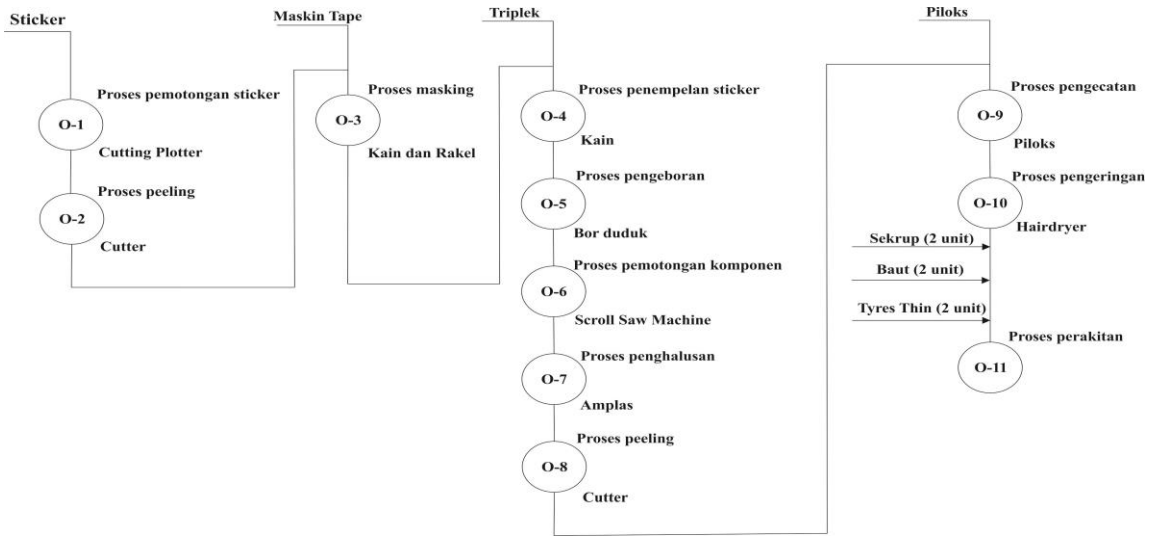
Desain komponen miniature tersebut akan dibagi menjadi 3 *layout* agar memudahkan pada saat proses pemotongan. Adapun *layout* dari tiap-tiap komponen miniatur mobil Formula-1 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Layout Komponen Miniatur Mobil Formula-1

Proses Produksi Pembuatan Miniatur Mobil Formula-1

Proses pembuatan miniatur Formula-1 dapat dijelaskan secara terperinci dengan menggunakan Peta Proses Operasi (OPC).



Gambar 3. OPC Proses Pembuatan Miniatur Mobil Formula-1

2. Jenis kecacatan pada komponen-komponen miniatur yang dihasilkan

Pada proses pembuatan miniatur mobil Formula-1 dari awal hingga akhir yang dilakukan oleh responden, terdapat kecacatan yang dihasilkan dari beberapa elemen proses. Kecacatan yang ditemukan pada tiap elemen proses, akan dilakukan pengerjaan ulang (*rework*). Pencatatan kecacatan hasil proses dilakukan pada hasil proses yang pertama kali dilakukan. Data yang didapat, akan dianalisa lebih lanjut untuk diperbaiki.

Tabel 3. Tabel Kecacatan Yang Dihasilkan Pada Tiap Elemen Proses

No.	Nama Proses	Jenis Kecacatan
1	Proses Pemotongan Sticker	Tidak ada
2	Proses Peeling	Tidak ada
3	Proses Masking sticker	Tidak ada
4	Proses Penempelan Sticker	Tidak ada
5	Proses Pelubangan	Lubang tidak tepat sasaran
6	Proses Pemotongan Komponen	1. Tidak rata 2. Patah
7	Proses Penghalusan	Bentuk lonjong pada komponen yang berbentuk lingkaran
8	Proses peling	Tidak ada
9	Proses Pengecatan	Hasil pengecatan tidak merata
10	Proses Pengeringan	Tidak ada
11	Proses Perakitan	Merakit tidak sesuai urutan

a. Data-data Kesalahan yang Terjadi Pada Tiap Elemen Proses

Data potensi dan kesalahan yang terjadi didapat pada saat responden melakukan proses pembuatan miniatur Formula-1 mulai dari tahap awal hingga akhir. Responden yang melakukan proses yaitu sebanyak 1 (satu) orang. Sebelum responden melakukan proses produksi, responden dilatih terlebih dahulu tentang proses pembuatan miniatur Formula-1 mulai dari awal sampai akhir proses. Setelah itu, pengamat mulai menganalisa proses pembuatan miniatur yang dilakukan oleh responden, kemudian mencatat kesalahan-kesalan yang berpotensi timbulnya kecacatan pada hasil proses.

Tabel 4.Tabel Data Kesalahan yang Terjadi Pada Tiap Elemen Proses

No.	Nama Proses	Potensi dan Kesalahan yang Terjadi
1	Proses Pemotongan Sticker	Tidak ada
2	Proses Peeling	Tidak ada
3	Proses Masking sticker	Tidak ada
4	Proses Penempelan Sticker	Tidak ada
5	Proses Pelubangan	1. Tidak adanya penempatan yang tepat agar proses pelubangan tepat sasaran. 2. Faktor penanda dimensi mata bor perlu diperhatikan agar tidak salah dimensi yang menyebabkan kecacatan.
6	Proses Pemotongan Komponen	1. Metode pemotongan yang tidak efektif karena tidak adanya petunjuk arah pemotongan. Hal ini berbahaya bagi komponen kecil. 2. Faktor kecepatan pada saat memotong perlu diperhatikan. Bila terlalu cepat, hasil pemotongan akan kurang bagus karena serat triplek yang terkelupas. 3. Terhalangnya garis sticker karena serat triplek 4. Pengaturan mal ketebalan triplek pada mesin Scroll Saw perlu diperhatikan. Hal ini berbahaya bagi komponen kecil, karena apabila mal nya terlalu tinggi, maka komponen kecil akan melompat-lompat pada saat dipotong dan hasil akan cacat.
7	Proses Penghalusan	1. lamanya penghalusan karena ketidak tahuan batas sampai mana penghalusan sudah tepat, karena pembatasannya hanya terpusat pada satu sisi yaitu pada sisi yang terdapat stickernya.

No.	Nama Proses	Potensi dan Kesalahan yang Terjadi
7	Proses Penghalusan	1. Kesalahan arah penghalusan komponen. Hal ini berbahaya bagi komponen yang berbentuk lingkaran karena apabila salah arah dapat membuat komponen ban menjadi lonjong.
8	Proses peling	Tidak ada
9	Proses Pengecatan	1. Pengecatan tidak dilakukan ke segala arah 2. Tidak melakukan inspeksi terhadap hasil proses pengecatan
10	Proses Pengeringan	Tidak ada
11	Proses Perakitan	Lupa urutan dalam merakit komponen-komponen miniatur.

b. Pengolahan Data

Data-data yang diambil pada penelitian iniberupa data desain komponen-komponen produk yang akan dibuat pada saat praktikum, jumlah komponen produk, jenis komponen, alur proses produksi, peralatan dan mesin-mesin yang digunakan, tata letak fasilitas mesin (*layout*) laboratorium APK, luas laboratorium, aliran bahan, posisi pekerja dalam mengoperasikan peralatan atau mesin pada tiap elemen proses, dimensi fasilitas kerja, data ketidaknyamanan saat bekerja, karakteristik mesin dan peralatan, data-data kesalahan pada tiap-tiap proses, jenis kecacatan pada komponen-komponen miniatur yang dihasilkan, waktu penyelesaian kerja pada tiap-tiap pembuatan jenis komponen miniatur per elemen proses.

Tabel 5. Tabel Waktu Penyelesaian Pada Tiap Elemen Proses

No	Nama Proses	Waktu Penyelesaian (detik)
1	Proses pemotongan sticker	1124
2	Proses peeling	400
3	Proses masking sticker	638
4	Proses penempelan sticker	674
5	Proses pelubangan	767
6	Proses pemotongan komponen	11116
7	Proses penghalusan	10260
8	Proses peeling	652
9	Proses pengecatan	827
10	Proses pengeringan	717
11	Proses perakitan	872
Total waktu proses (detik)		28011 detik

Setelah data-data yang dibutuhkan telah didapat. Maka data berupa waktu proses pembuatan miniatur akan dihitung waktu standar.

Total waktu proses pembuatan miniatur = 28.011 detik
Rating factor = 95%

Sehingga :
Waktu Normal = 28.011 detik x $\frac{95\ \%}{100\%}$
= 26.610,45 detik/unit
= 443,5 menit/unit atau 444 menit/unit
= 7.39 jam/unit

Setelah waktu kelonggaran ditetapkan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung waktu standar.

$$\text{Waktu Standar} = 26.610{,}45 \text{ detik} \times \frac{100\%}{(100\% - 27\%)}$$

$$= 26.610{,}45 \text{ detik} \times 1.37\%$$
$$= 36.456{,}3 \text{ detik/unit}$$
$$= 607{,}6 \text{ menit/unit}$$
$$= 10.12 \text{ jam/unit atau } 10 \text{ jam/unit}$$

ANALISA DATA

Faktor-faktor penyebab kelalaian operator dalam mengendalikan mesin scroll saw disebabkan oleh 3 hal, yaitu menurunnya konsentrasi operator, kurangnya pengalaman dan penglihatan operator yang kabur. Pada pembahasan *point* ini, penyebab-penyebab yang perlu diutamakan untuk diperbaiki yaitu menurunnya konsentrasi operator yang disebabkan oleh urusan atau masalah pribadi yang terpikirkan oleh operator pada saat mengoperasikan mesin.

Menurunnya konsentrasi menyebabkan operator kehilangan kendali saat menjaga potongan tetap dijalur yang tepat. Sehingga dibutuhkan alat yang dapat menjaga konsentrasi operator agar tetap terjaga, sehingga kesalahan dapat terhindarkan. Konsep Poka–Yoke digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini, agar potongan tetap terjaga dan berada jalur pemotongan yang tepat.

Tabel 5.Tabel Karakteristik Poka Yoke di Mesin Scroll Saw

<table>
<tr><th colspan="2">Metode Inspeksi</th><th colspan="2">Fungsi Pengaturan</th><th colspan="2">Fungsi Regulasi</th></tr>
<tr><td>Source Inspection</td><td>●</td><td>Contact Method</td><td>●</td><td>Control Method</td><td></td></tr>
<tr><td>Informative Inspection (self)</td><td></td><td>Constant Value Method</td><td></td><td rowspan="2">Warning Method</td><td rowspan="2">●</td></tr>
<tr><td>Informative Inspection (Succesive)</td><td></td><td>Motion – Step Method</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">Tema :
Mencegah Pemotongan yang hendak menyimpang dari jalur pemotongan</td></tr>
<tr><td colspan="6">Sebelum Perbaikan
Pemotongan berada diluar desain komponen dengan jarak dari desain yaitu 1 mm, apabila operator lalai, jalur pemotongan dapat memotong tubuh komponen dan kecacatan tidak terhindarkan.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Sesudah Perbaikan
Perancangan sensor Photoelectric pada mesin scroll saw serta desain sticker berupa garis dengan ketebalan 3 mm sebagai jalur pemotongan. Apabila sensor menetapkan sticker sebagai objek yang ditetapkan, maka pemotongan harus berada ditengah jalur hitam. Apabila pemotongan terjadi penyimpangan atau mendekati objek triplek, maka sensor menyatakan sebagai peringatan akan terjadinya kecacatan.
 </td></tr>
<tr><td colspan="3">Hasil :
Tubuh Komponen tidak akan terpotong</td><td colspan="3">Biaya
Rp. 560,000.00-</td></tr>
</table>

Pada penggunaan alat Poka Yoke ini, teknik fungsi regulasi yang digunakan adalah *Control method*. Pada prinsipnya, metode tersebut akan mendeteksi kesalahan atau kecacatan dengan mematikan mesin atau mengunci mesin untuk menghentikan operasi secara sementara, sehingga kesalahan dapat ditangani atau diperbaiki secepatnya sebelum proses kembali dilanjutkan, hal ini guna menghindari

kecacatan yang berulang-ulang(*series defect*). Pada proses pengecatan, dilakukan pengecekan berupa pengisian *checklist* pada akhir proses pengecatan, apabila kecacatan terdeteksi, maka akan dilakukan perbaikan dan kemudian melanjutkan proses pengecatan selanjutnya.

Salah satu fungsi regulasi dari Poka Yoke *Systems* yang digunakan untuk mendeteksi kecacatan pada proses pengecatan yaitu dengan menggunakan *Contact Method* untuk mendeteksi adanya kelainan pada bentuk atau pada dimensi produk. Pada *Poka-Yoke checklist*, isi dari *checklist* tersebut adalah daftar pengecekan hasil pengecatan pada bagian-bagian komponen yang terdiri dari bagian atas, bawah, kiri, kanan, depan dan belakang komponen. Seshingga sistem kerjanya adalah melakukan pengecekan apakah komponen telah dicat dengan sempurna atau memiliki kecacatan.

Metode inspeksi yang digunakan dari alat ini adalah *Self-Check* yaitu Teknik inspeksi yang memeriksa produk yang dilakukan oleh operator yang melakukan proses produk itu sendiri. Sistem ini merupakan sistem yang paling efisien. Pada metode inspeksi ini, kecacatan yang terdeteksi oleh operator akan dengan segera dilakukan tindak perbaikan yaitu dengan mengecat ulang bagian yang belum dicat, sehingga kecacatan tidak masuk ke proses selanjutnya.

setelah itu dilakukan perhitungan waktu normal dan waktu standard pengerjaan produk sebagai berikut.

Total waktu proses pembuatan miniatur = 29.568 detik
Rating factor = 95%

Sehingga :

$$\text{Waktu Normal} = 29.568 \text{ detik} \times \frac{95\ \%}{100\%}$$

= 28.089,6 detik/unit
= 468,2 menit/unit atau 444 menit/unit
= 7,8 jam/unit

Setelah waktu kelonggaran ditetapkan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung waktu standar.

$$\text{Waktu Standar} = 28.089{,}6 \text{ detik} \times \frac{100\%}{(100\% - 30\ \%)}$$

= 28.089,6 detik x 1.43%
= 40.168,1 detik/unit
= 669,5 menit/unit
= 11,16 jam/unit atau 11 jam/unit

KESIMPULAN

Penerapan Poka Yoke pada proses pembuatan miniatur agar proses lebih efektif yaitu terdapat pada proses pemotongan komponen berupa sensor photoelectric yang terdapat pada mesin *scroll saw*, pengecatan berupa Poka yoke *checklist* dan perakitan berupa Poka Yoke *visual system*.

Waktu standar yang ditetapkan yaitu sesuai dengan hasil dari waktu yang dilakukan pada pengujian dengan menggunakan Poka Yoke *system* dengan durasi 40.168,1 detik/unit miniature atau 11.16 jam/unit miniature.Selisih waktu standar pada pengujian awal dan akhir yaitu 1479,15 detik atau 24,65 menit.

DAFTAR PUSTAKA

Kogyo, Nikkan Shimbun (1988), *Poka-yoke*: *Improving Product Quality by Preventing Defects*.

Metode Poka Yoke untuk mengurangi angka defect industri manufactur,http://naidra19.blogspot.com/2012/10/metode-poka-yoke-untuk mengurangi-angka.html.

Poka Yoke, http://ergonomi-fit.blogspot.com/2011/06/poka-yoke.html.

Shingo, Shigeo, (1986), *Zero Quality Control:Source Inspection and the Poka-yoke System.* Stamford: Productivity Press.

PENENTUAN JUMLAH DAN LOKASI GUDANG DISTRIBUSI ASPAL BATU BUTON UNTUK WILAYAH INDONESIA

Asep Toto Kartaman[1], Miranty Biru[2]
[1,2]Jurusan Teknik Industri, Universitas Pasundan Bandung
Email: astoka20023@yahoo.com, mir_likecoffee@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan adalah Divisi Badan Penelitian dan Pengembangan di Kementerian Pekerjaan Umum. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (PUSJATAN) melakukan kajian terhadap distribusi Asbuton di wilayah Indonesia dan Kepala Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional I s.d IX diminta untuk mendorong penyebarluasan pemanfaatan Asbuton di tiap Propinsi dan Kabupaten/Kota.Pada tahun 2012dari ruas jalan sepanjang 584,60 Km (efektif) akan menggunakan Asbuton scbanyak 37.670,74 Ton. Namun, suplai Asbuton ke seluruh propinsi dan Kabupaten/kota belum optimal, hal ini disebabkan karena belum tersedianya gudang distribusi yang memadai untuk pengiriman Asbuton ke lokasi proyek. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap ongkos transportasi dan harga produk Asbuton yang lebih tinggi.
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian untuk penentuan jumlah lokasi gudang distribusi yang optimalagar diperoleh total ongkos logistik yang minimum. Dengan demikian pemenuhan terhadap permintaan kebutuhan Asbuton untuk tiap Propinsi akan terpenuhi dengan baik. Dalam penelitian ini digunakan Metoda Cluster. Dari hasil penelitian diperoleh 5Gudang Distribusi yang akan melayani 33 Propinsi di wilayah Indonesia. Untuk wilayah Sumatera diperoleh lokasi gudang pada titik koordinat (16,99;38,50) yaitu Medan dengan total ongkos logistik Rp 844,335,737.64. Untuk wilayah Jawa diperoleh lokasi gudang pada titik Koordinat (45,66;18,80) yaitu Surabaya dengan total ongkos logistik Rp 407,483,032.09. Untuk wilayah Sulawesi diperoleh lokasi gudang pada Titik Koordinat (64,80;23,71) yaitu Makassar dengan total ongkos logistik Rp 418,575,028.56. Untuk wilayah Kalimantan diperoleh lokasi gudang pada titik koordinat (49,59;29,86) yaitu Banjarmasin dengan total ongkos logistik Rp 293,442,874.11. Sedangkan untuk wilayah Indonesia Timur diperoleh gudang pada titik koordinat (49,59;29,86) yaitu Manokwari dengan total ongkos logistik sebesar Rp 33,427,882,331.96.

Kata kunci: *Asbuton, Cluster, Gudang, Logistik, Ongkos Logistik*

PENDAHULUAN

Kabupaten Buton memiliki wilayah daratan ± 2.488,71 km^2 atau 248.871 *ha* dan wilayah laut diperkirakan seluas ± 21.054 km^2.

Asbuton (Aspal Batu Buton) merupakan aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Nama asbuton umumnya didasarkan pada sumber asbuton seperti asbuton Kabungka, asbuton Lawele, dan sebagainya. Deposit Asbuton ditemukan pada tahun 1924 dan Asbuton mulai diproduksi sejak tahun 1926.

Kebutuhan aspal untuk pembangunan dan pemeliharaan jalan di Indonesia adalah sekitar 1,2 juta ton per tahun, sedangkan produksi aspal minyak di Indonesia hanya sekitar 650.000 ton per tahun. Dalam asbuton ini aspal dan mineral sudah bercampur menjadi satu kesatuan dengan kandungan aspal (bitumen) sekitar 15% - 30% dan mineral sekitar 85% - 70%. Bila asbuton yang bisa diekstrak 20%-nya atau 120 juta ton maka dapat memenuhi kebutuhan aspal selama 100 tahun.

Untuk memenuhi kekurangan tersebut, maka sebagian dipenuhi oleh asbuton dan sebagiannya harus diimpor. Pemenuhan kebutuhan aspal minyak dengan cara mengurangi impor, secara ekonomi memberikan manfaat yang banyak yaitu dapat mendorong peningkatan produksi dalam negeri dan sebagai salah satu alternatif substitusi aspal impor.

Terbitnya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 35/PRT/M/2006 tentang Peningkatan pemanfaatan aspal buton untuk pemeliharaan dan pembangunan jalan mendorong peningkatan produksi dan pemanfaatan asbuton. Namun permasalahan timbul karena di lapangan sendiri ternyata belum sepenuhnya dapat menggunakan asbuton ini. Permasalahannya antara lain, *supply* asbuton yang tidak dapat menjamin pemenuhan kebutuhan pengguna. Sulitnya mendapatkan *supply* asbuton menyebabkan harga asbuton yang jauh lebih mahal dari harga aspal minyak.

Penyebab mahalnya harga asbuton adalah belum efisiennya transportasi dari lokasi produksi ke pelabuhan dan jauhnya lokasi produksi ke satuan kerja di daerah sehingga *supply*-nya belum optimal. *Supply* asbuton yang belum optimal mengakibatkan pemenuhan kebutuhan aspal tidak sesuai dengan target yang telah ditetapkan.

Permasalahan distribusi asbuton belum dapat terselesaikan karena belum optimalnya peranan logistik perusahaan,seperti transportasi darat dan laut. Strategi logistik dan *Supply Chain Management* yang tepat merupakan salah satucara untuk menyelesaikan permasalahan tersebut diatas. Tujuan logistik menurut *Donald J. Bowersox*, Drs A. Hasyim Ali (2002:13) adalah menyampaikan barang jadi dan bermacam-macam material dalam jumlah yang tepat pada waktu dibutuhkan, dalam keadaan yang dapat dipakai, ke lokasi dimana ia dibutuhkan, dan dengan total biaya yang terendah.Logistik merupakan suatu proses perancanaan, implementasi dan pengontrolan efisiensi, aliran biaya dan penyimpanan bahan baku, penyimpanan barang dalam proses, produk jadi dan informasi-informasi lain yang berhubungan dengan titik awal dan titik akhir dari suatu proses produksi dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas, maka permasalahan *supply* asbuton perlu didesain agar diperoleh distribusi yang optimal sehingga asbuton dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan jumlah dan waktu yang tepat serta dengan biayalogistik yang murah.

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa jumlah gudang yang diperlukan untuk memenuhi permintaan asbuton dengan biaya angkut yang minimum?
2. Dimana sajakah lokasi gudang yang efisien?

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menentukan lokasi gudang yang optimal untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan menggunakan Metoda Pengelompokkan (*Cluster*). Sedangkan manfaat penelitian ini adalah perusahaan dapat menentukan jumlah dan lokasi gudang yang optimal dengan biaya distribusi yang minimum.

Pembatasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian adalah pada proses distribusi, yaitu proses penempatan dan jumlah gudang
2. Metoda yang digunakan adalah metoda pengelompokkan (Metoda *Cluster*).
3. Biaya pembangunan gudang tidak dihitung.

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ongkos transportasi dianggap tetap.
2. Jumlah Satuan Kerja (Satker) adalah Divisi kerja dibawah Koordinasi dari Departemen Pekerjaan Umum.
3. Perhitungan jarak antara dua titik koordinat (lokasi Satker) berdasarkan persamaan *Euclidean*.
4. Jika terdapat daerah yang terletak tidak pada suatu titik koordinat, maka daerah tersebut dianggap berada pada titik koordinat terdekat

METODOLOGI

Untuk memperbaiki sistem distribusi asbuton ke seluruh Satker di wilayah Indonesia, perlu dilakukan rencana penentuan lokasi gudang distributor dengan menggunakan metoda *Cluster* dengan kriteria ongkos logistik yang minimum.

Dengan adanya gudang distribusi ini diharapkan adanya keseimbangan antara ongkos transportasi dengan ongkos simpan sehingga didapatkan ongkos logistik minimum. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan metode *cluster* adalah sebagai berikut:

1. Membuat Peta dengan Jala-jala
   Peta yang digunakan adalah peta administratifIndonesia dengan skala 1 : 4.500.000. Dari peta ini kemudian dibuat jala-jala (*grid*) dengan ukuran 1 x 1 cm yang bertujuan untuk penentuan *Grid Koordinat.*
2. *Grid* Koordinat
   Grid koordinat dibuat untuk memudahkan perhitungan secara matematis dalam penentuan jarak antar lokasi pasar dengan bahan baku asbuton di tiap propinsi. *Grid* koordinat ini berupa titik lokasi pasar dalam bentuk koordinat (x,y) pada peta administratif.
3. Penetuan Titik Sentral Dari Lokasi Pasar yang Dikelompokkan (*Central of Grafity*)
   Dalam metode ini diperlukan penyusunan lokasi pasar yang akan dikelompokkan, mulai dari dua lokasi pasar yang terdekat yang mempunyai nilai distribusi terkecil. Untuk mencari titik sentral digunakan titik koordinatminimal dua lokasi pasar yang dikelompokkan.

$$X = \frac{(X_1.d_1)+(X_2.d_2)}{d_1+d_2} \quad (1)$$

$$Y = \frac{(Y_1.d_1)+(Y_2.d_2)}{d_1+d_2} \quad (2)$$

Dimana :
X_1 = Koordinat X pada lokasi pasar 1 yang akan didekatkan
Y_1 = Koordinat Y pada lokasi pasar 1 yang akan didekatkan
d_1 = Jumlah permintaan (*demand*) pada lokasi pasar 1
X_2 = Koordinat X pada lokasi pasar 2 yang akan didekatkan
Y_2 = Koordinat Y pada lokasi pasar 2 yang akan didekatkan
d_2 = Jumlah permintaan (*demand*) pada lokasi pasar 2

4. Penentuan Jarak (Km)
   Jarak antara lokasi gudang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Euclidean* berikut:

$$d = k\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \quad (3)$$

Dimana :
d = Jarak (km)
k = Skala peta yang digunakan
X_1 = Titik koordinat X untuk lokasi pasar 1 yang akan didekatkan
Y_1 = Titik koordinat Y untuk lokasi pasar 1 yang akan didekatkan
X_2 = Titik koordinat X untuk lokasi pasar 2 yang akan didekatkan
Y_2 = Titik koordinat Y untuk lokasi pasar 2 yang akan didekatkan

5. Menghitung Ongkos Transportasi (OTr)
   Untuk perhitungan ongkos transportasi adalah perkalian antara jumlah kebutuhan dengan tetapan ongkos sesuai kebijakan perusahaan (yang disesuaikan dengan jarak yang ditempuh), yaitu :

$$OTr = Demand x\ Jarak\ x Ongkos \quad (4)$$

6. Menentukan Ongkos Simpan

$$\text{OS} = \text{Demand x 7,25\%/tahun x HargaProduk/Kg} \quad (5)$$

7. Menentukan Ongkos Tetap

$$Ott = \frac{DemandxOngkosTetap/tahun}{\sum DemandKeseluruhan} \quad (6)$$

8. Penentuan ongkos tetap (Fixed Cost)
   Ongkos tetap (*fixed cost*) adalah ongkos tetap yang dikeluarkan Gudang dalam setiap tahunnya mencakup biaya pemeliharaan gudang, biaya (Listrik, Telepon, PAM) dan biaya operasional gudang
9. Menghitung Total Ongkos Biaya Logistik
   Total ongkos Logistik diperoleh dengan menjumlahkan biaya transportasi, biaya simpan, biaya tetap (*fixed cost*) pada setiap iterasi.

$$\text{TC= Biaya Transportasi + Biaya Simpan + Biaya Tetap} \quad (7)$$

   Apabila iterasi tersebut total biaya logistiknya menurun dari iterasi sebelumnya maka perhitungan dilanjutkan pada iterasi berikutnya, dan apabila pada iterasi tersebut total biaya logistiknya naik dari iterasi sebelumnya maka perhitungan *cluster* dihentikan.
10. Lokasi Gudang Baru
    Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *cluster*, maka didapat lokasi gudang baru. Apabila titik koordinat lokasi gudang baru tersebut terletak didaerah sembarang atau acak yang kemungkinan atau daerah tersebut tidak ada fasilitas gudang maka titik tersebut diasumsikan terletak pada daerah yang memiliki gudang terdekat.

HASIL

Pada bagian ini akan dilakukan analisa terhadap hasil yang diperoleh dari pengolahan data. Hal ini bertujuan untuk lebih memperjelas permasalahan yang dihadapi dan hasil yang diperoleh dari penerapan

pemecahan masalah yang sudah didapatkan untuk pendistribusian asbuton dari Buton ke konsumen (Satker) sehingga permintaan kebutuhan konsumen akan terpenuhi.

Penentuan lokasi gudang dihitung berdasarkan titik koordinat lokasi pasar yang akan dikelompokkan dan *Demand* yang dibutuhkan pada masing-masing lokasi pasar. Grid koordinat dibuat untuk memudahkan perhitungan secara matematis dalam penentuan jarak antar lokasi pasar dengan bahan baku Asbuton di tiap propinsi. Grid koordinat ini yaitu berupa titik lokasi pasar dalam bentuk Koordinat (x,y) pada Peta Indonesia. Dalam perhitungan ini digunakan peta Indonesia dengan Skala 1 : 4.500.000 dan perhitungan secara manual. Lokasi Pasar yang akan didekatkan memiliki kriteria minimal 2 lokasi pasar yang terdekat yang mempunyai nilai distribusi terkecil. Data *Demand* dibutuhkan pada saat akan mencari titik sentral dari dua lokasi pasar yang akan dikelompokkan. Perhitungan skala digunakan pada saat akan menentukan jarak antar lokasi gudang dengan menggunakan persamaan *Euclidean*. Untuk perhitungan ongkos transportasi dibutuhkan jumlah kebutuhan (*Demand*) dengan tetapan ongkos sesuai kebijakan perusahaan yang disesuaikan dengan jarak yang ditempuh. Besarnya ongkos simpan dan ongkos tetap per tahun ditetapkan oleh perusahaan. Rumus iterasi digunakan pada saat perhitungan total ongkos Biaya logistik yang diperoleh dari jumlah ongkos transportasi ditambah dengan ongkos simpan dan ongkos tetap. Apabila pada iterasi tersebut total biaya logistiknya menurun dari iterasi sebelumnya maka perhitungan dilanjutkan pada iterasi berikutnya, dan apabila pada iterasi tersebut total biaya logistiknya naik dari iterasi sebelumnya maka perhitungan *Cluster* dihentikan. Setelah dilakukan perhitungan Metode *Cluster* tersebut, maka didapat lokasi gudang yang baru.

Jika dilihat dari data harga asbuton untuk setiap propinsi dan wilayah di Indonesia, harga asbuton untuk tiap propinsi lebih mahal dibandingkan dengan harga asbuton yang ditetapkan berdasarkan wilayah.

Harga Asbuton yang ditetapkan lebih mahal daripada harga asbuton untuk wilayah. Harga asbuton untuk semua propinsi di wilayah Sumatera sebesar Rp 31,380,000.00, wilayah Jawa sebesar Rp 11,580,000.00, wilayah Sulawesi sebesar Rp 23,160,000.00, wilayah Kalimantan sebesar Rp 11,580,000.00 dan wilayah bagian Timur (Maluku & Papua) sebesar Rp 15,440,000.00. Sedangkan harga asbuton yang ditetapkan untuk masing-masing wilayah yaitu Sumatera, Jawa, Sulawesi dan wilayah Bagian Timur adalah sebesar Rp 250,000.00 dan untuk wilayah Kalimantan sebesar Rp 3,860,000.00. Harga asbuton untuk tiap propinsi mahal dikarenakan jarak lokasi gudang utama (Buton) ke lokasi pasar (Propinsi) tersebut relatif jauh sehingga akan berpengaruh terhadap ongkos pengiriman.

Kebutuhan asbuton mulai tinggi pada tahun 2007 yaitu sebesar 78.223 ton. Akan tetapi, rencana tersebut mengalami penurunan yang drastis pada Tahun 2008 yaitu sebesar 25.194 ton. Kemudian angka permintaan kebutuhan asbuton tersebut mengalami kenaikan yang tipis dari tahun 2009 menjadi sebesar 32.171 ton, tahun 2010 sebesar 33.478 ton dan tahun 2011 sebesar 42.392 ton. Kemudian permintaan *Demand* tersebut mengalami penurunan kembali pada tahun 2012 yaitu sebesar 37.671 ton.

Perhitungan *Cluster* dikelompokkan kedalam 9 wilayah nasional. Di dalam 9 wilayah nasional tersebut terdapat 33 Propinsi. Pembagian wilayah nasional ini yaitu berdasarkan data dari Kementrian Pekerjaan Umum yang membagi kedalam Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional.

Berdasarkan hasil pengolahan yang telah dilakukan dengan menggunakan Metode *Cluster*, diperoleh lokasi yang harus ditempatkan gudang distributor dan distributor tersebut harus melayani daerah mana saja. Setelah hasil ini didapat maka dilakukan perhitungan total biaya logistik keseluruhan yang hasilnya yaitu mengecilnya total ongkos logistik di lokasi gudang baru dibandingkan dengan lokasi gudang sebelumnya, hal ini disebabkan karena ongkos tranportasinya yang menurun karena jarak tempuh dari lokasi gudang baru ke lokasi pasar menjadi lebih dekat. Sehingga dengan hasil penentuan lokasi gudang baru ini bisa lebih memudahkan kerja distributor di dalam menyalurkan Asbuton ke setiap lokasi pasar. Hasil dari perhitungan secara ringkas dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

Berdasarkan hasil perhitungan *Cluster* tersebut, maka diperoleh koordinat gudang untuk wilayah nasional I yaitu berada di koordinat X = 12,52 dan koordinat Y = 44,89 , dan wilayah tersebut berada di wilayah Medan, maka gudang tersebut berada di Medan dan akan melayani Kebutuhan asbuton untuk wilayah nasional I yang meliputi Propinsi Nangroe Aceh Darussalam dan Propinsi Sumatera Utara dengan total ongkos logistik sebesar Rp 478,244,600.71.

Gudang untuk wilayah nasional II yaitu berada di koordinat X = 23,67 dan koordinat Y = 35,14 , dan wilayah tersebut berada di wilayah Padang, maka gudang tersebut berada di Padang dan akan melayani kebutuhan asbuton untuk wilayah nasional II yang meliputi Propinsi Riau, Propinsi Kepulauan Riau, Propinsi Sumatera Barat dan Propinsi Jambi dengan Total Ongkos Logistik sebesar Rp 482,386,988.54.

Gudang untuk wilayah nasional III yaitu berada di koordinat X = 28,19 dan koordinat Y = 26,61 , dan wilayah tersebut berada di wilayah Palembang, maka gudang tersebut berada di Palembang dan akan melayani kebutuhan asbuton untuk wilayah nasional III yang meliputi Propinsi Bengkulu, Propinsi

Lampung, Propinsi Sumatera Selatan dan Propinsi Bangka Belitung dengan total ongkos logistik sebesar Rp 818,724,941.19.

Gudang untuk wilayah nasional IV yaitu berada di koordinat X = 42,94 dan koordinat Y = 18,89 , dan wilayah tersebut berada di wilayah Surabaya, maka gudang tersebut berada di Surabaya dan akan melayani kebutuhan asbuton untuk wilayah nasional IV yang meliputi Propinsi Jawa Timur, Propinsi Jawa Tengah dan Propinsi D.I Yogyakarta dengan total ongkos logistik sebesar Rp 566,185,863.47 yang dipilih berdasarkan total ongkos logistik minimum pada hasil perhitungan iterasi 1.

Gudang untuk wilayah nasional V yaitu berada di koordinat X = 63,73 dan koordinat Y = 26,54 dan wilayah tersebut berada di wilayah Makassar, maka gudang tersebut berada di Makassar dan akan melayani kebutuhan Asbuton untuk wilayah nasional V yang meliputi propinsi Sulawesi Barat, Propinsi Sulawesi Selatan, propinsi Sulawesi Tengah dan propinsi Sulawesi Tenggara dengan total ongkos logistik sebesar Rp 917,551,380.75 yang dipilih berdasarkan total ongkos logistik minimum pada hasil perhitungan iterasi 1.

Gudang untuk wilayah nasional VI yaitu berada di koordinat X = 49,59 dan koordinat Y = 29,86 dan wilayah tersebut berada di wilayah Banjarmasin, maka gudang tersebut berada di Banjarmasin dan akan melayani Kebutuhan asbuton untuk wilayah nasional VI yang meliputi propinsi Kalimantan Barat, propinsi Kalimantan Timur dan propinsi Kalimantan Selatan dengan total ongkos logistik sebesar Rp 293,442,874.11 yang dipilih berdasarkan total ongkos logistik minimum pada hasil perhitungan iterasi 2.

Gudang untuk wilayah nasional VII yaitu berada di koordinat X = 85,21 dan koordinat Y = 30,44 dan wilayah tersebut berada di wilayah Ternate, maka gudang tersebut berada di Ternate dan akan melayani kebutuhan asbuton untuk wilayah nasional VII yang meliputi propinsi Maluku dan propinsi Maluku Utara dengan total ongkos logistik sebesar Rp 415,087,868.72 yang dipilih berdasarkan total ongkos logistik hasil perhitungan iterasi 1.

Gudang untuk wilayah nasional VIII yaitu berada di koordinat X = 113,84 dan koordinat Y = 29,50 dan wilayah tersebut berada di wilayah Jayapura, maka gudang tersebut berada di Jayapura dan akan melayani kebutuhan asbuton untuk wilayah nasional VIII yang meliputi propinsi Papua dan propinsi Papua Barat dengan total ongkos logistik sebesar Rp 203,776,898.13 yang dipilih berdasarkan total ongkos logistik hasil perhitungan iterasi 1.

Gudang untuk iilayah nasional IX yaitu berada di koordinat X = 76,72 dan koordinat Y = 38,58 dan wilayah tersebut berada di wilayah Gorontalo, maka gudang tersebut berada di Gorontalo dan akan melayani kebutuhan asbuton untuk wilayah nasional IX yang meliputi propinsi Sulawesi Utara dan propinsi Gorontalo dengan total ongkos logistik sebesar Rp 185,384,836.60 yang dipilih berdasarkan total ongkos logistik hasil perhitungan iterasi 1.

Setelah dilakukan perhitungan *Cluster* pada masing-masing propinsi diatas, kemudian dilakukan relokasi gudang dengan cara mengelompokkan kembali lokasi gudang yang telah didapat pada masing-masing Satker berdasarkan wilayah nasional. Relokasi ini dilakukan untuk menentukan lokasi gudang distribusi yang lebih mendekati lokasi pasar yang letaknya berada pada masing-masing wilayah nasional sehingga dapat diperoleh biaya transportasi dan total ongkos logistik minimum.

Dalam melakukan iterasi berikutnya dalam penentuan lokasi gudang distributor yang baru dalam pelayanan konsumen di wilayah nasional, maka dilakukan dengan cara yang sama , yaitu menggabungkan dua gudang yang dihasilkan dari iterasi sebelumnya dengan gudang yang belum digabungkan.

Dari hasil pengelompokkan,maka dihasilkan titik koordinat sebagai gudang distributor yang baru untuk pemasaran produk asbuton di seluruh wilayah Indonesia yang dibagi menjadi enam gudang baru dengan target pasar yang akan disuplainya.

KESIMPULAN

Seperti diketahui sebelumnya, bahwa permasalahan dan tujuan dari penilitian ini yaitu untuk menentukan berapa jumlah gudang didalam jaringan logistik untuk memenuhi permintaan asbuton dengan biaya angkut yang minimum dan menentukan lokasi gudang yang optimal untuk memenuhi kebutuhan konsumen.Dari hasil pengolahan data diperoleh lokasi gudang yang baru bagi para Satker.Dengan lokasi gudang yang baru ini diharapkan distribusi asbuton dapat berjalan lancar dan stabilitas harga produk tersebut dapat terjaga.

Dari hasil pengolahan data, diperoleh jumlah gudang distribusi sebanyak 5 gudang yang akan memenuhi permintaan kebutuhan asbuton pada masing-masing Satker. Kelima gudang tersebut sudah cukup optimal karena diperhitungkan berdasarkan total ongkos logistik minimum dari hasil relokasi. Lokasi gudang distribusi asbuton diuraikan sebagai berikut :

1. Gudang Nasional Sumatera

Untuk wilayah Sumatera didapat lokasi gudang baru pada titik koordinat (16,99;38,50) yang terletak di daerah Medan dengan total ongkos logistik sebesar Rp 844,335,737.64. Konsumen yang akan dilayaninya adalah :

a. Propinsi Nangroe Aceh Darussalam
b. Propinsi Sumatera Utara
c. Propinsi Riau
d. Propinsi Kepulauan Riau
e. Propinsi Bengkulu
f. Propinsi Lampung
g. Propinsi Sumatera Barat
h. Propinsi Sumatera Selatan
i. Propinsi Jambi
j. Propinsi Bangka Belitung

2. Gudang Nasional Jawa
   Untuk wilayah Jawa diperoleh lokasi gudang baru pada titik koordinat (45,66;18,80) yang terletak di Surabaya dengan total ongkos logistik sebesar Rp 407,483,032.09. Konsumen yang akan dilayaninya adalah :
   a. Propinsi Jawa Timur
   b. Propinsi Jawa Tengah
   c. Propinsi D.I Yogyakarta
3. Gudang Nasional Sulawesi
   Untuk wilayah Sulawesi diperoleh lokasi gudang baru pada titik koordinat (64,80;23,71) yang terletak di Makassar dengan total ongkos logistik sebesar Rp 418,575,028.56. Konsumen yang akan dilayaninya adalah :
   a. Propinsi Sulawesi Utara
   b. Propinsi Gorontalo
   c. Propinsi Sulawesi Tengah
   d. Propinsi Sulawesi Barat
   e. Propinsi Sulawesi Selatan
   f. Propinsi Sulawesi Tenggara
4. Gudang Nasional Kalimantan
   Untuk wilayah Kalimantan diperoleh lokasi gudang baru pada titik koordinat (49,59;29,86) yang terletak di Banjarmasin dengan total ongkos logistik sebesar Rp 293,442,874.11. Konsumen yang akan dilayaninya adalah :
   a. Propinsi Kalimantan Barat
   b. Propinsi Kalimantan Timur
   c. Propinsi Kalimantan Selatan

5. Gudang Nasional Indonesia Timur
   Untuk wilayah Indonesia Timur diperoleh lokasi gudang baru pada titik koordinat (49,59;29,86) yang terletak di Manokwari dengan total ongkos logistik sebesar Rp 33,427,882,331.96. Konsumen yang akan dilayaninya adalah :
   a. Propinsi Maluku
   b. Propinsi Maluku Utara
   c. Propinsi Papua
   d. Propinsi Papua Barat

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Zakky A.2004. (Tugas Akhir : Menentukan Lokasi Gudang Distribusi Pupuk di PT.Pupuk Kujang dengan Menggunakan Metoda Peramalan).

Ballou Ronald H., 2004,. *Business Logistics Management Planning, Organizing and Controlling the Supply Chain*.

Donald J. Bowersox 2002 : *Manajemen Logistik Integrasi, Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*. *Manajemen Pergudangan*.

Jauch,Lawrence R., dan Glueck,William F., *1988, Manajemen Strategis dan Kebijakan Perusahaan***,** Erlangga: Jakarta**.**

Richard J. Tersine, 1994, *Principle Of Inventory and Materials Management*

Sri Kusumadewi, Hari Purnomo.2005. *Penyelesaian Masalah Optimasi Menggunakan Teknik-teknik Heuristik*. GRAHA ILMU:Yogyakarta.

Stephen P.Robbins dan Mary Coutler. 2004 : "Pengertian Manajemen". *Jay Hezer* dan *Berry Render* (2006) : "Tata Letak Gudang". *John Warman* (2004). Icun Yunarto dan Martinus Getty Santika (2005) : "Pengertian Gudang" http://library.binus.ac.id/ecolls/ethesis/bab2/2010-1-00368-mn-bab2.pdf.

Turban. Rainer. Porter. 2004. *Supply Chain Management*. Diakses Melalui http://is.its-sby.edu/~wahyu/download/sosiotek/Introduction%20to%20SCM.pdf [29/09/09]

FORMULASI MODEL PRICING DAN KEPUTUSAN ORDER/DELIVERY PADA SKENARIO KOORDINASI SUPPLY CHAIN RITEL MODERN

Evi Yuliawati[1], Luky Agus Hermanto[2]
[1]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
[2]Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arif Rahman Hakim no. 100 Surabaya, 60117
Email : eviyulia103@gmail.com **;** luky_a_hermanto@yahoo.com

ABSTRAKS
Pertumbuhan ritel modern dalam beberapa tahun terakhir yang sangat fantastis, bukan tanpa alasan yang mengada-ada. Layanan dengan tempat yang luas, produk yang beraneka ragam, kenyamanan dalam berbelanja, fixed price dan pelayanan mandiri menjadi ciri khas suatu ritel modern. Permintaan terhadap produk kebutuhan sehari-hari atau consumer goods yang tinggi merupakan peluang semakin berkembangnya ritel modern. Fenomena perkembangan tersebut membuat tekanan persaingan menjadi tidak terelakkan. Harga yang bersaing merupakan salah satu strategi pemasaran yang efektif dalam rangka memenangkan konsumen. Tuntutan untuk menghasilkan harga yang bersaing membuat koordinasi pengambilan keputusan antara elemen-elemen yang ada dalam supply chain menjadi sangat penting. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan formulasi dan penyelesaian untuk model pricing dan keputusan order/delivery pada supply chain ritel modern untuk skenario koordinasi antara DC-Ritel dan Distributor. Langkah awal dimulai dengan penggambaran karakteristik sistem pricing dan keputusan order/delivery pada supply chain ritel modern yang menjadi objek amatan. Kemudian dilakukan pendefinisian komponen model yang terlibat pada model yang akan dibangun. Dan sebagai langkah akhir adalah melakukan formulasi untuk model pricing dan keputusan order/delivery pada skenario koordinasi antara DC-ritel dan distributor. Penelitian ini menghasilkan model dan penyelesaian untuk skenario koordinasi antara DC-Ritel dan Distributor. Model pada skenario koordinasi ini dapat memaksimalkan keuntungan supply chain, berdasarkan kebijakan harga yang ditetapkan secara bersama antara DC-Ritel dan Distributor.

Kata Kunci *: keputusan order/delivery, pricing, ritel, dan skenario koordinasi supply chain*

PENDAHULUAN

Perkembangan ritel di Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Tahun 2010 jumlah gerai minimarket di Indonesia naik 42% dibandingkan tahun 2009. Apalagi sejak masuknya peritel asing, sebut saja peritel asal Prancis dengan Carrefour dan Giant yang berasal dari Hongkong. Kompetisi dan persaingan yang ada mendorong pelaku bisnis ritel untuk dapat memenuhi kebutuhan konsumen akan produk/jasa secara murah, berkualitas dan cepat. Dukungan teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang dengan sangat cepat memungkinkan seluruh pelaku bisnis ritel untuk meningkatkan daya saingnya dengan melakukan koordinasi perencanaan produksi dan mengurangi biaya-biaya yang dianggap tidak efisien. Tuntutan-tuntutan tersebut membuat koordinasi pengambilan keputusan antara elemen-elemen yang ada dalam *supply chain* menjadi sangat penting.

Konsep gabungan antara *pricing* dan keputusan *order/delivery* adalah salah satu solusi yang sering ditawarkan untuk keperluan optimasi pendapatan sebuah perusahaan. Pada prinsipnya konsep ini adalah berusaha memaksimalkan harga dan meminimasi biaya-biaya parameter pembelian, pemesanan dan penyimpanan untuk mendapatkan maksimasi keuntungan pada *supply chain*.

Penelitian ini yaitu model gabungan antara *pricing* dan keputusan *order/delivery* merupakan pengembangan dari penelitian yang pernah dilakukan penulis pada tahun 2008 yaitu tentang koordinasi *supply chain* satu pabrik-satu distributor pada model penentuan harga dan keputusan produksi dengan mempertimbangkan batasan kapasitas produksi. Diharapkan pengembangan model ini bisa memaksimalkan keuntungan *supply chain* melalui koordinasi yang baik antara semua elemen yang terlibat.

Permasalahan

Sesuai dengan latar belakang yang ada, maka permasalahan pada penelitian ini dapat dirangkum sebagai berikut :

1. Mendefinisikan komponen model koordinasi yang terlibat dalam model *pricing* dan keputusan *order/delivery* pada *supply chain* ritel modern pada skenario koordinasi *supply chain*.
2. Menghasilkan formulasi dan penyelesaian untuk model *pricing* dan keputusan *order/delivery* pada *supply chain* ritel modern pada untuk skenario koordinasi.

Batasan Masalah

Untuk membatasi agar model yang dibuat tidak terlalu melebar maka ada beberapa batasan yang dipertimbangkan :

1. *Suppy chain* terdiri dari distributor dan ritel, dimana distributor terbagi 2 yaitu DC dan distributor.
2. Pada skenario koordinasi *supply chain*, model yang akan diselesaikan adalah model untuk skenario koordinasi antara DC-ritel dan distributor.
3. Model yang dibangun digunakan untuk memaksimalkan keuntungan *supply chain* pada kategori produk *General Merchandising* (GMS)
4. Keputusan *delivery* adalah keputusan mengenai jumlah produk yang harus dikirimkan oleh DC maupun distributor dalam memenuhi permintaan dari ritel. Sedangkan keputusan *order* adalah keputusan mengenai jumlah produk yang dipesan ritel ke DC maupun distributor.

Asumsi-Asumsi

Sedangkan asumsi-asumsi yang digunakan meliputi :

1. Permintaan bersifat deterministik.
2. *Lead time* pemenuhan permintaan adalah nol.
3. Tidak terjadi *shortage* dan *backlogging* dalam pemenuhan permintaan dari DC dan distributor.
4. DC, ritel dan distributor saling mengetahui informasi untuk membuat kesepakatan harga koordinasi.

STUDI PUSTAKA

Ritel

Dalam alur proses bisnis, ritel merupakan akhir proses distribusi dimana dilakukan penjualan langsung pada konsumen akhir. Bisnis ritel merupakan suatu fungsi atau mata rantai proses distribusi sebagai perantara antara distributor (*wholesaler*, ataupun *importer*) dengan kosumen akhir. Ritel juga berperan sebagai penghimpun berbagai kategori atau jenis barang yang menjadi kebutuhan konsumen, sehingga bagi konsumen ritel menjadi tempat rujukan untuk mendapatkan barang yang di butuhkan. Lebih lanjut binis ritel berperan sebagai penentu eksistensi barang dari *manufactur* di pasar konsumsi, sehingga bisa dikatakan bila *manufactur* dan distributor memiliki ketergantungan yang besar terhadap jumlah bisnis ritel.

Bisnis ritel di Indonesia dapat dibedakan menjadi 2, yakni Ritel Tradisional dan Ritel Modern. Ritel modern pada dasarnya merupakan pengembangan dari ritel tradisional. Format ritel ini muncul dan berkembang seiring perkembangan perekonomian, teknologi, dan gaya hidup masyarakat yang membuat masyarakat menuntut kenyamanan yang lebih dalam berbelanja.

Berikut adalah beberapa ciri dari paradigma pengelolaan ritel tradisional seperti yang disebutkan dalam Utami, 2010 :

1. Kurang memilih lokasi
2. Tidak memperhitungkan potensi pembeli
3. Jenis barang dagangan yang tidak terarah
4. Tidak ada seleksi merek
5. Kurang memperhatikan pemasok
6. Melakukan pencatatan penjualan sederhana
7. Tidak melakukan evaluasi terhadap keuntungan per produk
8. Arus kas tidak terencana
9. Pengembangan bisnis tidak terencana

Berikut adalah beberapa ciri dari paradigma pengelolaan ritel modern seperti yang disebutkan dalam Utami, 2010 :

1. Lokasi strategis merupakan faktor penting dalam bisnis ritel
2. Prediksi cermat terhadap potensi pembeli

3. Pengelolaan jenis barang dagangan terarah
4. Seleksi merek yang sangat ketat
5. Seleksi ketat terhadap pemasok
6. Melakukan pencatatan penjualan dengan cermat
7. Melakukan evaluasi terhadap keuntungan per produk
8. Arus kas terencana
9. Pengembangan bisnis terencana

Supply Chain Management

Supply chain dapat didefinisikan sebagai suatu proses terintegrasi yang terdiri dari sejumlah komponen, diantaranya *supplier*, *manufactures*, *warhouses*, dan *retailers* yang bekerja secara bersama-sama merubah bahan baku menjadi produk atau jasa yang disampaikan kepada *customer*.

Sinha (2004) memberikan pengertian bahwa *supply chain management* adalah sebuah konsepsi filosofis integratif untuk mengatur aliran sebuah saluran/*chanel* dari pemasok bahan mentah yang paling awal sampai pada pengguna akhir dan setelahnya termasuk proses pembuangannya. Pada prinsipnya, *Supply Chain Management* adalah sinkronisasi dan koordinasi aktivitas–aktivitas yang berkaitan dengan aliran material/ produk, baik yang ada dalam satu organisasi maupun antar organisasi. Dimana semua aktivitasnya harus ter*foku*s pada 3 hal, yaitu bagaimana menyediakan barang yang dibutuhkan dengan tepat jumlah, tepat waktu dan tepat biaya.

Supply chain melibatkan banyak pihak didalamnya, baik secara langsung maupun tak langsung dalam usaha untuk memenuhi permintaan konsumen. Disini *supply chain* tidak hanya melibatkan manufaktur dan *supplier*, tetapi juga transportasi, gudang dan konsumen itu sendiri. (Chopra et al, 2001). *Supply chain* didefinisikan sebagai suatu sistem yang mempunyai bagian-bagian pokok yang mencakup pemasok material, fasilitas produksi, jasa distribusi dan pelanggan, yang terhubungkan bersama melalui aliran arus-maju (*feedforward*) material dan arus-balik (*feedback*) informasi.

Selain itu *supply chain* adalah suatu sistem organisasi menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggannya. *Supply chain* merupakan jaringan yang terdiri dari berbagai organisasi-organisasi yang saling berhubungan dan mempunyai hubungan yang sama, yaitu menyelenggarakan pengadaan atau penyaluran barang dengan sebaik-baiknya (Indrajit dan Djokopranoto, 2002).

Oleh karena itu, manajemen *supply chain* dapat didefinisikan sebagai berikut, menurut:

1. Christopher, M (1999).
   Supply chain merupakan jaringan dari sebuah organisasi yang melibatkan *upstream* dan *downstream* pada proses dan aktivitas yang berbeda-beda yang menghasilkan nilai tambah dalam bentuk produk maupun pelayanan terhadap konsumen. Dimana tujuan dari aktivitas *supply chain* dirancang menurut kebutuhan konsumen. Fokus utama dari aktivitas *supply chain* adalah untuk pemenuhan pemesanan, dan merespon aliran material, uang dan informasi.
2. Menurut Render dan Heizer (2005)
   Supply chain management adalah mencakup keseluruhan interaksi antara supplier, perusahaan manufaktur, distributor, dan konsumen. Interaksi ini juga berkaitan dengan transportasi, informasi penjadwalan, transfer kredit dan tunai, serta transfer bahan baku.
3. Simchi-Levi et.al (2000)
   Supply chain management merupakan serangkaian pendekatan yang diterapkan untuk mengintegrasikan *supplier*, pengusaha, gudang (*warehouse*) dan tempat penyimpanan lainnya secara efisien sehingga produk dihasilkan dan didistribusikan dengan kuantitas, lokasi dan waktu yang tepat untuk memperkecil biaya dan memuaskan kebutuhan pelanggan.

Menurut Levi et, al (2000) dalam Indrajit dan Djokopranoto (2002) *Supply chain management* merupakan serangkaian pendekatan yang diterapkan untuk mengintegrasikan pemasok, pengusaha, gudang, dan tempat penyimpanan lainnya secara efisien sehingga produk dihasilkan dapat didistribusikan dengan kuantitas, tempat dan waktu yang tepat sehingga dapat memperkecil biaya dan memuaskan pelanggan. *Supply chain management* bertujuan untuk membuat seluruh sistem menjadi efisien dan efektif, minimalisasi biaya dari transportasi dan distribusi sampai persediaan bahan baku, bahan dalam proses, dan barang jadi. Beberapa pemain utama yang memiliki kepentingan dalam manajemen rantai pasokan yaitu pemasok, manufaktur, distributor, ritel, dan konsumen.

METODE PENELITIAN

Deskripsi Karakteristik Sistem

Langkah awal untuk menyelesaikan penelitian ini adalah dengan mendeskripsikan karakteristik sistem yang akan digunakan dalam menghasilkan formulasi model yang paling representatif. Penelitian ini berfokus pada gabungan antara keputusan *pricing* dan keputusan jumlah *order/delivery* pada koordinasi *supply chain* ritel modern dan distributornya. Model yang akan dibangun adalah model koordinasi antara model DC-Ritel dan model distributor untuk skenario koordinasi *supply chain*.

Karakteristik sistem tersebut diperoleh dari penggambaran sistem *pricing* dan keputusan jumlah *order/delivery* pada Ritel X yang menjadi obyek pada penelitian ini. Karakteristik umum dari *supply chain* Ritel X akan dipelajari untuk mendapatkan model yang diinginkan.

Pendefinisian Komponen Model

Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan komponen model yang terdiri dari penentuan kriteria performansi, variabel keputusan dan parameter-parameter yang akan dipakai dalam model. Kriteria performansi dari model matematis yang dikembangkan adalah maksimasi keuntungan *supply chain* untuk model gabungan *pricing* dan keputusan *order/delivery* pada ritel modern dan distributor. Keuntungan yang dihitung adalah keuntungan untuk skenario koordinasi *supply chain*, yaitu koodinasi antara DC-Ritel-distributor.

Data-data tersebut akan dibangkitkan setelah karakteristik sistem *supply chain* Ritel X diperoleh. Akan dilakukan pendefinisian untuk masing-masing komponen model yang terlibat pada pembentukan model *pricing* dan keputusan *order/delivery* pada *supply chain* ritel modern, untuk skenario koordinasi *supply chain*.

Formulasi Model DC-Ritel-Distributor

Selanjutnya akan dilakukan formulasi model DC-Ritel-Distributor untuk skenario koordinasi *supply chain*. Formulasi model untuk koordinasi DC-Ritel-Distributor merupakan penjumlahan fungsi-fungsi yang ada pada model DC-ritel dan model distributor, baik untuk fungsi tujuan maupun fungsi pembatasnya. Formulasi model koordinasi DC-Ritel-distributor akan menentukan keputusan *order/delivery*, dimana keuntungan pada fungsi tujuan diperoleh dari total pendapatan dari penjualan dikurangi dengan biaya-biaya yang terlibat yaitu biaya pemesanan, biaya pembelian dan biaya penyimpanan.

Formulasi model yang terbentuk merupakan penggambaran sistem yang berlaku pada *supply chain* Ritel X, pada skenario koordinasi.

Pencarian Solusi Model

Model dalam penelitian ini termasuk dalam permasalahan *sequential quadratic programming*, dengan beberapa fungsi pembatas. Penyelesaian model dilakukan dengan menggunakan software yang sesuai.

Hasil dari tahap ini adalah diperolehnya penyelesaian model koordinasi DC-Ritel-Distributor pada skenario koordinasi supply chain untuk permasalahan model *pricing* dan keputusan *order/delivery* pada *supply chain* ritel modern. Model yang dihasilkan adalah model yang memberikan keuntungan maksimal pada *supply chain* ritel modern, untuk skenario koordinasi *supply chain.*

Percobaan Numerik

Pengujian terhadap model yang telah dihasilkan perlu dilakukan untuk mengetahui apakah model yang dibuat mampu memberikan performansi sistem secara optimal. Langkah pengujian adalah dengan percobaan data numerik.

HASIL DAN DISKUSI

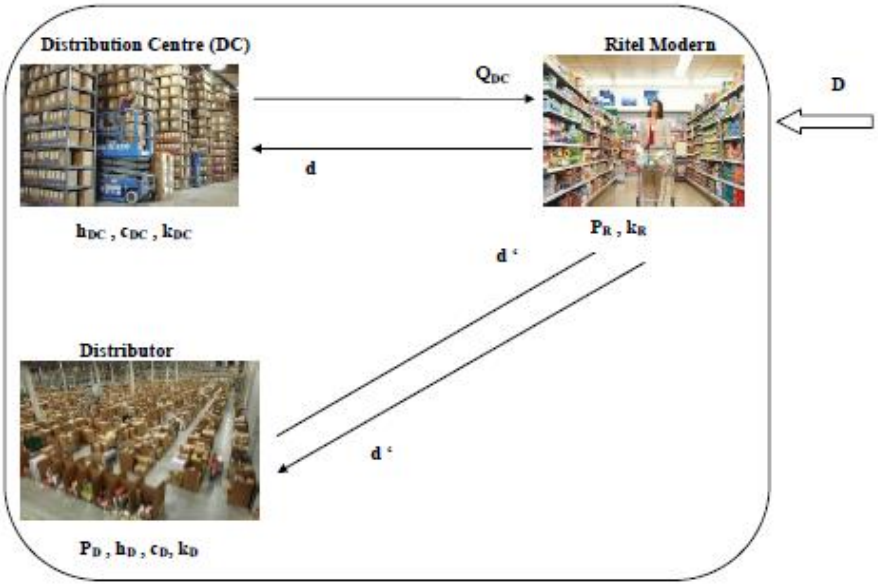
Karakteristik sistem *pricing* dan keputusan *order/delivery* pada *supply chain* ritel modern.

Penelitian ini berfokus pada gabungan antara keputusan penentuan harga dan keputusan *order/delivery* pada *supply chain* ritel modern yang terdiri dari *multi* distributor-*single* ritel-*single* produk. Penggambaran karakteristik sistem dilakukan pada Ritel X yang berlokasi di Surabaya Timur.

Berikut adalah penggambaran karakteristik sistem untuk skenario koordinasi *supply chain* antara DC-Ritel-distributor :

1. Koodinasi DC-Ritel-Distributor menentukan harga jual produk ritel ke konsumen melalui bagian *merchandising*.

2. Merespon harga yang telah ditetapkan bersama, ritel menentukan jumlah produk yang akan *diorder* ke DC dan distributor. Jumlah produk yang akan diorder ke distributor adalah kebutuhan ritel yang tidak dapat dipenuhi oleh DC
3. DC (melalui bagian *merchandising*) akan menentukan jumlah produk yang akan *diorder* ke *supplier* sesuai order yang diterima dan menentukan jumlah produk yang harus dikirim untuk memenuhi *order* dari ritel, dengan mempertimbangkan maksimasi keuntungan DC dan ritel.
4. Distributor akan menentukan jumlah produk yang akan dikirim sesuai *order* dari ritel dengan mempertimbangkan maksimasi keuntungannya. Dimana diasumsikan bahwa distributor dapat memenuhi berapapun order dari distributor.



Gambar 1. Komponen Model *Supply Chain* Ritel Modern Pada Skenario Koordinasi

Komponen model DC-Ritel-Distributor untuk skenario koordinasi supply chain

Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan komponen model yang terdiri dari penentuan kriteria performansi, variabel keputusan dan parameter-parameter yang akan dipakai dalam model. Berikut adalah komponen model DC-Ritel –Distributor.

1. Kriteria performansi :

   Maksimasi keuntungan *supply chain* untuk model gabungan penentuan harga dan keputusan *order/delivery* pada *multi* distributor - *single* ritel - *single* produk, untuk skenario koordinasi *supply chain*.
2. Variabel keputusan dalam model meliputi :
   - P_R = Harga pada ritel
   - Q_{DC} = Jumlah produk yang dikirim oleh DC ke ritel
3. Parameter yang digunakan dalam model meliputi
   - c_{DC} = Biaya pembelian per unit pada DC
   - d_{maks} = Permintaan maksimal DC pada akhir periode
   - k_R = Biaya pemesanan produk dari ritel ke DC pada akhir periode
   - k_{DC} = Biaya pemesanan produk dari DC ke supplier pada akhir periode
   - h_{DC} = Biaya handling per unit di DC pada akhir periode
   - ß = Elastisitas
   - r = Rasio pemenuhan permintaan
   - d’ = Permintaan pada distributor
   - k_D = Biaya pemesanan produk dari distributor ke supplier
   - c_D = Biaya pembelian per unit pada distributor
   - h_D = Biaya handling per unit di distributor pada akhir periode
   - d’maks = Permintaan maksimal distributor pada akhir periode
   - U_L = Batas maksimal permintaan pada distributor
   - Dmaks = Permintaan maksimal ritel pada akhir periode

Formulasi model DC-Ritel-Distributor untuk skenario koordinasi supply chain

Sesuai dengan tujuan penelitian yang berupaya untuk memaksimalkan keuntungan *supply chain multi* distributor-*single* ritel- *single* produk, maka model yang dibuat memiliki dua sub tujuan yaitu memaksimalkan pendapatan dan meminimalkan biaya-biaya yang terlibat dalam keputusan pengiriman untuk DC dan distributor dan keputusan *order* untuk ritel.

Berikut adalah formulasi model koordinasi DC-Ritel-Distributor pada model *pricing* dan keputusan *order/delivery* pada *supply chain* ritel modern, untuk skenario koordinasi *supply chain* :

Fungsi Tujuan

$$Z = Max\left[2P_R D - f_R(d) - f_{DC}(Q_{DC}) - c_{DC}.Q_{DC} - h_{DC}Q_{DC} - f_D(d') - c_D.d' - h_D d'\right]$$

dimana :

$$D = D_{\max} - \beta.P_R$$
$$d = d_{\max} - \beta.P_R$$
$$d' = d'_{\max} - \beta.P_R$$

$f_R(d) = k_R \,.\, d$
$= k_R \,.\, (d_{max} - ß.P_R)$

$f_{DC}(Q_{DC}) = k_{DC} \,.\, Q_{DC}$

$f_D(d') = k_D \,.\, d'$
$= k_D \,.\, (d'max - ß.P_{R)}$

sehingga :

$$Z = Max\begin{bmatrix} 2P_R(\text{Dmax} - ß.\text{P}_\text{R}) - \text{k}_\text{R}\,.(\text{dmax} - ß.\text{P}_\text{R}) - \text{k}_\text{DC}\,.\,\text{Q}_\text{DC} - c_{DC}.Q_{DC} - h_{DC}Q_{DC} - \\ k_D(\text{d'max} - ß.\text{P}_\text{R}) - c_D(\text{d'max} - ß.\text{P}_\text{R}) - h_D(\text{d'max} - ß.\text{P}_\text{R}) \end{bmatrix}$$

Fungsi Pembatas :

1. Minimum jumlah produk yang dikirim DC ke Ritel
$$-Q_{DC} \le 0$$
2. Minimum harga produk dibandingkan dengan biaya per unit
$$P_R \ge c_{DC}$$
3. Rasio pemenuhan permintaan
$$r \le \frac{d}{d - Q_{DC}}$$
$$r \le \frac{(d_{\max} - \beta.P_R)}{(d_{\max} - \beta.P_R) - Q_{DC}}$$
$$-\beta.(r-1)P_R - r.Q_{DC} \le -d_{\max}(r-1)$$
4. Minimum jumlah permintaan
$$d_{\max} - \beta.P_R \ge 0$$
$$\beta.P_R \le d_{\max}$$
5. Minimum harga produk dibandingkan dengan biaya per unit
$$-P_R \le -c_D$$
6. Maksimum permintaan ke distributor

$$ß.P_R \le d'\max - U_L.$$

Penyelesaian dan percobaan numerik untuk model DC-Ritel-Distributor pada skenario koordinasi *supply chain*

Penyelesaian model DC-Ritel-Distributor dilakukan dengan pendekatan Sequential Quadratic Programming dengan menggunakan software Matlab. Berikut adalah parameter yang terlibat dalam penyelesaian model koordinasi DC-Ritel-Distributor dengan software Matlab :

c_{DC} = 100
dmaks = 1000
K_{DC} = 50
K_R = 25
h_{DC} = 2
ß = 3
r = 2
Q_{DC}min = 10
d' = 100
d'maks = 1000
K_D = 60
h_D = 2
c_D = 110
U_L = 70
Dmaks = 2000

Dalam rangka menguji model dilakukan percobaan numerik pada kedua model tersebut. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Perhitungan Model Koordinasi DC-Ritel-Distributor

ß	D	d'	P_R	Q_{DC}	$Z_{DC\text{-}Ritel\text{-}Distributor}$
3	295,24	147,61	234,92	147,63	$6{,}81 \times 10^4$

Pada model koordinasi DC-Ritel-Distributor diawali dengan kesepakatan harga jual ritel ke pelanggan. Semua pihak sepakat bahwa harga jual produk ke pelanggan yaitu sebesar 234,92**.** Harga tersebut dipilih DC-Ritel-Distributor dengan mempertimbangkan maksimasi keuntungan pada *supply chain*. Informasi harga tersebut menghasilkan konsekuensi *order* dari ritel ke DC dan Distributor. Jumlah produk yang akan di*order* dari ritel ke DC adalah sebanyak 295,24 unit. *Order* tersebut kemudian diteruskan oleh DC ke *supplier*. Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa permintaan dari DC ke *supplier* sebanyak 295,24 unit hanya dipenuhi sebesar 147,63 unit oleh *supplier*. Sehingga sisa permintaan yang tidak dapat dipenuhi oleh DC, akan diorderkan ke distributor

Selanjutnya, distributor menerima *order* dari ritel sebanyak 147,61 yang merupakan sisa kebutuhan pada ritel yang tidak bisa dipenuhi oleh DC. Sesuai asumsi diawal bahwa distributor dianggap mampu memenuhi berapa pun jumlah order yang diinginkan oleh ritel, sehingga order yang diterima dari ritel membuat distributor harus melakukan order ke *supplier* sejumlah yaitu 147,61. Demikian juga untuk jumlah produk yang harus dikirim ke ritel yaitu sebesar 147,61.

Total keuntungan yang diperoleh *supply chain* untuk model *pricing* pada ritel modern untuk skenario koordinasi *supply chain* adalah sebesar $6{,}81 \times 10^4$, dimana keuntungan tersebut diperoleh berdasarkan kesepakatan harga yang ditentukan bersama antara DC-Ritel-Distributor.

KESIMPULAN

1. Terdapat 2 (dua) skema sistem *pricing* pada ritel X untuk skenario *supply chain* tanpa koordinasi yaitu model koordinasi antara DC-ritel dan model untuk distributor. Kemudian pada penelitian ini menggabungkan kedua skema tersebut menjadi skenario koordinasi supply chain yang disebut dengan model koordinasi antara DC-ritel-distributor

2. Formulasi model DC-Ritel-Distributor untuk skenario koordinasi supply chain adalah :
   Model Koordinasi DC-Ritel-Distributor :

Fungsi Tujuan

$$Z = Max\begin{bmatrix} P_R(\text{Dmax - ß.P}_\text{R}) - \text{k}_\text{R}\,.(\text{dmax - ß.P}_\text{R}) - \text{k}_\text{DC}\,.\text{Q}_\text{DC} - c_{DC}.Q_{DC} - h_{DC}Q_{DC} - \\ k_D(\text{d'max - ß.P}_\text{R}) - c_D(\text{d'max - ß.P}_\text{R}) - h_D(\text{d'max - ß.P}_\text{R}) \end{bmatrix}$$

3. Pengujian numerik pada model DC-Ritel-Distributor untuk skenario koordinasi *supply chain* menghasilkan keuntungan maksimal pada *supply chain* Ritel X. Keuntungan tersebut dapat dicapai berdasarkan kesepakatan harga yang dilakukan bersama antara DC-Ritel-Distributor. Hasil pengujian numerik menunjukkan bahwa keuntungan *supply chain* yaitu sebesar 6,81 x 10^4**.**

DAFTAR PUSTAKA

Asep ST. Sujana (2005), *Manajemen Ritel Moderen*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Benito, Oscar Gonzales ; Ruiz, Maria Pilar Martinez ; Descals, Alejandro Molla (2010), Retail Pricing Decisions and Product Category Competitive Structure, *Decision Support Systems*, vol.49, pp.110-119.

Copra, S., and Meindl, P. (2004), *Supply Chain Management:Strategy, Planning and Operation*, 2nd edition, New Jersey, Prentice Hall.

Franks, S (1997), Supply Chain Management: Do We Really Know What We Want?, *Sapics Supply Chain Paper*.

Grewal, Dhruv ; Ailawadi, Kusum L. ; Gauri, Dinesh ; Hall, Kevin (2011), Innovations in Retail Pricing and Promotions, *Journal of Retailing*, vol.87S, pp.S43-S52.

Hasty, Ron ; Reardon, James (1997), *Retailing Management*, McGraw Hill Co., USA

Hendri Ma'aruf (2005), *Pemasaran Ritel*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Hsieh, C.C., and Wu, C.H. (2008), Capacity Allocation, Ordering and Pricing Decisions in A Supply Chain with Demand and Supply Uncertainties, *European Journal of Operational Research*, vol.184, pp.667-684.

Indrajit, Richardus Eko ; Djokopranoto, Richardus (2002), *Konsep manajemen supply chain : strategi mengelola manajemen rantai pasokan bagi perusahaan modern di Indonesia*, Grasindo, Jakarta

Lee, H.L, Padmanabhan, V., and Whang, S. (1997), The Bullwhip Effect in Supply Chains, *Sloan Management Review*, 38(3), pp.93-102.

Levi, David Simchi,Philip Kaminsky, dan Edith Simchi levi (2000), *Designing and managing the Supply Chain:*

Levy, Michael ; Grewal, Dhruv ; Kopalle, Praven K. ; Hess, James D. (2004), Emerging Trends in Retail Pricing Practice : Implications for Research, *Journal of Retailing*, vol.80, pp.xiii-xxi.

Pujawan, N. (2005), *Supply Chain Management*, edisi kedua, Guna Widya, Jakarta.

Whitin, T.M. (1955), Inventory Control and Price Theory, *Management Science*, 2(1), pg.61.

Zhao, Wen and Wang, Yunzeng (2002), Coordination of Joint Pricing-Production Decisions in a Supply Chain, *IEE Transactions*, 34, pp.701-715.

ANALISA PENGARUH PENURUNAN STOK IKAN LEMURU TERHADAP KEBERLANJUTAN INDUSTRI PENGOLAHAN IKAN MUNCAR BANYUWANGI DENGAN MODEL SISTEM DINAMIK

Ratna Purwaningsih[1], Sri Gunani Partiwi[2]
[1]Program studi teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Dr.Soedharto, SH, Tembalang, Semarang
Telp. 024- 7460052
[2]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, ITS
Jl Arief Rahman Hakim, Sukolilo, Surabaya
Email : [1]ratna_ti2005@yahoo.com , [2]srigunani@ie.its.ac.id

ABSTRAKS
Terjadinya overfished perikanan laut dapat menyebabkan menurunnya produksi perikanan mengancam keberlanjutan klaster industri perikanan. Kebijakan menetapkan jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) dengan membatasi jumlah upaya penangkapan adalah keharusan pada perikanan laut yang telah lebih tangkap. Terdapat tiga pendekatan untuk menentukan JTB, yaitu MSY (Maximum Sustainable Yield), MEY (Maximum Economic Yield), dan OSY (Optimm Social Yield) . Ketiganya menghasilkan nilai sustainable yield yang berbeda dan akan berpengaruh pada ukuran industry, Untuk mengetahui pengaruh JTB terhadap klaster industri dilakukan pengembangan model klaster industri perikanan dengan sistem dinamik dan dilakukan simulasi kebijakan. Model akan diujikan pada klaster industri perikanan, Muncar, Banyuwangi. Simulasi dilakukan dengan empat skenario yaitu kondisi tanpa JTB dan penetapan JTB pada MSY, MEY dan OSY. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa JTB terjadi deplesi stok ikan dan berdampak pada kekuangan bahan baku ikan untuk industri. Sedangkan pada kondisi ditetapkan JTB terjadi recovery stok ikan pada level yang menjamin kelestariannya. Keuntungan industri pengolahan ikan tertinggi adalah pada JTB dengan pendekatan MSY dan MEY sebesar 353 milyard per tahun karena keduanya menghasilkan jumlah tangkapan yang cukup untuk 4 industri pengalengan ikan, 4 industri cold storage dan 1 industri tepung dan minyak ikan.

***Kata kunci** : klaster industri perikanan, overfishing, sistem dinamik, simulasi.*

PENDAHULUAN

Overfished atau lebih tangkap saat ini telah menjadi masalah global. Review terakhir mengenai kondisi sumber daya perikanan global oleh FAO memperkirakan bahwa dari 523 jenis ikan dunia yang dilakukan stock assessment, 52 % sumber daya ikan sudah mengalami *fully eksploited*, 17 % *overexploited* dan hanya 3 % saja yang *underexploited* (FAO, 2009). Penelitian lainnya dari Boris Worm menyampaikan bahwa diproyeksikan ikan akan punah dari perairan bumi tahun 2048 (Worm, 2009).Hasil penelitian dari Balai Riset Perikanan Laut Indonesia tentang pendugaan status perikanan menyatakan bahwa 6 dari 11 WPP (Wilayah Pengelolaan Perikanan) Indonesia menunjukkan gejala yang jelas telah terjadi penangkapan berlebihan atau *overfishing* (WWF, 2008). Kondisi ini diperburuk dengan sifat sumber daya perikanan yang *common property*, lemahnya pengawasan akan pembatasan kapal ikan dan *illegal fishing.* Sektor perikanan memiliki beberapa karakteristik yang tidak dimiliki sektor lain seperti pertanian dan pertambangan. Selain berhadapan dengan *fugitive resources* (sumber daya yang bergerak terus) dan kompleksitas biologi dan fisik perairan juga dihadapkan pada masalah peliknya hak kepemilikan *(coomon property resources).* Interaksi faktor ini kemudian melahirkan eksternalitas yang berakibat pada terjadinya penangkapan ikan yang berlebihan (*excessive*) yang kemudian menyebabkan menurunnya stok sumber daya (Fauzy, 2005). Penurunan stok ikan laut yang berakibat pada penurunan produksi perikanan tangkap adalah masalah global, di sisi lain, permintaan akan komoditas ikan meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan kesadaran akan kebutuhan mengonsumsi makanan sehat.

Para pakar ekonomi sumber daya perikanan menganalisa bahwa kegagalan pengelolaan perikanan ini disebabkan oleh '*tragedy of the common*" (Nikijuluw, 2001). *Tragedy of the common* terjadi ketika usaha peningkatan pendapatan dengan bantuan kapal motor dan investasi yang lebih banyak pada perikanan tangkap justru semakin memiskinkan nelayan karena jumlah tangkapan tidak bertambah tapi malah semakin berkurang (Alessi,2008). Hal ini dikarenakan stok ikan yang memang sudah menurun karena jumlah yang ditangkap (*total catch*) telah melebihi jumlah ikan yang dibutuhkan untuk

mempertahankan stok ikan untuk lestari. Jumlah tangkap yang berlebihan ini akibat upaya penangkapan yang dilakukan pada *fishing ground* perikanan telah melampaui jumlah upaya penangkapan yang optimal. Hal ini terjadi karena *market driven* berupa desakan pemenuhan kebutuhan bahan baku industri pengolahan ikan dan kebutuhan konsumsi rumah tangga.

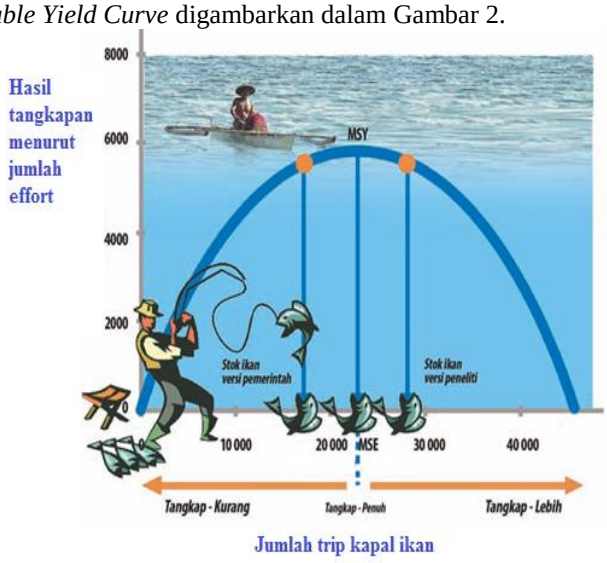
Deplesi sumber daya perikanan membawa dampak nyata pada sektor ekonomi seperti penurunan pendapatan nelayan dan kekurangan bahan baku industri pengolahan ikan. Selain itu dapat menyebabkan kepunahan spesies dan terganggunya keseimbangan ekologi laut. Bagi industri pengolahan ikan yang berada di sekitar pelabuhan perikanan, penurunan jumlah tangkapan adalah ancaman bagi keberlanjutan produksi industri tersebut. Penurunan produksi tentunya akan memberi dampak ekonomi seperti penurunan keuntungan industri. Maka perlu dilakukan kajian tentang pengaruh penurunan stok ikan terhadap industri pengolahan ikan. Pengaruh ini dapat dilihat dari dua indikator, yaitu terjadinya kekurangan bahan baku produksi, penurunan jumlah produksi dan penurunan keuntungan industri. Estimasi pengaruh penurunan stok ikan terhadap industri pengolahan ini dilakukan dengan simulasi sistem dinamik dengan *software Powersim Studio*.

TINJAUAN PUSTAKA

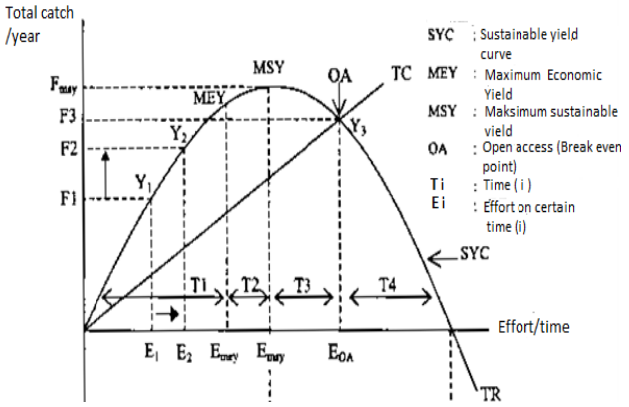
Kurva Produksi Perikanan Shaefer

Deplesi sumber daya perikanan membawa dampak nyata pada sektor ekonomi seperti penurunan pendapatan nelayan dan kekurangan bahan baku industri pengolahan ikan. Selain itu dapat meenyebabkan kepunahan spesies dan terganggunya keseimbangan ekologi laut. Kebijakan pengelolaan perikanan seharusnya disesuaikan dengan kondisi tingkat pemanfaatan perikanan di wilayah tersebut. Maka, perlu diidentifikasi status pemanfaatan perikanan laut sebelum menetapkan kebijakan pengelolaannya. Produksi perikanan dapat didekati dengan kurva produksi *Schaefer* seperti pada Gambar 1.

Kurva produksi *Schaefer*(Schaefer,1957) menyatakan hubungan antara besarnya usaha untuk menangkap ikan (*fishing effort*) dengan hasil tangkap (*harvest*) sebagai kurva berbentuk parabola. Terdapat tiga pendekatan untuk menentukan JTB dan upaya penangkapan, dalam model *Gordon-Schaefer* (Munro, 1979) digunakan tiga kondisi keseimbangan dalam menentukan JTB, yaitu: (1) *maximum sustainable yield* atau MSY, (2) *marginal economic yield* atau MEY dan (3) *open access equilibrium* (OAE) atau *optimum sustainable yield* (OSY). Posisi ketiga titik pendekatan pengelolaan tersebut dalam kurva parabola *Sustainable Yield Curve* digambarkan dalam Gambar 2.



Gambar 1. Kurva produksi Schaefer
Sumber : Wiadnya, 2007



Gambar 2.Sustainable Yield curve (SYC) hubungan antara MEY, MSY dan OSY
Sumber : Susilowati, 2006

Penetapan JTB dan *effort* dengan pendekatan *Maximum Sustainable Yield* menekankan pada aspek ekologi, *Maximum Economic Yield* pada memaksimalkan keuntungan ekonomi dari upaya penangkapan dan *Optimum Sustainable Yield* atau *Maximum Sosial Yield* mengutamakan aspek sosial dengan memaksimalkan *effort* atau jumlah tenaga kerja yang terserap. Gambar 2. menunjukkan bahwa titik MSY berada pada puncak parabola, dibawahnya terdapat titik MEY. OSY berada di sisi kanan hiperbola dengan upaya penangkapan melebihi titik MSY. Pendekatan MEY memberi keuntungan tertinggi per trip namun memberi jumlah tangkapan total per tahun yang lebih rendah dari MSY.

Stok ikan dikembangkan dengan pendekatan Schaefer dimana stok ikan dipengaruhi oleh laju pertumbuhan dan hasil tangkapan. Stok ikan mampu berkembang hingga tingkat biomassa maksimumnya, dengan laju pertumbuhan tergantung pada kelimpahan stok *(B_t)*. Bila B_t lebih kecil dari ukuran kelimpahan stok maksimum yang sesuai dengan daya dukung lingkungan *(K)*, maka stok ikan akan cenderung meningkat. Pertumbuhan alamiah (*natural growth*) maksimum terjadi pada B_t tertentu, setelah itu angka pertumbuhan menurun hingga mencapai K. Sedangkan hasil tangkapan semakin besar seiring meningkatnya jumlah *effort* dan kelimpahan stok. Pada jumlah *effort* tertentu hasil tangkap akan mendekati laju pertumbuhannya. Pada kondisi inilah terjadi kesetimbangan antara hasil tangkap dengan laju pertumbuhan.Laju pertumbuhan alami stok ikan yang tidak dieksploitasi digambarkan oleh Schaefer dengan persamaan :

$$F_{(t)} = \frac{dB_{(t)}}{dt} = r \times B_{(t)} \times \frac{1-B_{(t)}}{K} \quad (1)$$

$F_{(t)}$: Laju pertumbuhan alami stok ikan
$B_{(t)}$: biomass stock saat t
r : laju pertumbuhan intrinsik spesies ikan yang diteliti.
K : Koefisien daya dukung lingkungan

Parameter *effort* dalam sub model upaya penangkapan akan menentukan jumlah produksi perikanan (jumlah tangkapan atau *harvest*). Jumlah *effort* yang beroperasi pada setiap skenario kebijakan berbeda-beda. Pada pendekatan MSY jumlah tangkapan ditentukan dengan formulasi (2) dan jumlah effort diperoleh dengan menurunkan formulasi (2) menurut nilai E atau h(dE) seperti pada formulasi (3):

$$h = (qK)E - (\frac{q^2K}{r})E^2 \quad (2)$$

$h_{(t)}$: hasil tangkapan pada saat t
q : koefisien daya tangkap (dari suatu alat tangkap)
E : tingkat upaya penangkapan (merupakan perkalian antara jumlah kapal dan trip melaut)

$$h(dE) = qK - \left(\frac{q^2K}{r}\right)2E \quad (3)$$

Pada pendekatan MEY digunakan formulasi (4) untuk menentukan effort dan formulasi (5) untuk menentukan jumlah tangkapan:

$$E_{MEY} = \frac{r}{2q}\left[1 - \frac{c}{pqK}\right] \quad (4)$$

p : harga per satuan berat ikan
c : biaya per upaya penangkapan

$$h_{MEY} = r.\frac{K}{4}\left[1+\frac{c}{pqK}\right]\left[1-\frac{c}{pqK}\right] \quad (5)$$

Pada pendekatan OSY formulasi (6) digunakan untuk menentukan effort dan formulasi (7) untuk menentukan jumlah tangkapan :

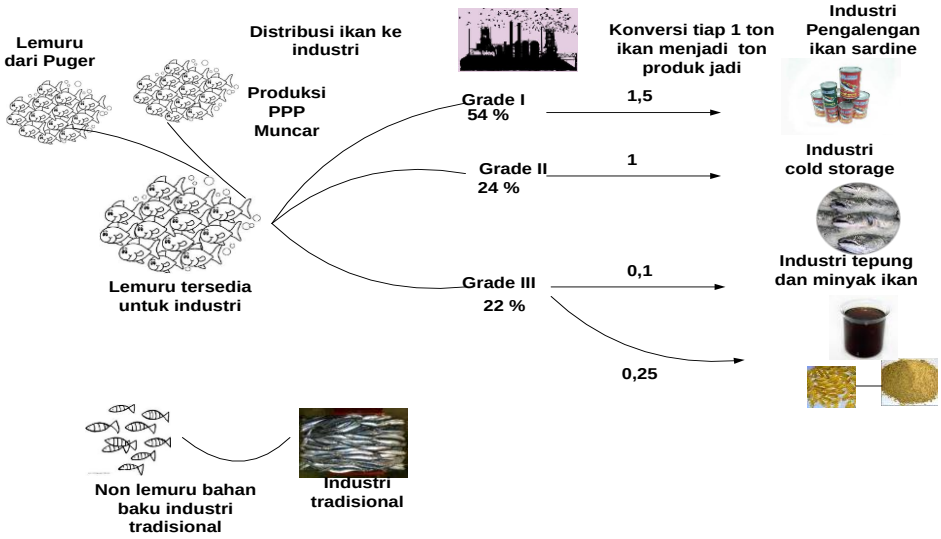
$$E_OA = r/q[1-(c/pqK)] \quad (6)$$

$$h_OA = rc/pq[1-(c/pqK)] \quad (7)$$

Fungsi produksi perikanan adalah kurva hiperbola dengan sumbu y adalah produksi perikanan (hasil tangkap) dan sumbu x adalah jumlah upaya penangkapan. Model ini dikembangkan dengan menetapkan jumlah upaya penangkapan dari nilai JTB yang ditargetkan, sehingga terjadi keseimbangan antara jumlah tangkapan dengan laju pertumbuhan stok.

Analisa Ekonomi Industri Pengolahan Ikan

Industri pengolahan hasil perikanan (*Fish Processing Industry*), yakni seluruh mata rantai kegiatan usaha pengolahan hasil laut seperti pengalengan, pengeringan, pembekuan, dan sebagainya. Jenis industri ini disebut sebagai industri sekunder (UU Perikanan, 2005). Ikan sebagai bahan baku utama industri pengolahan adalah jenis komoditas yang mudah rusak karena proses *rigormortis* atau pembusukan. Maka, perusahaan pengolahan ikan banyak berlokasi disekitar pelabuhan perikanan. Distribusi dan transportasi produk ikan segar harus menerapkan proses rantai dingin (*cold chain*) untuk mengurangi penyusutan nilai produk setelah dipanen atau *post harvest lossess*. Pada pelabuhan perikanan Muncar, bahan baku industri pengolahandipilah menurut tingkat kualitas ikan yang didaratkan di pelabuhan. Prosentase distribusi ikan ke ketiga jenis industri didasarkan pada data historis pelabuhan perikanan Muncar seperti pada Gambar 3. Sedangkan untuk biaya produksi dan biaya lainnya disusun seperti pada Tabel 4. Tabel 4 menggambarkan metode yang digunakan untuk menentukan tingkat keuntungan industri.



Gambar 3. Distribusi ikan dari landing site ke industri

Tabel 1. Metode Estimasi keuntungan industri pengolahan

Jenis pemasukan dan	**Formulasi**	**Keterangan**
Pendapatan		
Produksi	Q (jumlah produksi ton/thn)	Diasumsikan sales =
(A) Penerimaan	Q x harga produk	
Pengeluaran	**Annual investmen cost**	**life time**
1. Biaya Investasi		
Tanah dan Bangunan	(1) harga tanah+bangunan/10	10
Mesin	(2) harga beli mesin/5	5 thn
Peralatan dan	(3) harga peralatan	1 tahun
Kendaraan	(4) harga kendaraan/5	5 tahun
(B). Total biaya investasi	= (1) + (2) +(3) + (4)	
2. Biaya Operational	**Untuk 1 tahun produksi**	
Bahan Baku Utama	(5) Kebutuhan bahan baku x harga	
Bahan pendukung	(6) Kebutuhan bahan baku x harga	
Tenaga Kerja Langsung	(7) Jumlah tenaga kerja x upah/thn	
Tenaga Kerja tidak	(8) Jumlah tenaga kerja x upah/thn	
Total biaya tenaga kerja	= (7) + (8)	
(C) Total	=(5) + (6) + (7) + (8)	
(D) Biaya Overhead	listrik, telepon, air, transportasidll	
(E) Total Cost	= (B) + (C) + (D)	
(F) Laba(sebelumpajak)	= (A) - (E)	

Produksi dari industri pengolahan ikan akan tergantung pada produksi perikanan lokal dan kemampuan industri mendatangkan ikan segar dengan mengimpor dari negara lain. Pada Gambar 3 dapat dilihat suatu perbandingan antara jumlah ikan yang diolah dan jumlah produk yang dihasilkan. Misalnya untuk pengalengan ikan sardine, tiap 1 ton ikan lemuru dapat diestimasi akan menghasilkan 1,5 ton sardine dalam kaleng. Berdasarkan nilai konversi tersebut, dan dengan mengasumsikan sistem penyediaan ikan segar bahan baku industri adalah sistem tertutup, makadapat dibuat estimasi jumlah produksi dari industri pengolahan (Purwaningsih, 2013).

Keuntungan atau profit per unit industri adalah selisih antara revenue (jumlah produksi x harga produk) dengan biaya – biaya industri meliputi biaya investasi (bangunan, mesin dan peralatan produksi), biaya operasional (bahan baku dan tenaga kerja), dan biaya overhead. Biaya investasi telah dibagi menjadi nilai investasi per tahun *(annual investment*). Indikator utama sub model ini adalah total keuntungan industri yang merupakan keuntungan seluruh industri aktif yang digabungkan. Nilai total profit industri pada ke empat skenario kebijakan akan dibandingkan untuk mengetahui kebijakan yang memberi keuntungan ekonomi terbesar.

Pengembangan model simulasi kebijakan perikanan dengan sistem dinamik

Purwantomenyatakan bahwa dalam bidang pengkajian stok ikan, pendekatan statis dengan formulasi matematis dalam *bio economic modelling* sekarang mulai beralih ke model dinamis (Purwanto, 1989). Penggunaan sistem dinamik dalam permodelan perikanan tangkap telah banyak digunakan, terutama untuk memperkirakan dampak pertumbuhan *fishing effort* terhadap stok ikan. Hasil simulasinya adalah kebijakan pembatasan jumlah kapal sesuai tujuan pengelolaan; menjaga stok ikan lestari, upaya pemulihan kembali (*recovery*), atau justru peningkatan produksi perikanan. Kebijakan – kebijakan bidang perikanan dianalisa pengaruhnya terhadap aspek ekologi, ekonomi dan sosial. Berbagai metode untuk mengestimasi keuntungan, biaya, dan dampak ekonomi dari kebijakan perikanan berkembang dengan memanfaatkan perkembangan teori-teori dalam ilmu ekonomi.

Metode ekonomi yang sering digunakan pada riset perikanan diantaranya adalah *Input-Output* (I-O), *Social Accounting Matrix* (SAM), *Computable General Equilibrium* (CGE), *Fisheries Economic Assessment Model* (FEAM) dan pemodelan dengan sistem dinamik. Penggunaan sistem dinamik pada model simulasi kebijakan perikanan paling awal dilakukan oleh Joseph Wheland dengan mengembangkan game tentang *fishbanks*. Dalam game ini diinputkan berbagai jumlah kapal ikan dan sejumlah stok serta estimasi pendapatan kapal (jumlah kapal). Setelah dilakukan percobaan pada berbagai level akan diperoleh jumlah kapal yang seharusnya beroperasi pada wilayah perikanan tersebut agar diperoleh keuntungan terbesar. Variabel yang menjadi penentu keseimbangan antara jumlah stok ikan dan jumlah kapal pada model Wheland adalah densitas atau kepadatan jumlah ikan per satuan volume. Densitas ini

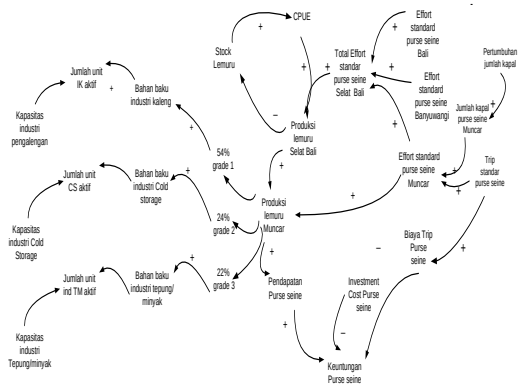
nantinya menjadi dasar menentukan probabilitas jumlah ikan yang dapat ditangkap oleh kapal yang beroperasi. Semakin banyak kapal akan berdampak pada semakin kecilnya densitas sehingga jumlah tangkapan menurun (Wheland, 1994).

Peneliti yang mengembangan model perikanan menggunakan sistem dinamik lainnya adalah Sliskovic, Widyastuti, Wayne dan Kholil. Sliskovic (2010) mengembangkan model sistem dinamik untuk perikanan sardine di Kroasia dengan menggunakan model *Schaefer* dan *Fox* kemudian melakukan simulasi dengan berbagai tingkat *fishing effort* untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *biomass stock*. Sedangkan Widyastuti (2006) menerapkan sistem dinamik untuk melakukan simulasi tentang daya dukung lingkungan pada pemanfaatan waduk untuk perikanan budidaya dengan keramba jaring apung (KJA). Wayne (2006) menerapkan sistem dinamik pada perikanan untuk memilih regulasi terbaik. Kholil (2008) mengembangkan sistem dinamik perikanan di wilayah Konawea selatan, Sulawesi Tenggara dengan mensimulasikan tiga faktor yang dianggap berpengaruh pada peningkatan PDRB sektor perikanan yaitu regulasi pemerintah daerah, kualitas sumber daya manusia dan faktor teknologi. Tapi Kholil tidak melibatkan aspek biologi ikan dan kajian stok. Hal ini hanya bisa dilakukan jika ketersediaan sumber daya diasumsikan tidak terbatas.

Simulasi juga digunakan pula oleh Martinez (2007) dalam melakukan analisa formal pada proses *recovery* dari suatu biomass ikan dari kondisi krisis ke kondisi yang menjamin keberlanjutan perikanan dengan menetapkan besaran tingkat eksploitasi. Variabel kontrol yang digunakan adalah *biomass stock* sebagai pembatas ekologi, pendapatan kapal ikan sebagai pembatas ekonomi dan pembatas sosial adalah jumlah kapal ikan setelah mempertimbangkan pula ukuran dan kecepatan kapal. Martinez mempelajari dampak dari pembatasan eksploitasi terhadap proses recovery pada perikanan Biscay Nephrops pada skenario *open access* dan *optimum harvesting*.

METODE PENELITIAN

Pengembangan model simulasi dilakukan dengan sistem dinamik. Sistem dinamik dilatarbelakangi oleh tiga disiplin ilmu, yaitu manajemen tradisional, *cybernetics* atau *feedback theory*, dan simulasi komputer. Metode sistem dinamik diperkenalkan oleh J.W. Forrester (1961) dari MIT Amerika Serikat pada dekade enam puluhan. Metode ini berhubungan erat dengan tendensi-tendensi dinamis dan sistem yang kompleks yaitu pola-pola perilaku yang dibangkitkan sistem tersebut dengan bertambahnya waktu. Penggunaan metode ini lebih ditekankan untuk peningkatan pemahaman kita tentang bagaimana perilaku sistem muncul dari struktur hubungan entitas-entitas sistem tersebut. Saat ini perkembangan metode sistem dinamik sudah mencapai berbagai bidang diantaranya bidang sosial, keuangan, bisnis, dan lain-lain.Forrester menjelaskan bahwa saat ini penggunaan sistem dinamik telah meluas pada pemecahan masalah manajemen (1995). Sterman (2004) menyatakan asumsi utama sistem dinamik adalah struktur pembuatan keputusan sebagai suatu kumpulan struktur-struktur kausal yang melingkar dan tertutup. Unsur sebab dan akibat dipetakan dalam keadaan yang terukur secara kualitatif maupun kuantitatif. Model harus mampu memperlihatkan parameter terukur yang ada dari berbagai skenario kebijakan yang dibuat sehingga model dapat dinyatakan cukup terpercaya.



Gambar 4. CLD model klasterindustryperikananberkelanjutan

Terdapat 5 langkah dalam pengembangan model dengan sistem dinamik, yaitu (1) Tahap pendefinisian masalah, (2) Tahap konseptualisasi sistem, (3) Tahap representasi model, (4) Tahap perilaku model dan (5) Tahap Validasi. Tahap awal dalam pengembangan model sistem dinamik setelah

identifikasi masalah adalah pengembangan konsep. Di tahap ini dilakukan identifikasi faktor-faktor dalam model produksi perikanan yang berpengaruh pada ketersediaan bahan baku industri dan selanjutnya menjadi sub sistem. Terdapat lima sub sistem model seperti diberikan pada Tabel1. Kemudian, dilakukan identifikasi variabel-variabel di dalam tiap sub sistem tersebut dan hubungan antara variabel-variabel tersebut dengan variabel dari sub sistem lainnya. Hubungan ini dipetakan dalam bentuk CLD diagram. Sebelum mengembangkan model sistem dinamik dalam software Powersim berupa *stock flow diagram* (SFD), terlebih dahulu harus dikembangkan *causal loop diagram* (CLD). CLD ini menggambarkan hubungan antar entitas sistem dalam sistem dinamis. CLD diagram model simulasi diberikan pada Gambar 3. Pembuatan CLD diagram dan SFD adalah tahap representasi model.

Logika sistem dalam sistem dinamik digambarkan dalam bentuk CLD atau *causal loop diagram*. Dalam klaster industri perikanan berkelanjutan produksi perikanan atau jumlah tangkapan h(t) menjadi titik awal untuk jumlah *effort* dan jumlah serta kapasitas industri pengolahan. *Causal loop* sebagai inti dari model adalah antara parameter stok ikan, *effort* dan produksi perikanan. Parameter *effort* akan menentukan jumlah produksi perikanan (jumlah tangkapan atau *harvest*) dan parameter produksi perikanan akan menentukan jumlah industri yang dapat berproduksi karena tersedianya bahan baku.

Tabel 2. Sub model dalam Model Klaster Industri Perikanan

No	Sub Model	Representasi model
1	Biomass stok ikan	Model stok ikan species target menunjukkan dinamika level dari stok ikan akibat adanya upaya penangkapan dan pertumbuhan alami stok.
2	Upaya penangkapan	Merepresentasikan pengaruh pertumbuhan upaya tangkap terhadap penurunan produksi perikanan pada wilayah perikanan laut dengan statuslebih tangkap. Merepresentasikan pengaruh pembatasan upaya penangkapan terhadap kelestarian stok ikan dan produksi perikanan
3	Ekonomi perikanan	Memodelkan dinamika tingkat pendapatan pemilik kapal dan nelayan pada berbagai skenario kebijakan perikanan
4	Industri pengolahan ikan	Memodelkan pola distribusi ikan ke industri dan prosentase serapan ikan oleh industri Melakukan estimasi terjadinya kekurangan bahan baku ikan untuk industri dan jumlah industri aktif (yang masih dapat berproduksi), memperkirakan tingkat *overcapacity* industri.
5	Ekonomi industri	Merepresentasikan dinamika total keuntungan industri pada suatu klaster industri perikanan sebagai akibat dari penerapan kebijakan perikanan.

Setelah model berhasil dikembangkan pada representasi model, tahap berikutnya adalah perilaku model. Pada tahap ini dilakukan simulasi agar diketahui perilaku model terhadap berbagai skenario yang diujikan pada model. Simulasi dilakukan pada empat skenario kebijakan yaitu :

1. Kondisi tidak ditetapkan pembatasan jumlah tangkapan
2. Kondisi ditetapkan jumlah tangkapan dengan pendekatan MSY
3. Kondisi ditetapkan jumlah tangkapan dengan pendekatan MEY
4. Kondisi ditetapkan jumlah tangkapan dengan pendekatan OSY

Simulasi bisa dilaksanakan setelah dilakukan input data ke dalam model yang telah direpresentasikan dalam software Powersim. Simulasi dilakukan untuk tahun 2009 – 2030. Implementasi kebijakan pembatasan jumlah tangkapan pada MSY, MEY dadn OSY juga diawali dari tahun 2009. Nilai stok ikan dibentuk dengan memasukkan parameter-parameter biologi perikanan lemuru Muncar dari Setyohadi (2010). Nilai – nilai untuk upaya penangkapan (fishing effort) diperoleh dari laporan BPPI Muncar 2010, dan nilai-nilai untuk analisa ekonomi industri pengolahan diperoleh dari wawancara dengan industri pengolahan ikan di Muncar, Banyuwangi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri pengolahan ikan Muncar berdasarkan besarnya kapasitas produksi dan peralatan produksinya dapat diklasifikasikan dalam dua kelompok, yaitu industri modern dan industri tradisional. Kelompok industri modern adalah industri pengalengan ikan, *cold storage* dan industri tepung dan minyak ikan. Industri modern ini menjadikan lemuru sebagai bahan baku utama industri dan menggunakan berbagai mesin dan fasilitas produksi yang modern. Kelompok industri tradisional adalah *home industri* dan industri kecil yang memproduksi ikan es-esan[1] , petis, terasi, pemindangan dan

[1]Ikan yang diawetkan dalam wadah steoroform dan ember tertutup, diisi dengan es batu. Ikan yang disimpan adalah ikan non lemuru untuk dijual di pasar lokal dan daerah sekitarnya (konsumsi rumah tangga).

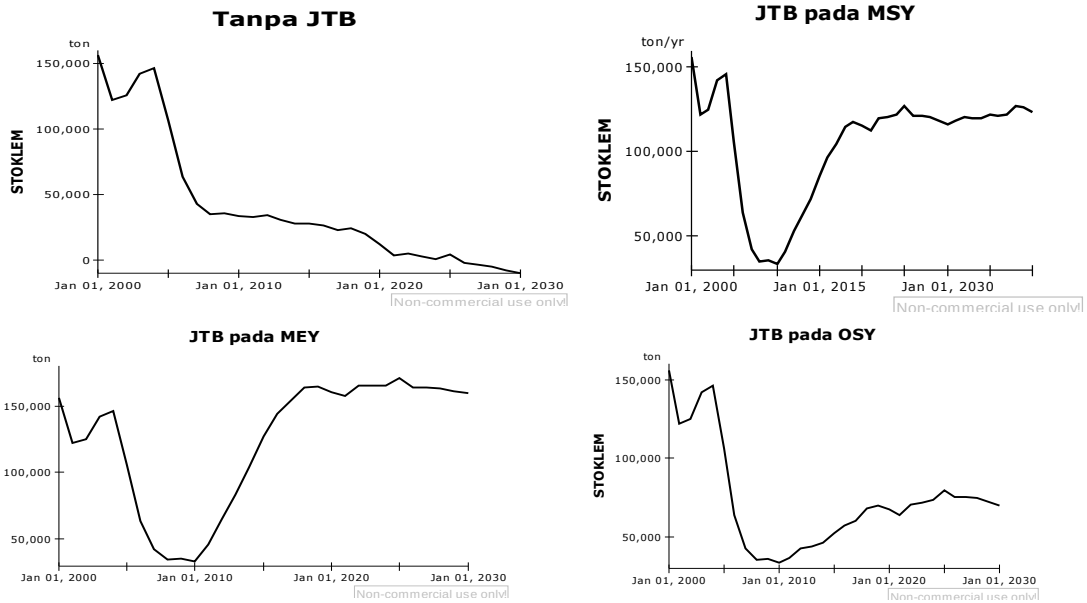
pengasinan[2]. Berdasarkan data disperindag kabupaten Banyuwangi tahun 2010, terdapat 16 industri pengalengan ikan dengan total kapasitas 74.630 ton per tahun dan rata-ratakapasitas produksi 4.664 ton/thn. Selain itu, untuk menyimpan kelebihan produksi yang tidak terolah oleh pengalengan, ikan akan ditampung oleh cold storage. Terdapat 40 cold storage dengan total kapasitas tampung 80.310 ton dan kapasitas cold room rata-rata 2000 ton per tahun (Disperindag Banyuwangi, 2010).Ikan yang telah mengalami penurunan mutu akan ditampung oleh industri tepung dan minyak ikan. Menurut data BPPI Muncar, pada 2010 terdapat 39 industri tepung dan minyak ikan. Untuk industri tradisional didominasi oleh pemindangan ikan dan es-es an sebanyak 26 unit usaha. Tabel 2 memberikan gambaran besarnya kebutuhan ikan segar untuk bahan baku industri pengolahan ikan dari tahun 2000 hingga 2009. Tampak dalam tabel bahwa serapan ikan terbanyak adalah untuk pengalengan ikan, disusul industri cold storage dan berikutnya industri tepung dan minyak ikan. Industri tradisional sebagian bessar mengolah ikan non lemuru mengingat nilai ekonomis ikan lemuru cukup rendah.

Tabel 3.Kebutuhan ikan untuk bahan baku industri pengolahan ikan Muncar

No	Jenis Pengolahan	Tahun (dalam ton)								
		2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2008**	**2009**
1	Pengalengan Ikan	3,641	4,801	7,314	8,793	2,527	1,612	5,034	4,315	3,387
2	Penepungan	285	972	4,167	4,072	2,829	1,123	1,496	9,679	4,770
3	*Cold storage*	1,129	1,505	961	1,710	1,630	1,788	2,919	9,185	6,591
4	Es-esan	1,613	2,733	2,498	3,095	2,232	1,248	1,951	2,454	2,208
5	Pemindangan	2,033	1,897	1,903	2,044	2,044	375	1,290	1,576	591
6	Pengasinan	678	884	899	649	494	319	473	540	404
7	Petis	15	63	185	61	49	60	64	657	177
8	Terasi	14	18	24	12	18	12	15	19	74
	Total	9,409	12,873	17,950	20,436	11,824	6,535	13,241	28,258	18,204

o *Sumber : Purwaningsih, 2013*

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sejak 2009 saat diberlakukan pembatasan *effort*, terjadi kenaikan stok ikan secara signifikan pada ketiga skenario penetapan JTB. Pada skenario pertama dimana tidak ditetapkan JTB terjadi deplesi stok lemuru sampai jumlah yang sangat rendah pada tahun 2030. Hasil simulasi dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 3.2 tentang stok, laju pertumbuhan dan produksi lemuru pada empat skenario kebijakan. Data perbandingan kondisi stok ikan pada diberikan pada Gambar 4.

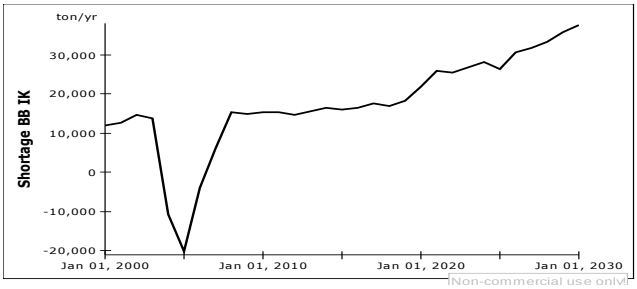


Gambar 5. Kondisi stok ikan pada empat skenario kebijakan.

[2]Pindang ikan mengolah ikan tongkol kecil dan pengasinan ikan memanfaatkan ikan layang dll.

Gambar 4 menunjukkan bahwa level tertinggi stok tercapai pada kebijakan MEY karena kebijakan ini menetapkan JTB yang terendah. Maka produksi lemuru pada pendekatan MEY juga lebih rendah dari produksi lemuru kebijakan MSY. Hal ini karena fungsi pertumbuhan stok sangat tergantung pada daya dukung lingkungan. Pada jumlah stok MSY yang lebih kecil dari MEY memungkinkan terjadinya laju pertumbuhan stok yang lebih besar.

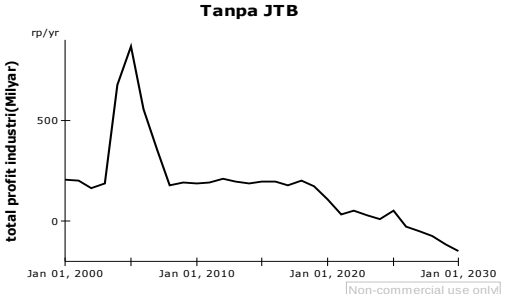
Pengaruh penurunan stok ikan pada industri pengolahan akan sulit diukur dampaknya karena industri memiliki kemampuan mendatangkan bahan baku dari luar daerah. Besarnya kekurangan bahan baku industri pengolahan ikan dapat diketahui sebagai selisih antara total kapasitas industri dengan jumlah produksi perikanan. Pada kasus klaster industri perikanan Muncar, kapasitas total industri yang ada saat ini telah melebihi jumlah ikan yang mampu disediakan oleh pelabuhan perikanan Muncar sehingga terjadi kekurangan material (*shortage*). Hasil simulasi skenario pertama dimana tidak ditetapkan batasan jumlah tangkapan ikan lemuru dan jumlah industri pengolahan memberikan hasil seperti pada Gambar 4.

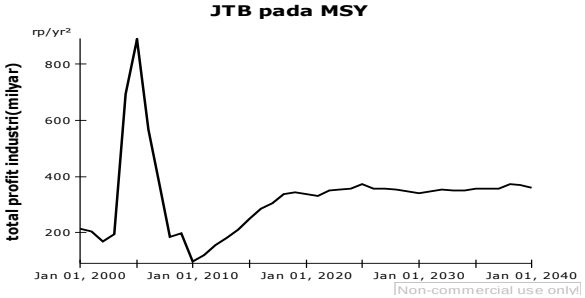


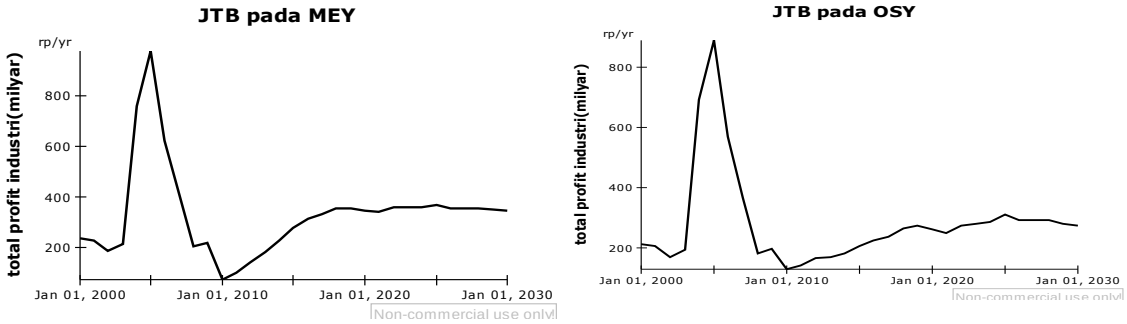
Gambar 6. Kekuranganbahanbakuindustripengalengan

Tinjauan aspek ekonomi menemukan bahwa pendekatan MEY memberikan keuntungan ekonomi dari wilayah yang terdiri atas keuntungan seluruh kapal dan keuntungan seluruh industri yang terbesar. MSY memberi keuntungan kapal purse seine Rp 95 milyar/thn dan MEY 144 milyar/thn, sedangkan OSY 60 milyard/thn. Pendapatan melaut terdiri atas hasil penjualan lemuru dan non lemuru sehingga OSY sebagai titik impas upaya penangkapan lemuru masih memberi nilai positif sebagai hasil penjualan non lemuru. Pendapatan kapal purse seine digambarkan dalam Gambar 5.

Hasil simulasi untuk total keuntungan industri hampir sama antara pendekatan MSY (353 milyar/thn) dan pendekatan MEY (352 milyar/thn), sedangkan pendekatan OSY memberikan 272 milyar/thn. Produksi perikanan pada pendekatan MSY dan MEY memang tidak berbeda jauh sehingga jumlah dan kapasitas industri pengolahan pada kedua pendekatan tersebut juga sama. Jumlah industri aktif dan tingkat keuntungan industri pada berbagai skenario penetapan JTB diberikan pada Tabel 4 dan grafik perbandingan keuntungan industri pengalengan ikan pada empat skenario kebijakan diberikan pada Gambar 5.







Gambar 7. Total Keuntunganindustrypengolahanikanpadaempatscenariokebijakan

Tabel 4. Perbandingan jumlah IK aktif dan total keuntungan industri

SkenarioSimulasi	Tahun	JumlahIndustriaktif			Total Profit Industri (Milyard/thn)
		Pengalengan Ikan	*Cold Storage*	Tepung /Minyak	
MSY	2017	4	4	1,5	353
MEY	2021	4	4	0,6	352
OSY	2022	3,5	3,5	1	272
Tanpa JTB*	2025	1	1	0	88

Kapasitas industri pengalengan adalah 4.500 ton/tahun, industri *cold storage* 2000 ton/tahun dan industri tepung/minyak 5000 ton/tahun. Hari aktif produksi dalam setahun untuk mengolah lemuru diasumsikan hanya 6 bulan. Lemuru mempunyai masa panen sekitar bulan Agustus-Maret. Produksi perikanan 54% akan terserap ke pengalengan ikan, 24% terserap ke industri *cold storage* dan 22 % ke industri tepung/minyak ikan. Jumlah industri aktif ditetapkan dengan membagi jumlah ikan yang tersedia untuk industri ini dengan kapasitas industri tersebut. Logika ini mewakili sistem nyata dimana *cold storage* ditempatkan sebagai *buffer* dan tepung/minyak mengolah ikan *reject* dan estimasi *reject* adalah 22%.Pada kondisi *steady state* jumlah industri aktif pada tiga pendekatan MSY, MEY dan OSY memberi angka yang sama, yaitu 4 unit industri pengalengan ikan, 4 unit industri *cold storage* dan 1 unit industri tepung / minyak ikan. Sedangkan pada skenario tanpa JTB, jumlah industri aktif semakin menurun dan pada akhir tahun simulasi (2030) seluruh industri tersebut telah *shut down* karena tidak ada bahan baku yang tersedia.

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa industri kaleng memiliki garis keuntungan statis (garis merah), hal ini karena prioritas perikanan lemuru adalah pada industri kaleng, sehingga industri ini dapat berproduksi pada kapasitas penuh. Industri pengalengan juga merupakan industri dengan tingkat keuntungan tertinggi dibandingkan dengan industri lainnya dan memiliki nilai tambah industri yang paling besar. Industri pengalengan ikan menjadi prioritas penyerap produksi perikanan. Jika berproduksi pada kapasitas penuh maka tiap unit industri pengalengan akan menghasilkan keuntungan sebesar Rp, 81,359 milyard /thn, *cold storage* Rp 4,160 milyard /thn dan industri tepung/minyak ikan sebesar Rp15,568 milyard /thn.Berdasarkan hasil simulasi, MSY dan MEY memberikanpendapatan yang terbesarbagiwilayahmaupunbagitiap unit bisnis industri pengolahan ikan

KESIMPULAN

Terjadi *overfishing* dan deplesi sumber daya perikanan adalah masalah global yang mengancam ketersediaan pangan dunia, keberlanjutan usaha penangkapan ikan dan industri pengolahan ikan yang menjadi mata pencahariaan jutaan orang. Terutama bagi negara berkembang dimana ikan masih menjadi sumber protein utama bagi masyarakat dan usaha perikanan maupun pengolahan ikannya masih bersifat padat karya. Beberapa kesimpulan dari penelitian ini diantaranya :

1. Pada wilayah perikanan yang telah *overfished* dan mengalami penurunan level stok ikan, kebijakan penetapan JTB dengan tiga alternatif pendekatan MSY, MEY dan OSY terbukti dapat mengembalikan stok ikan (*stock recovery*) pada tingkat mampu lestari.
2. Pembatasan jumlah tangkapan dapat menjamin tingkat keuntungan yang cukup tinggi bagi industri dan menjamin ketersediaan bahan baku ikan bagi industri pengolahan ikan. Pada simulasi tidak ditetapkan JTB, stok ikan mengalami deplesi sehingga industri pengolahan ikan mengalami kekurangan bahan baku dan jumlah industri aktif menurun.

3. Kebijakan terpilih adalah penetapan JTB dengan pendekatan MSY karena memberi keuntungan tertinggi bagi wilayah dan bagi industri pengolahan ikan.

DAFTAR PUSTAKA

Alessi, M. D.(2008). *Measuring the Biological Sustainability of Marine Fisheries:Property Rights, Politics, and Science, The electronic journal of Sustainable Development*.Vol 1 (2)

BPPI Muncar.(2010). Laporan tahunan 2010

DKP Indonesia, Statindex, 2009

FAO.(2009).*"The state of world fisheries and aquaculture*". Electonic Publishing Policy and Support Branch Communication Division, Rome

FAO. (1978). *Post Harvest Food Losses in Developing Countries, National Academi Of Sciences, Washington,* , http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/008

Fauzi, A.(2005).*Kebijakan Perikanan dan Kelautan, Isu, Sintesis, dan Gagasan*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Forrester, J.W. (1961). *Industrial Dynamics*, New York: The M.I.T. Press,

Forrester, Jay W.(1995). *The beginning of System Dynamic*. The Mc Kinsey Quarterly Number 4

Francis, Richard L,Leon F.McGinnis,Jr, Facility layout and location : an analytical approach, prentice hall international series in industrial and systems

Kholil ,Muhammad dan Dedi Dwiharyadi. *Model Simulasi Pengembangan Industri Perikanan Di Konawea Selatan Dengan Pendekatan Sistem Dinamik*. puslit\ARSIP ARTIKEL BULLETIN th. 2005-2008

Martinez, Vincent., Thébauda, O., Doyen, L., "Defining Viable Recovery Paths Toward Sustainable Fisheries", *Ecological Economics, December Volume 64, Issue 2, Pages 411-422, 2007*

Munro , Gordon R., The optimal management of transboundary renewable resources, *Canadian Journal of Economic, XII no 3, August 1979*

Nikijuluw, Victor P.H.,.(2001)."Populasi dan Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir serta Strategi Pemberdayaan Mereka Dalam Konteks Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Secara Terpadu", *Makalah Pelatihan Pengelolaan Pesisir Terpadu*. Bogor: Institut Pertanian Bogor

Purwaningsih,Ratna., Widjaja, Sjarief ., Partiwi, Sri Gunani., Pengembangan Model Simulasi Kebijakan Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan, Jurnal Teknik Industri (JTI), Vol. 14, No. 1, Juni 2012, 25-34 , ISSN 1411-2485 print / ISSN 2087-7439 online, 2012

Purwaningsih,Ratna.(2013).Pengembangan model sistem dinamik klaster industri perikanan berkelanjutan, disertasi, Surabaya: FTK ITS

Purwanto. (1989). "Bio-Ekonomi Penangkapan Ikan : Model Dinamik", *Oseana, Volume XIV, Nomor 3*

Schaefer,B.Martin, (1957). "A Study of the dynamic of the fishery of yellowfin tuna in the eastern tropical pasific ocean". *Inter-America tropical tuna commission buletin Vol II no 6.* California,

Setyohadi, D.(2010)."Kajian Pemanfaatan Sumberdaya ikan lemuru (Sardinella Lemuru) di selat Bali: analisis simulasi kebijakan pengelolaan 2008 – 2020"., Malang: Universitas Brawijaya

Sliskovic M., Munitic , A., Mrcelic, G.J., "Influence of variable catch factors on sardine population level in eastern Adriatic tested by System Dynamics". Croatia: University of Split, Faculty of Maritime Studies

Sterman, Jonh.D.(2004). Business Dynamic, System Thinking and Modelling for a complex world, Massachusetts : Mc Graw Hill

Susilowati, I., (2006) ."Keselarasan dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya perikanan bagi manusia dan lingkungan',Pidato pengukuhan guru besar Fak.Ekonomi, UNDIP, Semarang

UU Perikanan No 31 Tahun 2004

Wakeland Wayne. (2006). Modeling Fishery Regulation & Compliance: A Case Study of the Yellowtail Rockfish, Sistem dynamic review. www.systemdynamics.org

Whelan, Joseph G., (1994). Building the Fish Banks Model and Renewable Resource Depletion System Dynamics Education Project Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology

Wiadnya, D.G.R., Soekirman, Tri., (2007). Terlalubanyakkapalmengejarsedikitikan, *artikelmajalahGatra Juli 200.*

Widyastuti, E., Sri Saeni , M., Djokosetiyanto, D., (2006). "Model Pengelolaan Berkelanjutan Budi Daya Ikan Dalam Keramba Jaring Apung, Studi Kasus Di Perairan Waduk Pb Soedirman*", Forum Pascasarjana Vol. 29 No.1 Januari: 13-23*

Worm, Boris., et all, Rebuilding Global Fisheries. (2009). Science Volume 325,Downloaded From Www.Sciencemag.Org

WWF, "Wajah Perikanan dan Kelautan Indonesia, Memasuki Strategi Pengelolaan yang Berkelanjutan", *Lembar informasi edisi Januari, 2008*

EVALUASI EFEKTIVITAS MESIN *SHREDDER* DENGAN PENDEKATAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)PADA PERUSAHAAN KARET REMAH

Heri Wibowo[1], Emy Khikmawati[2]
[1,2]Jurusan Teknik Industri Universitas Malahayati
Jl. Pramuka No 27 Kemiling Bandar Lampung 35153 Indonesia
Email : heriwibowo_ti@yahoo.co.id, emy_khikmawati@yahoo.com

ABSTRAKS
The company always had the problems that related to effective equipment suffer from the sixbiglosses.Therefore, it needs effective steps in equipments maintenance to prevent the problems. The first step to increase of production efficent is analizing the effectiveness through OverallEquipmentEffectiveness(OEE)method, and then measure the sixbiglosses to know the efficiencies had losses, and the next it's looking for the biggest contribution factor suffer big efficiencies equipment. By the cuase-effectdiagram can analyze the real problem that high losses cause suffer low effectiveness equipment. The result of six months first is OEE between 65,25%-73,40%, availability between76,34%-85,02%, performance efficiency between81,83%-87,69%, and rate of quality product 100% because there is no scrap, and the six months next is OEE between 66,52%-73,81%,availability between76,94%-83,04%, performance efficiency between86,45%-89,14%, and rate of quality product 100% because there is no scrap. The biggest contribution of six big losses are breakdowndan reduced speed. The conclucion is average OEEin six months first68,99%,and average OEEin six months next71,42%, so that it's not ideal condition (≥85%).

***Kata kunci**: OverallEquipmentEffectiveness*

PENDAHULUAN

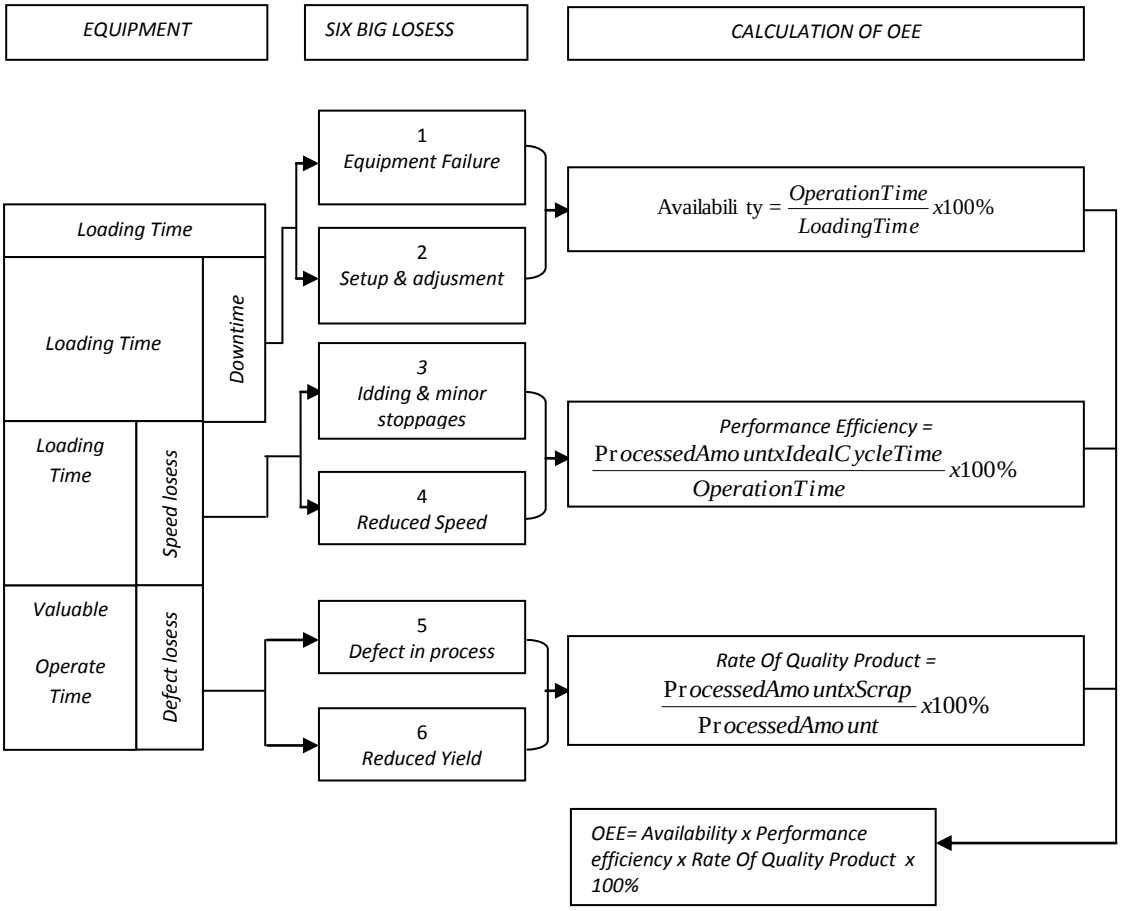
Kerusakan mesin merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi kinerja perusahaan, karena akan menghambat jalannya proses produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu dibutuhkan adanya evaluasi efektivitas sistem pemeliharaan terpadu dalam lingkungan perusahaan, sehingga diharapkan akan memunculkan keserasian dan keharmonisan antara pihak operator sebagai pelaksanaan produksi dengan pihak teknisi mesin dan pihak-pihak perencana produksi.Penerapan *preventive maintenance* saja tidak cukup untuk menjamin mesin/peralatan dapat berkerja dengan efektif. Kedisiplinan operator dalam hal melakukan pengecekan terhadap performa mesin dibutuhkan untuk mengetahui tanda-tanda awal adanya kerusakan pada mesin, sehingga terhindar dari kerusakan secara tiba-tiba serta mesin dapat berjalan dengan baik.*Overall equipmenteffectiveness*(OEE) merupakan keefektifan mesin secara menyeluruh yang mengidentifikasikan tingkat efektifitas mesin/peralatan dan kinerjanya secara teoritis. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan efektivitasataupun efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan area *bottoleneck* yang terdapat pada lintasan produksi. *Overall equipmenteffectiveness*(OEE) juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk jaminan peningkatan produktivitaspenggunaan mesin/peralatan.

KAJIAN PUSTAKA

Menurut McCarthy (dalam Ulum, 2004 :74), pengertian efektivitas pada dasarnya berhubungan dengan pencapaian tujuan atau target kebijakan (hasil guna). Efektivitas merupakan hubungan antara keluaran dengan tujuan atau sasaran yang harus dicapai.Kegiatan operasional dikatakan efektif apabila proses kegiatan mencapai tujuan dan sasaran akhir kebijakan (*spending wesely*). Masih menurut McCarthy (2004) bahwa hal terpenting yang perlu dicatat adalah bahwa efektivitas tidak menyatakan tentang berapa besar biaya yang telah dikeluarkan untuk mencapai tujuan tersebut. McCarthy (dalam Djumhana, 2004 :77-82) menjelaskan bahwa efektivitas menggambarkan tingkat pencapaian hasil program dengan target yang ditetapkan. Secara sederhana efektivitas merupakan perbandingan *outcomes* dengan *output*.Pemeliharaan adalahkegiatanpendukung bagikegiatankomersil, makaseperti kegiatan lainnya,pemeliharaanharusefektif, efisien dan berbiaya rendah.Dengan adanya kegiatanpemeliharaan ini, maka mesin/peralatan produksi dapatdigunakan sesuai denganrencanadan tidak mengalami kerusakan selamajangkawaktu tertentu yang telah direncanakan tercapai.Menurut B.S. Dhillon (2002), ada beberapa jenis pemeliharaan, yaitu :

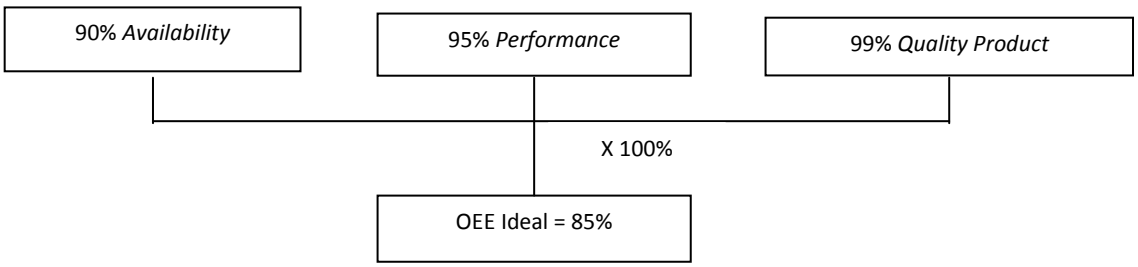
a. Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) terdiri dari tiga bentukpelaksanaan, yaitu pemeliharaanpencegahan (*preventive maintenance*), pemeliharaan perbaikan (*corrective maintenance)* dan pemeliharaan prediksi (*predictive maintenance*).
b. Pemeliharaantak terencana (*unplanned maintenance*), berupa pemeliharaan darurat (*breakdown/emergency maintenance)*,yaitu suatu tindakanpemeliharaan yangtidak dilakukanpada mesinperalatanyang masihdapat beroperasi, sampaimesin/peralatan tersebut rusak dan tidak dapatberfungsilagi.
c. Pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*), merupakansuatukegiatan untukdapat meningkatkanproduktivitas dan efisiensimesin/peralatanmelaluikegiatan-kegiatan yang dilaksanakanoleh operator untuk memeliharamesin/peralatan yangmereka tangani sendiri.

Menurut Jay Heizer dan Barry Render dalam buku manajemen operasi menjelaskan bahwa sistem pemeliharaan terpaduadalahhubungankerjasama yang erat antara perawatandanorganisasiproduksisecara menyeluruh bertujuanuntuk meningkatkankualitasproduksi,mengurangipemborosan (*waste*),mengurangi biaya produksi,meningkatkankemampuanperalatan dan pengembangan darikeseluruhansistemperawatanpadaperusahaan manufaktur.*Overall equipment effectiveness* (OEE) merupakanproduk dari*six biglosses*pada mesin/peralatan. Keenam faktordalam *sixbiglosses*dapatdikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE yakni, *downtime losses*, *speed losses,* dan *defect losses*.



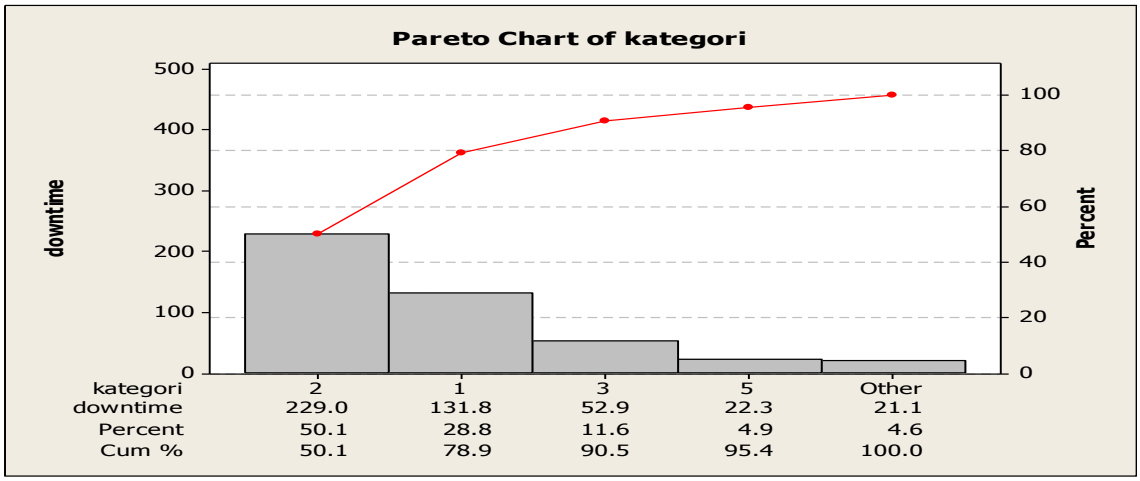
Gambar 1. Skematik Perhitungan *Overall Equipment Eeffectiveness* (OEE)

Berdasarkan penghargaan yang pernah diberikan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) sebagai parameter kunci sistem pemeliharaan terpadumelalui *produktive maintenaceprize*, kondisi ideal OEE adalah sebagai berikut.(Dennis McCarthy dan Nick Rich, 2004) :



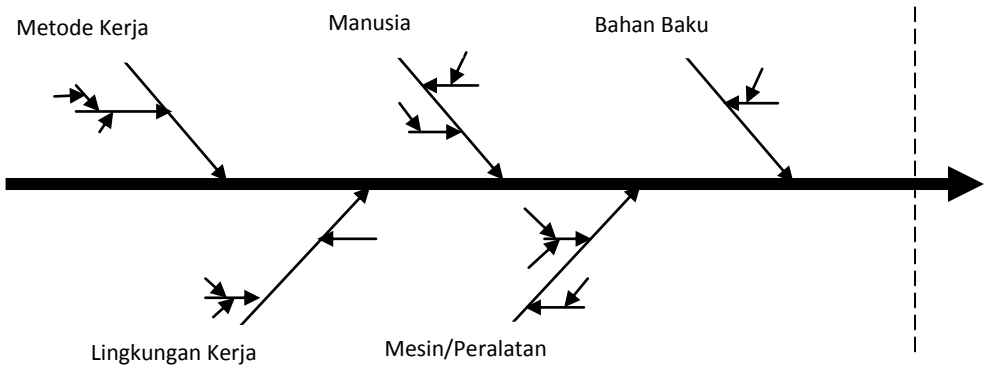
Gambar 2.Perhitungan Ideal OEE

Diagram pareto adalah serangkaian seri diagram batang yang menggambarkan frekuensi atau pengaruh dari proses/keadaan/masalah. Diagram diatur mulai dari yang paling tinggi sampai paling rendah dari kiri ke kanan. Diagram batang bagian kiri relatif lebih penting daripada sebelah kanannya.



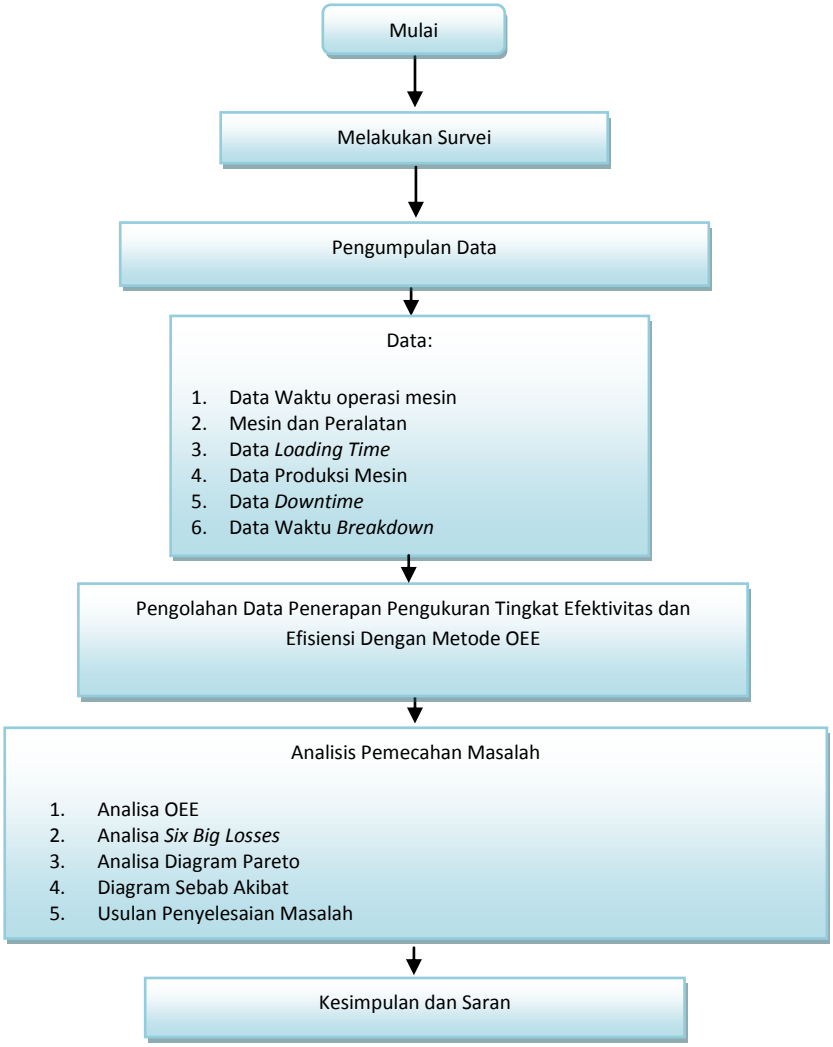
Gambar 3. Diagram Parreto (Hendradi, 2006)

Diagram sebab akibat berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap penentuan karakteristik kualitas output kerja. Dalam hal ini metode sumbang saran akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka terdapat lima faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu:



Gambar 4. Diagram Sebab Akibat (Hendradi, 2006)

METODOLOGI PENELITIAN



HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengumpulan Data Periode I dan Periode II

Periode	Bulan	*Operation Time*(Jam)	*Loading Time* (Jam)	Total *Down Time* (Jam)	Jumlah Produksi(kg)	*Rework* (kg)	*Scrap* (kg)
I	1	394,743	464	69,257	1.362.225	29.145	0
	2	366,410	480	113,590	1.252.770	29.310	0
	3	340,075	400	59,925	1.131.180	24.725	0
	4	384,943	464	79,057	1.260.037	29.087	0
	5	285,741	368	82,259	1.002.297	23.207	0
	6	327,922	416	88,078	1.141.500	26.260	0
II	1	369,310	480	110,690	1.277.090	30.180	0
	2	373,793	464	90,207	1.297.160	30.160	0
	3	355,259	432	76,741	1.259.934	26.919	0
	4	402,320	480	77,680	1.398.390	30.030	0
	5	384,193	464	79,807	1.369.893	28.623	0
	6	398,610	480	81,390	1.393.210	29.610	0

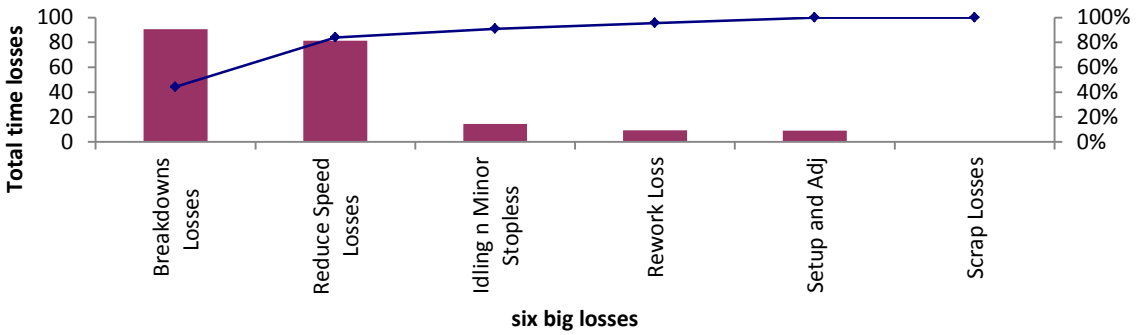
Tabel 2. Perhitungan OEE untuk Periode I dan Periode II

Periode	Bulan	*Availability* (%)	*Performance Efficiency* (%)	*Rate Of Quality Product* (%)	*OEE* (%)
I	1	85,07	86,27	100	73,40
	2	76,34	85,48	100	65,25
	3	85,02	83,16	100	70,70
	4	82,96	81,83	100	67,89
	5	77,65	87,69	100	68,09
	6	78,83	87,03	100	68,60
Rata-rata					68,99
II	1	76,94	86,45	100	66,52
	2	80,56	86,76	100	69,89
	3	82,24	88,66	100	72,91
	4	83,82	86,90	100	72,83
	5	82,80	89,14	100	73,81
	6	83,04	87,38	100	72,56
Rata-rata					71,42

Dari hasil perhitungan ,pada 6 bulan pertama diperoleh nilai OEE yang berkisar antara 65,25%-73,40%, hasil*availability* berkisar antara 76,34%-85,02%, hasil *performance efficiency* berkisar antara 81,83%-87,69%, dan hasil *rate of quality product* sebesar 100% karena *scrap* yang dihasilkan tidak ada, kemudian pada 6 bulan berikutnya diperoleh nilai OEE yang berkisar antara 66,52%-73,81%,hasil*availability* berkisar antara 76,94%-83,04%, hasil *performance efficiency* berkisar antara 86,45%-89,14%, dan hasil *rate of quality product* sebesar 100% karena *scrap* yang dihasilkan tidak ada. Berdasarkan rata-rata nilai OEE masing-masing periode, terdapat perbandingan antara periode I sebesar 68,99% dan periode II sebesar 71,42%, sehingga terdapat peningkatan efektifitas sebesar 2,43%.

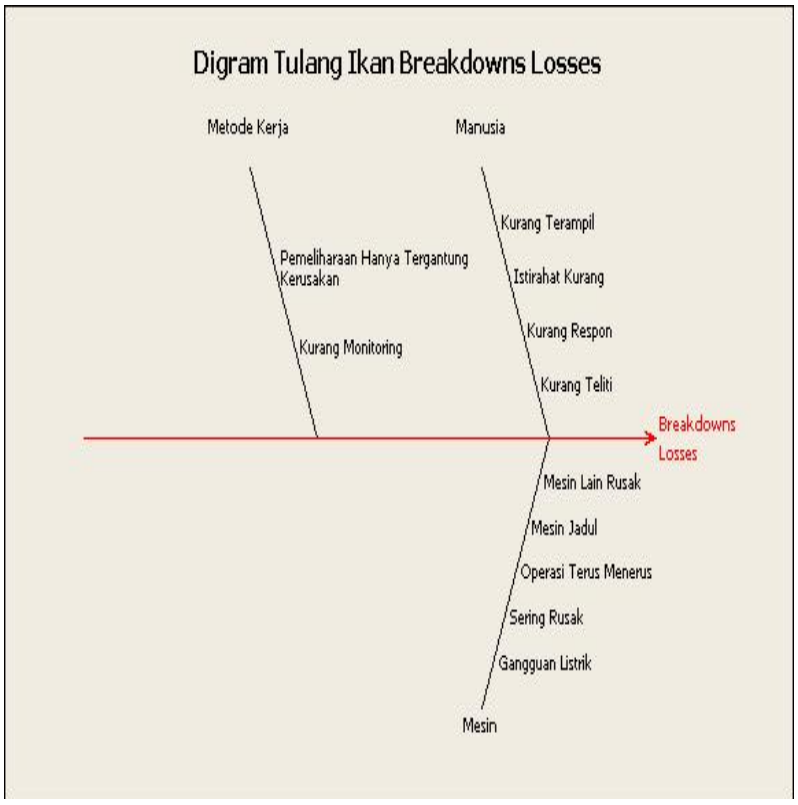
Tabel 3.*Total Time Losses* dan Persentase Faktor *Six Big Losses*

Periode	Bulan	Six Big Losses	*Total Time Losses (Jam)*	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
I	1	*Breakdowns Losses*	90,64	46,38	46,38
	2	*Reduced Speed Losses*	71,94	36,81	83,19
	3	*Idling & Minor Stoppages Losses*	14,37	7,35	90,54
	4	Rework Losses	9,36	4,79	95,33
	5	*Setup and Ajustment Losses*	9,13	4,67	100
	6	Scrap Losses	0,00	0	100
Total Six Big Losses			195,44		
II	1	*Breakdowns Losses*	92,54	51,16	51,16
	2	*Reduced Speed Losses*	60,87	33,65	84,81
	3	*Idling & Minor Stoppages Losses*	9,40	5,20	90,01
	4	Rework Losses	9,31	5,15	95,16
	5	*Setup and Ajustment Losses*	8,75	4,84	100
	6	Scrap Losses	0,00	0,00	100
Total Six Big Losses			180,28		

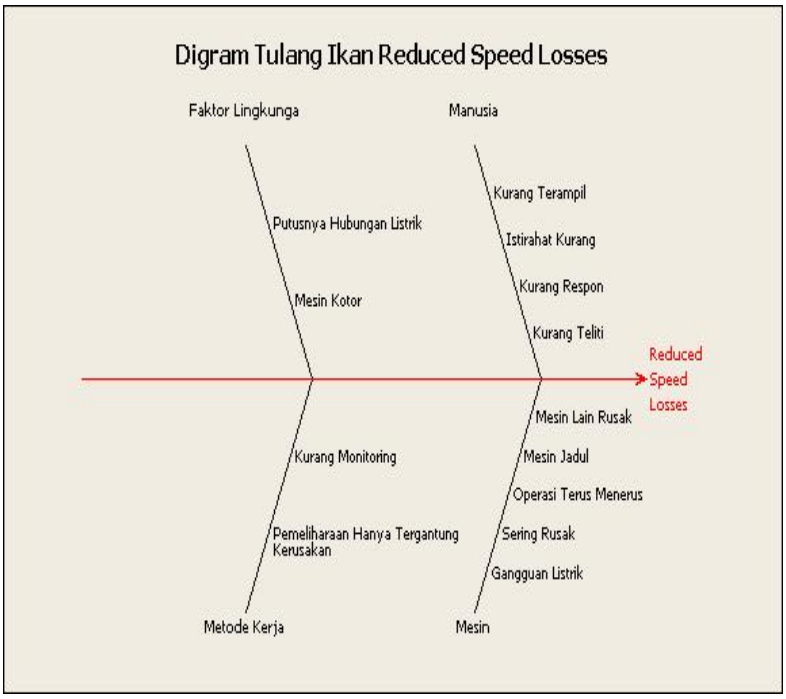


Gambar 5. Diagram Paretto untuk Faktor *Six Big Losses*

Agar perbaikan dapat segera dilakukan, maka analisa terhadap faktor-faktor *six big losses* yang menyebabkan rendahnya efektivitas mesin *shredder* dalam perhitungan OEE dilakukan dengan menggunakan diagram tulang ikan. Analisa dilakukan akan lebih efisien jika hanya diterapkan pada faktor-faktor s*ix big losses* yang dominan. Faktor-faktor s*ix big losses* yang mempunyai kontribusi terbesar dalam menurunkan efektivitas yaitu *reduced speed losses* dan *breakdownslosses* yaitu sebagai berikut:



Gambar 6. Digram Tulang Ikan untuk *Breakdown Losses*



Gambar 7. Digram Tulang Ikan untuk *Reduced Speed Losses*

Untuk dapat meningkatkan efektivitas penggunaan mesin *shredder*, maka perlu dilakukan langkah-langkah untuk mengeliminasi faktor-faktor dominan dari *six big losses* dalam hal ini *reduced speed losses* dan *breakdowns losses.* Berikut ini merupakan usulan pemecahan masalah guna mengeliminasi kedua faktor tersebut.

Tabel 4. Usulan Pemecahan Masalah Akibat *Breakdown Losses*

No	Faktor Penyebab	Usulan Penyelesaian Masalah
1	Manusia	
	-Kurang teliti/terampil	-Pengawasan Operator/pekerja lebih ditingkatkan
		-Operator yang terampil dalam persoalan mesin
	-Kurang istirahat	-Waktu istirahat harus ditambah
	-Kurang respon	-Lakukan pelatihan operator/pekerja mengenai mesin yang ditangani
		-Operator harus tanggap terhadap kondisi mesin
	-Tidak disiplin	-Pemberian sanksi tegas terhadap karyawan yang tidak disiplin
2	Mesin	
	-Gangguan listrik	-Pembangkit listrik milik perusahaan harus di tambah daya
		-Generator menggunakan saklar otomatis
	-Mengalami gangguan	-Menyediakan persediaan suku cadang
		-Operator/pekerja lebih fokus terhadap kondisi mesin
	-Mesin beroperasi terus menerus	-Lakukan penjadwalan produksi yang tepat dengan memperhatikan waktu operasi
	-Mesin jaman dulu (sudah tua)	-Penggantian mesin dengan teknologi yang modern
		-Tingkatkan pemeliharaan melalui konsep pemeliharaan produktif total dan pemeliharaan mandiri atau 5S/5 R
	-Gangguan dari mesin lain	-Operator/pekerja di mesin lain harus sering monitoring mesin yang ditangani
3	Metode kerja	
	-Perawatan mesin tidak standar	-Tentukan standar perawatan mesin yang baik sesuai dengan manual book
	-Kurang monitoring performasi mesin	-Lakukan pelatihan kepada operator /pekerja mengenai mesin produksi yang ada

Tabel 5. Usulan Pemecahan Masalah Akibat *Reduced Speed Losses*

No	Faktor Penyebab	Usulan Penyelesaian Masalah
1	Manusia	
	-Kurang teliti/terampil	-Pengawasan Operator/pekerja lebih ditingkatkan
		-Operator yang terampil dalam persoalan mesin
	-Kurang istirahat	-Waktu istirahat harus ditambah
	-Kurang respon	-Lakukan pelatihan operator/pekerja mengenai mesin yang ditangani
		-Operator harus tanggap terhadap kondisi mesin
	-Tidak disiplin	-Pemberian sanksi tegas terhadap karyawan yang tidak disiplin
2	Mesin	
	-Gangguan listrik	-Pembangkit listrik milik perusahaan harus di tambah daya
		-Generator menggunakan saklar otomatis
	-Mengalami gangguan	-Menyediakan persediaan suku cadang
		-Operator/pekerja lebih fokus terhadap kondisi mesin
	-Mesin beroperasi terus menerus	-Lakukan penjadwalan produksi yang tepat dengan memperhatikan waktu operasi
	-Mesin jaman dulu (sudah tua)	-Penggantian mesin dengan teknologi yang modern
		-Tingkatkan pemeliharaan melalui konsep pemeliharaan produktif total dan pemeliharaan mandiri atau 5S/5R
	-Gangguan dari mesin lain	-Operator/pekerja di mesin lain harus sering monitoring mesin yang ditangani
3	Lingkungan	
	-Aliran listrik PLN mati	-Minimalisir waktu tenggang saat listrik PLN mati sampai generator dihidupkan
	-Mesin kotor	-Operator/pekerja harus membersihkan mesin ketika istirahat
4	Metode kerja	
	-Perawatan mesin tidak standar	-Tentukan standar perawatan mesin yang baik sesuai dengan manual book
	-Kurang monitoring performasi mesin	-Lakukan pelatihan kepada operator /pekerja mengenai mesin produksi yang ada

KESIMPULAN

1. Tingkat *overall equipment effectivenes* (OEE) untuk mesin *shredder* pada 6 bulan pertama rata-rata sebesar 68,99% sedangkan 6 bulan berikutnyameningkat rata-rata 71,42%, artinya pada periode tersebut terjadi peningkatan efektivitas sebesar 2,43%, meskipun kondisi tersebut masih sangat jauh dari ideal sesuai standar JIPM ($\geq$ 85%).
2. Berdasarkan perhitungan faktor*six big losses*dan persentase kumulatif kerugian yang terjadi pada periode tersebut, kontribusi yang paling besar adalah *Breakdowns Losses*dan*Reduced Speed Losses.*
3. Usulan perbaikan yang dihasilkan darianalisadiagramtulang ikan terhadap faktor yang menjadiprioritas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu manusia, mesin, metode kerja dan lingkungan.

SARAN

1. Melakukan perhitungan OEE pada setiap mesin, sehingga diperoleh informasi yang representatif untuk pemeliharaan dan perbaikan secara terus menerus dalam upaya peningkatan efektivitas penggunaan mesin/peralatan. Penggunaan metode OEE relatif lebih mudah dan dapat dilakukan oleh setiap operator.
2. Melakukan sistem pemeliharaan terpadu yaitu hubungankerjasama yang erat antara perawatan dan organisasi produksi secara menyeluruh yang bertujuanuntuk meningkatkan kualitas produksi, mengurangi pemborosan, mengurangi biaya produksi, meningkatkan kemampuan peralatan dan pengembangan dari keseluruhan sistem perawatan pada perusahaan serta pemeliharaan yang dijadwalkan oleh perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

Dhillon, B.S.,(2002),*Engineering Maintenance* :*A Modern Approach*,Washington D.C : CRC Press.

Hendradi, C. Tri,(2006), "*Statistik Six Sigma Dengan Minitab Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas*,Yogyakarta : Penerbit Andi.

Jay, Heizer and Barry Render,(2005),*Manajemen Operasi*,Jakarta : Salemba Empat.

McCarthy, Dennis and Nick Rich, (2004), *Lean TPM : A Blueprint For Change*, London : Elsevier Butterworth-Heinemann.

PENYUSUNAN DRAFT SKKNI BIDANG INDUSTRI PENGOLAHAN KAKAO

Yusep Ikrawan[1*], Rizki Wahyuniardi[2], Tantan Widiantara[3], Sidik Nurjaman[4]
[1,3)] Program Studi Teknologi Pangan, [2,4)] Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik, Universitas Pasundan
Jl. Dr. Setiabudi No. 193 Bandung - 40153
Telp: 022-2019335
*Email: yusep_ikrawan@ymail.com

ABSTRAKS
Saat ini Indonesia adalah negara penghasil kakao terbesar ke-3 di dunia, di bawah negara Pantai Gading dan Ghana. Dengan potensi tersebut, saat ini industri pengolahan kakao di Indonesia juga berkembang dengan baik dan sangat potensial untuk terus dikembangkan di masa mendatang. Sejalan dengan perkembangan dan potensi pengembangan tersebut, maka sangatlah penting bagi institusi pendidikan di Indonesia untuk dapat menyediakan tenaga-tenaga kerja kompeten dalam menangani proses industri pengolahan kakao dalam standar yang diakui oleh industri terkait secara nasional. Standar kompetensi adalah rumusan tentang kemampuan yang harus dimiliki seseorang untuk melakukan suatu tugas atau pekerjaan yang didasari atas pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja sesuai dengan unjuk kerja yang dipersyaratkan. Aturan dalam penyusunan standar kompetensi tenaga kerja di Indonesia tertuang dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 8 Tahun 2012 tentang Tata Cara Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI). Setelah melalui proses identifikasi dan analisis di beberapa industri pengolahan kakao serta diskusi dengan stakeholder di industri kakao, penelitian ini menghasilkan draft SKKNI di Bidang Industri Pengolahan Kakao Sub Bidang Pengendalian Mutu pada proses operasi pengolahan kakao. Sesuai dengan peraturannya, draft ini akan dilanjutkan pada tahapan pembahasan selanjutnya sehingga dapat disyahkan sebagai SKKNI di Bidang Industri Pengolahan Kakao Sub Bidang Pengendalian Mutu.

***Kata kunci**: Industri Pengolahan Kakao, Kompetensi Kerja, Pengendalian Mutu, SKKNI*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan penghasil biji kakao ketiga terbesar di dunia dengan jumlah produksi biji kakao pada tahun 2012 mencapai 833.310 ton setelah Pantai Gading sebesar 1.510.000 ton dan Ghana sebesar 1.050.000 ton (Kementerian Pertanian, 2012). Pada periode sebelum penerapan Bea Keluar, sebagian besar kakao di ekspor dalam bentuk biji dan sisanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri pengolahan di dalam negeri. Industri kakao Indonesia kedepan memiliki peranan penting khususnya dalam perolehan devisa Negara dan penyerapan tenaga kerja karena memiliki keterkaitan yang luas baik ke hulu maupun hilirnya.Industri kakao Indonesia kedepan memiliki peranan penting khususnya dalam perolehan devisa Negara dan penyerapan tenaga kerja karena memiliki keterkaitan yang luas baik ke hulu maupun hilirnya. Pada tahun 2012, devisa yang disumbangkan dari komoditi kakao mencapai USD 1,05 milyar. Luas lahan tanaman kakao Indonesia lebih kurang 992.448 Ha dengan produksi biji kakao sekitar 456.000 ton per tahun dengan produktivitas rata-rata 900 kg per Ha. (Kementerian Perindustrian, 2012).

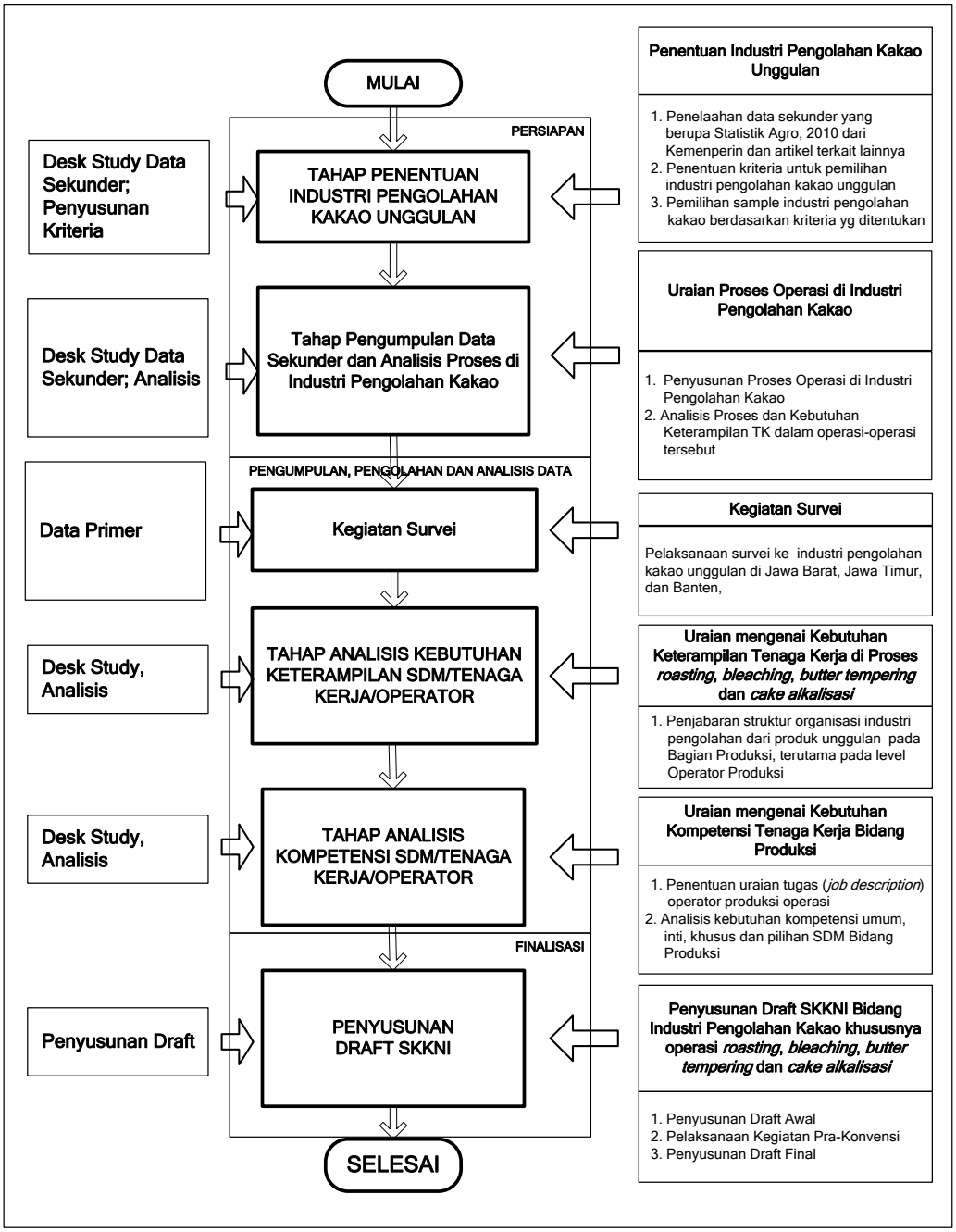
Perkembangan tersebut tentunya akan berdampak kepada kebutuhan tenaga kerja yang terampil. Keterampilan tersebut merupakan kemampuan dalam menangani proses produksi yang ada di industri terkait. Meskipun proses produksi di industri pengolahan kakao telah dapat diidentifikasi, namun ketentuan baku mengenai pelatihan kerja yang dapat membentuk keterampilan tenaga kerja di industri ini belum ada. Padahal, berdasarkan Undang Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan ditegaskan bahwa program pelatihan kerja harus mengacu kepada standar kompetensi kerja. Peraturan Pemerintah Nomor 31 Tahun 2006 tentang Sistem Pelatihan Kerja Nasional menegaskan kembali bahwa program pelatihan dan sertifikasi tenaga kerja harus mengacu kepada Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI), Standar Kompetensi Kerja Internasional maupun Standar Kompetensi Khusus. Oleh karenanya, perlu dilakukan penyusunan SKKNI di bidang Industri Pengolahan Kakao agar tenaga kerja memiliki keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan proses produksi di industri pengolahan kakao.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyusunan Draft Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Bidang Industri Pengolahan Kakao yang memperoleh pengakuan secara nasional dan didasasari terhadap kebutuhan industri pengolahan kakao dan merujuk kepada standar sejenis yang dipergunakan oleh negara lain atau standar internasional, agar dikemudian hari dapat dilakukan proses saling pengakuan *Mutual Recognition Arrangement*(*MRA*).

METODE PENELITIAN

Didasari oleh alur pikir studi, penelitian ini dilaksanakan dengan metodologi yang terdiri atas beberapa kegiatan dengan tahapan dan keterkaitan seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Metodologi penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Survei Industri Pengolahan Kakao

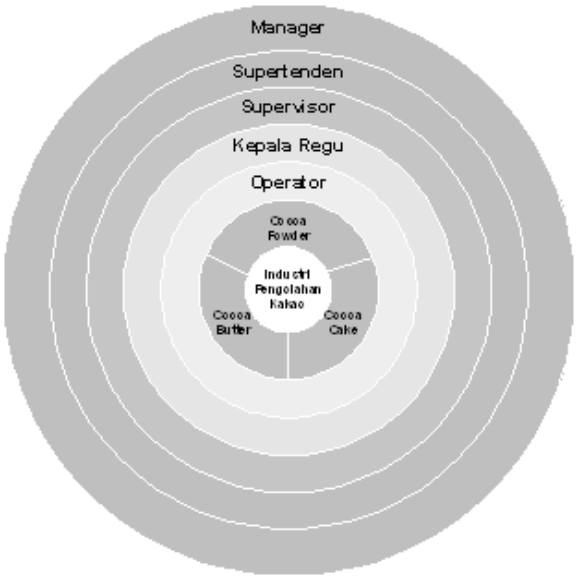
Survei dilakukan di industri-industri pengolahan kakao yang berada di Jawa Barat dan Jawa Timur. Pemilihan kedua daerah tersebut dengan mempertimbangkan keberadaan industri pengolahan kakao yang ada di Indonesia. Berdasarkan hasil survey tersebut, dapat diketahui bahwa industri kakao dan kakao olahan di Indonesia dikelompokkan menjadi 2 kelompok utama yaitu Industri Hulu (buah kakao, biji kakao, liquor/mass) dan Industri Antara (*cake* dan *fat, cocoa liquor, cocoa cake, cocoa butter* dan *cocoa powder*).Objek survey yang dilakukan dalam pemetaan kompetensi adalah pengoperasian proses pengolahan industri kakao (*winnowing, roasting, grinding, pressing* dan *butter tempering*). Dalam pelaksanaan survey di titik beratkan pada kompetensi tenaga kerja pada pengoperasian instrument yang digunakan masing-masing proses mulai dari mengoperasikan sampai pemecahan masalah apabila adanya kendala.

Dari hasil survey yang telah dilakukan dapat diperoleh pemetaan sebagai berikut :

1) **Kelompok 1:**Beberapa industri pengolahan kakao melakukan proses pengolahan yang dilakukan melalui beberapa proses penting seperti *winnowing, roasting, grinding* dan *pressing* serta *butter tempering,* sedangkan untuk beberapa proses seperti *bleaching, deodorizing*, dan *cake alkalization* tidak dilakukan. Peralatan yang digunakan dalam proses masih mempergunakan mesin yang masih manual, selain itu mesin yang digunakan buatan sendiri. Tenaga kerja yang menjalankan setiap proses dilakukankan oleh 2 orang dan setiap pekerja harus menguasai pengoperasian setiap mesin proses sesuai dengan yang dikerjakannya.
2) **Kelompok 2:**Beberapa industri pengolahan kakao lainnya melakukan proses pengolahan yang dilakukan melalui beberapa proses penting seperti *winnowing, roasting, grinding* dan *pressing* serta *butter tempering* sedangkan *bleaching, deodorizing*dan *cake alkalization* merupakan *optional process*. Berbeda dengan proses yang dilakukan di Kelompok 1, sistem pengoperasian dilengkapi dengan mesin modern, setiap mesin proses dilengkapi *control panel* yang dapat diatur mengikuti kondisi proses yang dibutuhkan. Tenaga kerja yang menjalankan setiap proses dilakukan oleh 2 orang tenaga kerja yang dilakukan dengan sistem *shift*.

Struktur Tenaga Kerja Industri Pengolahan Kakao

Berdasarkan hasil survey dari salah satu perusahaan/industri pengolahan kakao, peta jabatan yang berlaku di perusahaan tersebut terdiri dari beberapa level, dari mulai level tertinggi sampai terendah berturut-turut adalah manajer, supertenden, supervisor, kepala regu, dan operator seperti yang terlihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Peta jabatan di industri pengolahan kakao

Peta Kompetensi

Peta kompetensi dibuat dengan merujuk pada Pasal 11 Permenakertrans Nomor 8 Tahun 2012.Peta kompetensidisusun dalam susunan fungsi pekerjaan, yaitu Tujuan Utama (*Main Purpose*), Fungsi Kunci

(*Key Function*), Fungsi Utama (*Main Function*) dan Fungsi Dasar (*Basic Function*), di mana Tujuan Utama (*Main Purpose*) adalah tujuan dari industri pengolahan kakao. Fungsi Kunci adalah bagian-bagian kunci yang melaksanakan kegiatan untuk mencapai Tujuan Utama, kemudian uraian pada Fungsi Kunci dijabarkan menjadi uranian pada Fungsi Utama, selanjutnya uraian pada Fungsi Utama dijabarkan menjadi uraian pada Fungsi Dasar. Jika sebelum sampai pada Fungsi Dasar masih ada uraian dari Fungsi Utama, maka dapat ditambahkan kolom-kolom di antara Fungsi Utama dan Fungsi Dasar. Uraian pada Fungsi Dasar ini yang merupakan judul-judul Mesin dan Peralatan di Stasiun kompetensi yang akan disusun.

Mengingat standar kompetensi yang disusun menggunakan model RMCS, di mana model RMCS adalah model standar kompetensi yang pengembangannya menggunakan pendekatan fungsi dari proses kerja untuk menghasilkan barang dan/atau jasa, maka sebelum penyajian peta kompetensi perlu disajikan terlebih dulu spesifikasi bagian-bagian yang secara umum ada di industri pengolahan kakao.Pada **Tabel 1**diperlihatkan peta kompetensi pada bidang produksi industri pengolahan kakao.

Tabel 1. Peta kompetensi pada bidang produksi industri pengolahan kakao

Tujuan Utama	Fungsi Kunci	Fungsi Utama	Fungsi Dasar
Memproses biji kakao menjadi *cocoa powder* dan *cocoa butter*	1. Melaksanakan sistem Produksi	1.1. Melaksanakan fungsi PPIC	1.1.1 Melakukan perencanaan produksi
			1.1.2 Melakukan inventarisasi kebutuhan bahan baku dan bahan pendukung
			1.1.3 Melakukan inventarisasi kebutuhan mesin dan peralatan
			1.1.4 Membuat jadwal produksi
			1.1.5 Membuat jadwal tenaga kerja
			1.1.6 Melakukan *inventory control*
			1.1.7 Melakukan *monitoring* pengawasan proses produksi
			1.1.8 Melakukan analisis hasil pengawasan proses produksi
			1.1.9 Melakukan evaluasi hasil pengawasan proses produksi
			1.1.10 Membuat rekomendasi perbaikan proses produksi
		1.2. Melaksanakan proses produksi *cocoa powder* dan *cocoa butter*	1.2.1 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Cleaner*^
			1.2.2 Mengatasi kendala pada mesin *Cleaner*
			1.2.3 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Dryer*^
			1.2.4 Mengatasi kendala pada mesin *Dryer*
			1.2.5 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Winnower*^
			1.2.6 Mengatasi kendala pada mesin *Winnower*
			1.2.7 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Roaster*^
			1.2.8 Mengatasi kendala pada mesin *Roaster*
			1.2.9 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Grinder*^
			1.2.10 Mengatasi kendala pada mesin *Grinder*^
			1.2.11 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Refiner*^
			1.2.12 Mengatasi kendala pada mesin *Refiner*^
			1.2.13 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Presser*^
			1.2.14 Mengatasi kendala pada mesin *Presser*^
			1.2.15 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Cake Alkalization*^
			1.2.16 Mengatasi kendala pada mesin *Cake Alkalization*
			1.2.17 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Pulverizer*^
			1.2.18 Mengatasi kendala pada mesin *Pulverizer*
			3.2.19 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Powdering Plant*^
			1.2.20 Mengatasi kendala pada mesin *Powdering Plant*
			1.2.21 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Tempering*^
			1.2.22 Mengatasi kendala pada mesin *Tempering*
			1.2.23 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Bleaching*^
			1.2.24 Mengatasi kendala pada mesin *Bleaching*
			1.2.25 Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Deodorizer*^
			1.2.26 Mengatasi kendala pada mesin *Deodorizer*^
			1.2.27 Mengoperasikan mesin *packaging*
			1.2.28 Mengatasi kendala pada mesin *packaging*
	2. Melakukan kontrol mutu (*quality control*)	2.1. Melakukan uji mutu	2.1.1 Mengambil sampel
			2.1.1 Melaksanakan pengujian mutu
		2.2. Melakukan analisis dan evaluasi	2.2.1 Melakukan analisis
			2.2.2 Melakukan evaluasi
			2.2.3 Membuat rekomendasi untuk perbaikan kualitas
	3. Melaksanakan fungsi keteknikan	3.2. Melakukan Pemeliharaan	3.1.1 Menentukan jadwal perawatan mesin
			3.1.2 Melakukan perawatan rutin
			3.1.3 Menentukan kebutuhan *spare part*
			3.1.4 Melakukan perbaikan kerusakan pada mesin
		3.3. Utilitas	3.3.1 Menyediakan kebutuhan listrik
			3.3.2 Menyediakan kebutuhan air
			3.3.3 Menyediakan kebutuhan uap panas
	4. Pemasaran	4.1. Penjualan	4.1.1 Melakukan penjualan ke distributor
			4.1.2 Melakukan penjualan retail
			4.1.3 Melakukan penjualan pabrikan
		4.2. Melakukan promosi	4.2.1 Melakukan promosi produk

Kemasan Standar Kompetensi

Kemasan standar kompetensi dilakukan dengan merujuk pada Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia. Penyusunan kemasan standar kompetensi diperlihatkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kemasan standar kompetensipada bidang produksi industri pengolahan kakao

Judul Unit Kompetensi	Jenjang Kualifikasi	Uraian
Mesin dan Peralatan di Stasiun-Stasiun Kompetensi yang diturunkan dari Fungsi Utama Melaksanakan proses produksi *cocoa powder* dan *cocoa butter*	Jenjang 3, Jabatan Operator	Mampu melaksanakan serangkaian tugas spesifik, dengan menerjemahkan informasi dan menggunakan alat, berdasarkan sejumlah pilihan prosedur kerja, serta mampu menunjukkan kinerja dengan mutu dan kuantitas yang terukur, yang sebagian merupakan hasil kerja sendiri dengan pengawasan tidak langsung.
		Memiliki pengetahuan operasional yang lengkap, prinsip-prinsip serta konsep umum yang terkait dengan fakta bidang keahlian tertentu, sehingga mampu menyelesaikan berbagai masalah yang lazim dengan metode yang sesuai.
		Mampu bekerja sama dan melakukan komunikasi dalam lingkup kerjanya.
		Bertanggung jawab pada pekerjaan sendiri dan dapat diberi tanggung jawab atas kuantitas dan mutu hasil kerja orang lain.

Daftar Unit Kompetensi

Daftar unit kompetensi merupakan daftar unit proses yang dipilih untuk penyusunan draft SKKNI pengolahan kakao untuk saat ini. Berikut adalah daftar unit kompetensi yang dikelompokkan berdasarkan kode unit dan judul unit kompetensinya (lihat **Tabel 3**).

Tabel 3. Daftar Unit Kompetensi Industri Pengolahan Kakao

No	Kode Unit	Judul Unit Kompetensi
1	C.107310.001.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Cleaner*^
2	C.107310.002.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Dryer*^
3	C.107310.003.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Winnower*^
4	C.107310.004.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Roaster*^
5	C.107310.005.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Grindier*^
6	C.107310.006.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Refiner*^
7	C.107310.007.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Presser*^
8	C.107310.008.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *CakeAlkalization*^
9	C.107310.009.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Pulverizer*^
10	C.107310.010.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *PowderingPlant*^
11	C.107310.011.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Tempering*^
12	C.107310.012.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Bleaching*^
13	C.107310.013.01	Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Deodorizer*^

Uraian Unit Kompetensi

Berikut adalah satu contoh uraian untuk masing-masing unit kompetensi yang terdapat dalam SKKNI Industri Pengolahan Kakao.

KODE UNIT : C.107310.001.01
JUDUL UNIT : Mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Cleaner*^

DESKRIPSI UNIT **:** Kompetensi ini mencakup pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan dalam mengoperasikan Mesin dan Peralatan *Cleaner*.

Tabel 4. Elemen dan kriteria unjuk kerja

ELEMEN	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan pengoperasian *Cleaner*	1.1. Kondisi mesin diperiksa 1.2. Ketersediaan bahan baku dipastikan 1.3. *Set up* mesin dilakukan
2. Melaksanakan pengoperasian *Cleaner*	2.1. *Start up* mesin dilakukan 2.2. Bahan baku yang akan diproses dimasukkan 2.3. Sistem proses diawasi
3. Melaporkan hasil pengoperasian *Cleaner*	3.1. Kondisi kerja dan hasil proses dicatat 3.2. Kondisi kerja dan hasil proses didokumentasikan 3.3. Kondisi kerja dan hasil proses dilaporkan

Batasan Variabel

Berikut adalah satu contoh uraian untuk batasan variabel dalam proses *cleaning* yang terdapat dalam draft SKKNI Industri Pengolahan Kakao.

1. Konteks Variabel
   1.1. Unit ini berlaku untuk menyiapkan, melaksanakan, dan melaporkan proses *cleaning* pada di industri pengolahan kakao.
   1.2. Set up yang dilakukan meliputi :
      - Pembersihan alat
      - Pengaturan kondisi alat untuk pemisahan biji bersih dan bahan lain
2. Peralatan dan perlengkapan
   2.1. Peralatan :
      - Mesin *cleaner*
      - Panel control/komputer
   2.2. Perlengkapan :
      - Buku Manual pengoperasian mesin
3. Peraturan yang diperlukan untuk pelaksanaan sistem produksi adalah: Tidak ada.
4. Norma dan standar untuk pelaksanaan system distribusi adalah:
   4.1. Prosedur Kerja/*Standard Operating Procedur*e (SOP)
   4.2. Pengaturan pengoperasian mesin yang ditetapkan perusahaan.

Panduan Penilaian

Berikut adalah satu contoh uraian untuk panduan penilaian dalam proses *cleaning* yang terdapat dalam draft SKKNI Industri Pengolahan Kakao.

1. Konteks Penilaian
   1.1. Hal-hal yang diperlukan dalam penilaian dan kondisi yang berpengaruh atas tercapainya kompetensi ini adalah tempat uji yang merepresentasikan tempat kerja, serta dilengkapi dengan peralatan untuk demonstrasi/praktek.
   1.2. Penilaian dapat dilakukan dengan cara demonstrasi/praktek dan/atau ujian tertulis di tempat kerja dan/atau di Tempat Uji Kompetensi (TUK).
2. Persyaratan Kompetensi
   2.1. Unit kompetensi yang harus dikuasai sebelum menguasai unit kompetensi ini: Tidak ada
3. Pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan:
   3.1. Pengetahuan yang diperlukan untuk mendukung tercapainya kriteria unjuk kerja pada unit kompetensi ini adalah:
      3.1.1. Mengetahui proses *cleaning*
      3.1.2. Mengetahui operasi mesin *cleaning* pada industri pengolahan kakao.
   3.2. Keterampilan yang diperlukan untuk mendukung tercapainya kriteria unjuk kerja pada unit kompetensi ini adalah:
      3.2.1. Mengoperasikan mesin *cleaner*.
      3.2.2. Mengendalikan proses *cleaning*.
4. Sikap kerja yang diperlukan
   4.1. Teliti
   4.2. Hati-hati

4.3. Disiplin
5. Aspek kritis
   5.1. Ketepatan dalam memeriksa kondisi mesin
   5.2. Akurasi dalam melakukan *set up* mesin

KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan pemetaan kompetensi dalam penyusunan draft SKKNI dapat disimpulkan bahwa kemampuan tenaga kerja dalam suatu proses pengolahan sektor Industri Pengolahan Sub Sektor Industri Makanan dan Minumam Bidang Industri Coklat Sub Bidang Sistem Pengoperasian *Winnowing*, *Roasting*, *Grinding*, *Pressing* dan *Butter Tempering* sangat diperlukan karena akan mendukung kualitas produk akhir yang diinginkan. Beberapa kesimpulan lain yang dapat disampaikan adalah :

1. Peta kompetensi yang dihasilkan dalam SKKNI proses pengolahan sektor Industri Pengolahan Sub Sektor Industri Makanan dan Minumam Bidang Industri Coklat Sub Bidang Sistem Pengoperasian *Winnowing*, *Roasting*, *Grinding*, *Pressing* dan *Butter Tempering*terdiri atas 4 (empat) fungsi kunci yang dijabarkan ke dalam 8 (delapan) fungsi utama dan dijabarkan kembali ke dalam 54 fungsi dasar.
2. Berdasarkan hasil prakonvensi, unit kompetensi yang ditetapkan untuk SKKNI proses pengolahan sektor Industri Pengolahan Sub Sektor Industri Makanan dan Minumam Bidang Industri Coklat Sub Bidang Sistem Pengoperasian *Winnowing*, *Roasting*, *Grinding*, *Pressing* dan *Butter Tempering*terdiri atas 13 (tiga belas) unit kompetensi yaitu mengoperasikan mesin dan peralatan *Cleaner, Dryer, Winnower, Roaster, Grindier, Refiner, Presser, CakeAlkalization, Pulverizer, PowderingPlant, Tempering, Bleaching,* dan *Deodorize.*
3. Setiap proses pengolahan kakao (*winnowing, roasting, grinding, pressing dan butter tempering*) memiliki elemen kompetensi yang sama. Elemen yang harus dilakukan oleh seorang operator mesin yaitu menyiapkan pengoperasian mesin, melaksanakan pengoperasian mesin dan melaporkan hasil pengoperasian mesin.
4. Setiap proses memiliki batasan variabel yang berbeda, karena setiap mesin yang di operasikan memiliki konteks variabel yang berbeda pula seperti dalam *set up* mesin yang digunakan dalam proses operasi di industri pengolahan kakao berbeda-beda penanganannya
5. Perlunya dilakukan penyusunan untuk 41 fungsi dasar lainnya sehingga dapat diperoleh SKKNI yang dapat digunakan oleh seluruh industri pengolahan kakao dalam menunjang kompetensi tenaga kerja.

DAFTAR PUSTAKA

Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Timur. (2009). *Pasca Panen dan Pengolahan Kakao*

Emanuel. A. (2010). *Chocolate Science and Technology*, Wiley-Blackwell.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 5 Tahun 2012 tentang Sistem Standarisasi Kompetensi Kerja Nasional

Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 8 Tahun 2012 tentang Tata Cara Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia

Teguh W., T.R. Panggabean dan Pujianto. (2008). *Panduan Lengkap Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu ke Hilir*. Penebar Swadaya.

Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan

MODEL *CAPACITATED LOT SIZING PROBLEM* (CLSP) DENGAN KRITERIA MINIMASI BIAYA *SETUP* DAN BIAYA SIMPAN UNTUK MENENTUKAN LOT SIZING OPTIMAL PADA INDUSTRI JAMU TRADISONAL

Azizah Aisyati[1], Wakhid Ahmad Jauhari[2], Esti Setyorini
[1,2]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir Sutami 36 A Surakarta 57126
Telp: 0271-632110
Email :aisyati@yahoo.com, wakhid_aj@yahoo.com

ABSTRAKS
Penentuan lot size merupakan proses untuk menentukan ukuran lot yang harus diproduksi selama periode perencanaan. Jika ukuran lot telalu besar, maka biaya simpan akan tinggi. Sedangkan jika ukuran lot terlalu kecil, maka biaya simpan akan kecil namun biaya setup akan tinggi. Tingginya biaya setup dikarenakan seringnya dilakukan setup setiap terjadi pergantian produk. Untuk menjaga keseimbangan antara biaya simpan dan biaya setup, maka diperlukan trade-off antara biaya tersebut. Model Capacitated Lot Sizing Problem (CLSP) merupakan model yang bertujuan untuk menentukan rencana produksi (lot size) yang memberikan trade-off optimal antara biaya setup dan biaya simpan, dengan batasan kapasitas dan menjamin bahwa permintaan dapat dipenuhi tanpa backlogging. Model CLSP selama ini belum dikembangkan untuk ukuran batch, oleh karena itu pada penelitian ini model CLSP dikembangkan untuk ukuran batch. Untuk menerapkan Model CLSP pada kasus nyata, maka digunakan contoh kasus pada PT. XYZ yang merupakan perusahaan manufaktur untuk memproduksi jamu. Pada penelitian ini Model CLSP yang dikembangkan merupakan model untuk multi product (11 produk), multi stage (2 line mesin), dan sistem produksi berbentuk batch. Fungsi tujuannya adalah untuk minimasi total biaya setup dan biaya simpan. Dengan fungsi pembatasnya adalah batasan keseimbangan inventory, batasan kapasitas, batasan bahwa produksi hanya dijalankan apabila mesin di-setup, batasan nonnegativity untuk kuantitas inventory dan produksi, dan batasan variabel setup berupa variabel biner. Untuk memperolehlot size produksi yang optimal, model dijalankan dengan bantuan software Premium SolverPlatformV9.0 dan Solver EngineV9.0. Dari hasil perhitungan model diperoleh total biaya setup dan biaya simpansebesar Rp. 14.896.798,85 dan penentuan ukuran lot dalam periode mingguan untuk 9 minggu.

Kata Kunci: *Biaya Setup, Biaya Simpan,Capacitated Lot Sizing Problem,Mixed Integer Programming.*

LATAR BELAKANG

Perencanaan produksi adalah hal yang sangat penting dilakukan dalam industri manufaktur. Perencanaan produksi yang baik, hendaknya mempertimbangkan kemampuan produksi dari fasilitas produksi yang dimiliki perusahaan.Sehingga diharapakan dengan perencanaan produksi yang baik biaya produksi yang timbul akibat kegiatan produksi ini dapat diminimalisir.

Kebijakan perusahaan berkaitan dengan sistem produksi di lantai produksi akan mempengaruhi besar biaya produksi. Biaya produksi meliputi biaya setup, biaya proses dan biaya simpan (ref). Jika perusahaan mempunyai kebijakan untuk memproduksi lebih dari satu unit produk yang diproses hanya pada satu mesin, maka biaya setup yang timbul akibat kegiatan setup yang dilakukan setiap pergantian produk yang akan diproses akan menjadi tinggi. Sebaliknya jika perusahaan memenerapkan kebijakan menggunakan lebih dari satu mesin untuk mengproduksi beberapa jenis produk, maka biaya setupmenjadi rendah namun biaya investasi akan menjadi tinggi.

Di sisi lain, pelayanan terhadap konsumen harus tetap dijaga dengan menjaga jumlah persediaan produk. Gasperz (2005) menyatakan perusahaan dengan strategi *make to stock* memiliki resiko yang tinggi berkaitan dengan investasi persediaan. Ini dikarenakan pesanan aktual pelanggan tidak dapat diidentifikasikan secara tepat dalam produksi. Sehingga, ada kecenderungan perusahaan menyimpan produk jadi di gudang yang menimbulkan biaya simpan.

Pada penelitian Gicquel *et al.* (2008) dijelaskan bahwa jika produksi dijalankan dengan jumlah *batch* besardapat meminimasi biaya *setup*, tetapi akibatnya adalah biaya simpan menjadi tinggi. Sebaliknya, menjaga persediaan tetap rendah dengan cara menjalankan produksi pada jumlah *batch*kecil, justru akan meningkatkan biaya *setup*. Oleh karena itu diperlukan kebijakan perencanaan produksi optimal agar biaya dan biaya simpan yang timbul dapat minimum.Model *Capacitated Lot Sizing*

Problem(CLSP) dikebangkan oleh Gicquel et al. (2008) untuk menentukan ukuran lot yang optimal yang dapat meminimasi biaya setup dan biaya simpan.

Penelitian ini mengambil objek riset pada perusahaan pembuatan jamu. Jenis produk yang diproduksi adalah yaitu jamu serbuk, jamu tablet, obat luar, kosmetika, dan minuman kesehatan.Untuk memproduksi jamu aliran produksinya adalah *flowshop*.

Proses produksi yang diperlukan untuk memproduksi produk jamu melalui beberapa stasiun kerja yang terdiri atas mesin-mesin dengan kapasitas terbatas. Mesin yang tersedia tidak hanya digunakan untuk memproduksi satu jenis produk saja, tetapi juga untuk berbagai jenis produk. Setiap pergantian jenis produk yang akan diproduksi, diperlukan pengaturan ulang (*setup*) dan dikenakan biaya *setup* yang besarnya bervariasi sesuai dengan jenis produknya. Semakin sering dilakukan *setup*, maka akan semakin besar biaya *setup* yang dikeluarkan.

Selama iniperusahaan memproduksi jamu serbuk dengan ukuranproduksi yang besar.Ukuran produksi adalah jumlah produk yang harus diproduksi dalam satu periode produksi. Kebijakan ini diterapkan karena perusahaan ingin memberikan pelayanan maksimal kepada konsumen dengan menjamin ketersediaan barang setiap dibutuhkan. Akibatnya, terjadi penumpukan persediaan pada setiap periodenya. Kebijakan yang sama dilakukan pada semua produk,sehingga jumlah produk jadi yang disimpan semakin besar. Penumpukan produk jadi dalam jumlah terlalu besar akan menimbulkan biaya simpan yang besar pula.

Dari uraian tersebut, maka permasalahan yang dihadapi perusahaan saat ini adalah bagaimana menentukan ukuran produksi (lot) yang tepat dengan tujuanuntuk meminimasi total biaya*setup* dan biaya simpan. Model yang digunakan dalam penentuan ukuran lot pada penelitian ini adalah Model CLSP yang dikembangkan oleh Gicquel et al (2008).

STUDI LITERATUR

Capacitated Lot Sizing Problem (CLSP)

Drexl dan Kimms (1996) memberikan tinjauannya tentang model CLSP untuk menentukan jumlah dan waktu produksi produk pada periode perencanaan dengan batasan kapasitas. Sistem pada model ini adalah *single stage*, yaitu item yang diproduksi bersifat *independent* atau tidak tergantung pada jumlah produksi item lain. Sistem juga dinyatakan dalam *single machine*, di mana semua produk dapat diproduksi pada satu fasilitas.

Dalam jurnalnya, Gicquel, *et al*, (2008) juga mereview beberapa penelitian tentang CLSP. Diantaranya adalah model CLSP dengan *single level* dan *multi level*, serta *single resource* dan *multi resources*. Gicquel, *et al*, (2008) hanya memberikan bentuk persamaan untuk model CLSP dengan *single level single resource*. Review model CLSP untuk *multi machine* dan bentuk persamaannya dapat dilihat di Staggemeier dan Clark (2001).Masalah *lot-sizing* dalam jaringan produksi-distribusi ini dapat dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan jumlah lokasi yang terlibat, jumlah *stages* (*echelon*) dalam sistem, jumlah item, ada atau tidaknya batasan kapasitas, dan karakteristik permintaan (Rizk dan Martel, 2001).

Berdasarkan metode*lot sizing* yang dikemukakan Rizk dan Martel (2001) didapat klasifikasi dalam *lot sizing problem* untuk *single facility problem* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi *lot sizing problem*

Lot Size		Uncapacitated		Capacitated	
		Static	Dynamic	Static	Dynamic
Single Level Problem	Single Item	EOQ	WW	EOQ	CLSP, CSLP, DLSP
	Multi Item	EOQJR	LPJS	ELSP	CLSP, CSLP, DLSP
Multi Level Problem	Single Item				
	Multi Item				

Berdasarkan klasifikasi *lot sizing problem* yang dikemukakan Rizk (2001), CLSP atau *CapacitatedLot Sizing Problem*bertujuan untuk menentukanrencana produksi/ pengadaan barang yang meminimasi produksi/ pengadaan dan biaya inventory dengan demand terpenuhi tanpa *backlogging* dan dengan batasan kapasitas.

Menurut Gicquel, C *et al*, (2008) *CapacitatedLot Sizing Problem* (CLSP) adalah contoh masalah *big bucket*, di mana produk yang berbeda bisa dihasilkan pada sumber daya yang sama dalam satu satuan waktu. CLSP terdiri dari keputusan jumlah dan waktu produksi produk pada horizon waktu tertentu. Hasilnya adalah rencana produksi untuk setiap periode perencanaan berupa jumlah masing-masing item yang harus diproduksi. Namun keputusan penjadwalan yang terperinci tidak diintegrasikan di CLSP.

Biasanya pendekatan yang dilakukan adalah dengan menyelesaikan CLSP, kemudian memecahkan masalah penjadwalan untuk masing-masing periode secara terpisah.

Di CLSP, sumber daya/ mesin di-*setup* untuk item yang akan diproduksi pada setiap periode. Biaya *setup* dan waktu dapat bervariasi untuk setiap item dan untuk setiap periode. Tetapi, pengurutan produksi untuk setiap periode waktu tidak ditegaskan.

Berikut adalah formulasi *Mixed Integer Programming* (MIP) untuk masalah CLSP dasar dengan waktu *setup* adalah nol. Tujuannya adalah mengoptimalkan jadwal produksi untuk *J* barang pada horizon waktu *T*. Indeks periode adalah $t = 1,\ldots, T$, dan jumlah item $j = 1, \ldots, J$. Berikut adalah parameter dalam permasalahan CLSP.

C_t = kapasitas mesin pada periode *t*.
d_{jt} = *demand external* untuk item *j* pada periode *t*.
h_j = biaya simpan untuk item *j*.
p_j = kapasitas dibutuhkan untuk memproduksi 1 unit item *j*.
s_j = biaya *setup* untuk item *j*.

Di CLSP, item yang dihasilkan bisa mempunyai laju produksi yang berbeda pada mesin. Itulah mengapa kapasitas produksi tidak diungkapkan sebagai jumlah barang yang bisa dihasilkan di periode perencanaan, tetapi lebih sebagai jumlah waktu yang ada (P_t) yang akan dihabiskan dalam memproduksi item yang memiliki produksi laju (v_{it}) spesifik. Variabel keputusan dinyatakan sebagai berikut:

x_{jt} =variabel biner (0,1), bernilai 1 jika item *j* diset-up pada periode *t* dan bernilai 0 jika tidak.
I_{jt} = *inventory*untuk item *j* pada akhir periode *t*.
q_{jt} = kuantitasproduksiuntuk item *j* pada akhir periode *t*.

Dengan menggunakan notasi tersebut CLSP dapat diformulasikan sebagai *Mixed Integer Programming* (MIP) sebagai berikut:

$$Min\ Z = \sum_{j=1}^{J} \sum_{t=1}^{T} (s_j x_{jt} + h_j I_{jt}) \quad (2)$$

$$I_{jt} = I_{j(t-1)} + q_{jt} - d_{jt} \quad \forall_j, \forall_t, \quad (3)$$

$$p_j q_{jt} \le C_t x_{jt} \forall_j, \forall_t, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{J} p_j q_{jt} \le C_t \quad \forall_j, \forall_t \quad (5)$$

$$x_{jt} \in \{0,1\} \quad \forall_j, \forall_t, \quad (6)$$

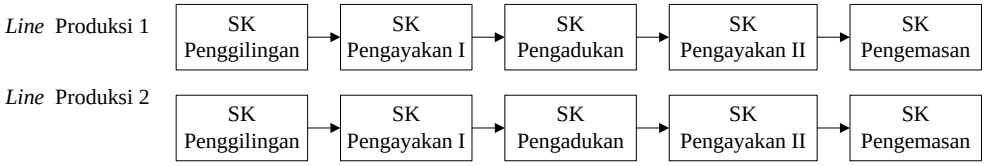
$$I_{jt}, q_{jt} \ge 0 \forall_j, \forall_t, \quad (7)$$

Tujuannya adalah minimasi total biaya *setup* dan biaya simpan yang ditunjukkan pada persamaan (2). Batasan (3) menunjukkan keseimbangan *inventory*. Sedangkan batasan (4) menyatakan bahwa produksi item hanya terjadi jika mesin di-*setup* untuk item tersebut..Batasan (5) adalah batasan kapasitas. Pertidaksamaan (7) adalah kondisi *non negative* dari variabel yang dicari. Karakter biner dari *variable setup* ditunjukkan oleh persamaan (6).

Deskripsi Sistem Produksi Perusahaan

Pola produksiperusahaan berbentuk *line flow* dengan *small batch*. Pada pola ini, produk diproses dalam *batch* kecil, dengan membutuhkan *setup* peralatan atau mesin pada pergantian *batch* untuk produk baru yang akan diproses. Mesin yang tersedia tidak hanya digunakan untuk produksi satu jenis produk saja, sehingga diperlukan proses *setup* untuk menghindari kontaminasi antar produk.

Pada saat proses produksi, setiap *batch* dari semua produk membutuhkan proses yang sama di stasiun kerja dan mengikuti pola aliran seperti pada Gambar 1. Aliran produksi terdiri dari lima proses produksi atau stasiun kerja yang disusun menjadi sebuah *line* produksi. PT. XYZ memiliki dua *line* produksi yang identik, atau memiliki urutan proses dan kapasitas sama. Akan tetapi, kapasitas produksi dalam satu periode dihitung dari kapasitas total satu *line* produksi.



Gambar 1. *Line* Produksi PT. XYZ

PENGEMBANGAN MODEL CAPACITATED LOT SIZING PROBLEM

Model *Capacitated Lot Sizing Problem* (CLSP) yang dikembangkan untuk penentuan *lot size* berdasarkan sistem perusahaan yaitu penentuan*lot size* untuk *single stage*, *multi machine*, dan produksi dalam bentuk *batch*.

a) Penentuanfungsi tujuan (*objective function*)

Fungsi tujuan merupakan fungsi yang akan dicari nilai optimalnya. Fungsi tujuan dalam model *Capacitated Lot Sizing Problem* ini adalah minimasi biaya yang terkait dengan aktivitas produksi dan penyimpanan jamu serbuk di PT.XYZ yang meliputi biaya *setup* (*setup cost*) dan biaya penyimpanan (*storage cost*).

Biaya *Setup* Produksi

Biaya *setup* produksi merupakan besarnya biaya akibat adanya penyiapan proses produksi. Biaya *setup* timbul ketika ada pergantian jenis produk yang akan diproduksi. Besarnya biaya tersebut tidak dipengaruhi oleh besar kecilnya jumlah produk yang diproduksi, tetapi oleh banyaknya *setup* yang dilakukan untuk setiap pergantian produk. Besarnya biaya *setup*produk *(j)*ditentukan oleh perusahaan.

$$\text{Biaya } Setup = \sum_{j=1}^{J}\sum_{m=1}^{M}\sum_{t=1}^{T} s_j x_{jmt} \quad (8)$$

dimana :

s_j = biaya *setup* untuk produk *j* (Rp/*setup*)
x_{jmt} = koefisien *binary* (0,1) melakukan atau tidak melakukan *setup* produksi produk *j* pada *line* produksi *m* pada minggu *t*
j = urutan indeks jenis produk (1, 2, 3.....*J*)
J = jumlah jenis (item) produk
m = urutan *line* produksi (1, 2, 3.....*M*)
M = jumlah *line* produksi paralel
t = minggu perencanaan (1, 2, 3.....*T*)
T = jumlah minggu perencanaan

BiayaSimpan

Biaya simpan merupakan besarnya biaya yang disebabkan karena adanya aktivitas penyimpanan produk. Biaya simpan di PT. XYZ yaitu biaya persediaan di gudang barang jadi. Biaya simpan yang akan diminimasi adalah *variable cost* dari biaya simpan. Besarnya biaya bersifat linier terhadap jumlah persediaan. Komponen biaya simpan, terdiri dari biaya tenaga kerja inventori, biaya penggunaan *forklift*, biayaperawatan *forklift*, bahan bakar *forklift*, biaya penggunaan listrik di gudang.

$$\text{Biaya Simpan} = \sum_{j=1}^{J}\sum_{t=1}^{T} h\, I_{jt} \quad (9)$$

dimana :

h = biaya simpan (Rp/bungkus)
I_{jt} = jumlah *inventory* produk *j* yang disimpan selama minggu *t* (bungkus)
j = urutan indeks jenis produk (1, 2, 3.....*J*)
J = jumlah jenis (item) produk
t = minggu perencanaan (1, 2, 3.....*T*)
T = jumlah minggu perencanaan

b) Penentuan batasan

Batasanpersamaan *inventory*

Batasan ini ditujukan untuk memastikan bahwa persediaan produk mampu memenuhi jumlah permintaan. Dengan adanya batasan tersebut, jumlah produk yang ada di gudang mampu memenuhi jumlah permintaan. Batasan tersebut terdiri dari batasan persediaan untuk semua produk. Secaraumum persamaan batasan *inventory* dapat dilihat sebagai berikut :

$$I_{jt} = I_{j(t-1)} + \sum_{m=1}^{M} q_{jmt} - d_{jt} \quad \forall_{j,\,t} \quad (10)$$

$$I_{jt} \geq SS_j \quad (11)$$

dimana :

I_{jt} = jumlah *inventory* produk *j* yang disimpan selama minggu *t* (bungkus)
q_{jmt} = kuantitas produksi untuk produk *j* pada line produksi *m* pada minggu *t* (bungkus)
d_{jt} = *demand* untuk produk *j* pada minggu *t* (bungkus)
SS_j = *safety stock* produk *j* (bungkus)
j = urutan indeks jenis produk (1, 2, 3.....*J*)
J = jumlah jenis (item) produk
m = urutan *line* produksi (1, 2, 3.....*M*)
M = jumlah *line* produksi paralel
t = minggu perencanaan (1, 2, 3.....*T*)
T = jumlah minggu perencanaan

Batasan ukuran *batch*

Batasan ini menyatakan bahwa kuantitas produksi produk *j* pada mesin *m* pada minggu *t* memiliki ukuran *batch* yang sama untuk setiap produk, mesin maupun minggu. Ukuran *batch* merupakan jumlah produk yang bisa diproduksi untuk satu rangkaian proses produksi dalam satu *line* produksi. Batasan ini dapat dilihat pada :

$$q_{jmt} = a_{jmt} \cdot l \qquad \forall_{j,\ m,\ t} \qquad (12)$$

dimana :

q_{jmt} = kuantitas produksi untuk produk *j* pada line produksi *m* pada minggu *t* (bungkus)
a_{jmt} = kuantitas produksi dalam satuan *batch* untuk produk *j* pada *line* produksi *m* pada minggu *t* (*batch*)
l = ukuran *batch* produk (bungkus/*batch*)
j = urutan indeks jenis produk (1, 2, 3.....*J*)
J = jumlah jenis (item) produk
m = urutan *line* produksi (1, 2, 3.....*M*)
M = jumlah *line* produksi paralel
t = minggu perencanaan (1, 2, 3.....*T*)
T = jumlah minggu perencanaan

Batasan Produksi

Batasan ini menyatakan bahwa produksi item hanya terjadi jika *line* produksi di-*setup* untuk item tersebut. Sebaliknya, jika *line* produksi tidak di-*setup*, maka tidak akan ada produksi. Persamaan umum batasan tersebut sebagai berikut:

$$p_j a_{jmt} \leq C_{mt}\ x_{jmt} - w_j\ x_{jmt} \qquad \forall_{j,\ m,\ t} \qquad (13)$$

dimana :

a_{jmt} = kuantitas produksi dalam satuan *batch* untuk produk *j* pada *line* produksi *m* pada minggu *t* (*batch*)
x_{jmt} = koefisien *binary* (0,1) melakukan atau tidak melakukan *setup* produksi produk *j* pada *line* produksi *m* pada minggu *t*
C_{mt} =kapasitas *line* produksi *m* pada minggu *t* (menit)
p_j = waktu proses per *batch* untuk produk *j* (menit)
w_j = waktu *setup* untuk produk *j* (menit)
j = urutan indeks jenis produk (1, 2, 3.....*J*)
J = jumlah jenis (item) produk
m = urutan *line* produksi (1, 2, 3.....*M*)
M = jumlah *line* produksi paralel
t = minggu perencanaan (1, 2, 3.....*T*)
T = jumlah minggu perencanaan

Batasan kapasitas

Batasan kapasitas yang digunakan dalam model yang dibuat yaitu batasan kapasitas *line* produksi yang tersedia. Kapasitas *line* produksi dinyatakan dengan satuan waktu, yaitu jumlah waktu yang tersedia untuk memproduksi pada mesin *m* pada minggu *t*. Dengan adanya batasan tersebut, produk yang diproduksi tidak akan melebihi kapasitas yang tersedia. Persamaan umum batasan tersebut sebagai berikut:

$$\sum_{j=1}^{J}\left(p_j a_{jmt} + w_j x_{jmt}\right) \le C_{mt} \qquad \forall_{m,\,t} \qquad (14)$$

dimana :

a_{jmt} = kuantitas produksi dalam satuan *batch* untuk produk *j* pada *line* produksi *m* pada minggu *t* (*batch*)
C_{mt} =kapasitas *line* produksi *m* pada minggu *t* (menit)
w_j = waktu *setup* untuk produk *j* (menit)
p_j = waktu proses per *batch* untuk produk *j* (menit)
j = urutan indeks jenis produk (1, 2, 3.....*J*)
J = jumlah jenis (item) produk
m = urutan *line* produksi (1, 2, 3.....*M*)
M = jumlah *line* produksi paralel
t = minggu perencanaan (1, 2, 3.....*T*)
T = jumlah minggu perencanaan

Batasan karakter *binary*

Batasan ini ditujukan untuk menyatakan bahwa *setupvariable* yang bernilai biner, dapat dilihat pada

$$x_{jmt} = binary \qquad \forall_{j,\,m,\,t} \qquad (15)$$

dimana :

x_{jmt} = koefisien *binary* (0,1) melakukan atau tidak melakukan *setup* produksi produk *j* pada *line* produksi *m* pada minggu *t*
j = urutan indeks jenis produk (1, 2, 3.....*J*)
J = jumlah jenis (item) produk
m = urutan *line* produksi (1, 2, 3.....*M*)
M = jumlah *line* produksi paralel
t = minggu perencanaan (1, 2, 3.....*T*)
T = jumlah minggu perencanaan

Batasan*non negativity*

Batasan ini ditujukan untuk memastikan bahwa seluruh *variable* yang dicari tidak ada yang bernilai negatif. Batasan tersebut dapat dilihat pada :

$$I_{jt}, a_{jmt}, q_{jmt} \ge 0 \qquad \forall_{j,\,m,\,t} \qquad (16)$$

dimana :

I_{jt} = jumlah *inventory* produk *j* yang disimpan selama minggu *t* (bungkus)
a_{jmt} = kuantitas produksi dalam satuan *batch* untuk produk *j* pada *line* produksi *m* pada minggu *t* (*batch*)
q_{jmt} = kuantitas produksi untuk produk *j* pada line produksi *m* pada minggu *t* (bungkus)
j = urutan indeks jenis produk (1, 2, 3.....*J*)
J = jumlah jenis (item) produk
m = urutan *line* produksi (1, 2, 3.....*M*)
M = jumlah *line* produksi paralel
t = minggu perencanaan (1, 2, 3.....*T*)
T = jumlah minggu perencanaan

HASIL PENGEMBANGAN MODEL

Secara keseluruhan model fungsi tujuan adalah sebagai berkut:

Minimize

$$Z = \sum_{j=1}^{J}\sum_{m=1}^{M}\sum_{t=1}^{T} s_j x_{jmt} + \sum_{j=1}^{J}\sum_{t=1}^{T} h\, I_{jt} \qquad (17)$$

Subject to :

$$I_{jt} = I_{j(t-1)} + \sum_{m=1}^{M} q_{jmt} - d_{jt} \qquad \forall_{j,\,t}$$

$$I_{jt} \ge SS_j$$

$q_{jmt} = a_{jmt}. l \quad \forall_{j,\, m,\, t}$

$p_j a_{jmt} \leq C_{mt}\, x_{jmt} - w_j\, x_{jmt} \quad \forall_{j,\, m,\, t}$

$$\sum_{j=1}^{J} \left(p_j\, a_{jmt} + w_j\, x_{jmt} \right) \leq C_{mt} \quad \forall_{m,\, t}$$

$x_{jmt} = binary \quad \forall_{j,\, m,\, t}$

$I_{jt}, a_{jmt}, q_{jmt} \geq 0 \quad \forall_{j,\, m,\, t}$

dimana :

j = urutan indeks jenis produk (1, 2, 3.....J)
J = jumlah jenis (item) produk
m = urutan *line* produksi (1, 2, 3.....M)
M = jumlah *line* produksi paralel
t = minggu perencanaan (1, 2, 3.....T)
T = jumlah minggu perencanaan
s_j = biaya *setup* untuk produk j (Rp/ *setup*)
x_{jmt} = koefisien *binary* (0,1) melakukan atau tidak melakukan *setup* produksi produk j pada *line* produksi m pada minggu t
h = biaya simpan (Rp/ bungkus)
I_{jt} = jumlah *inventory* produk j yang disimpan selama minggu t (bungkus)
SS_j = *safety stock* produk j (bungkus)
a_{jmt} = kuantitas produksi dalam satuan *batch* untuk produk j pada *line* produksi m pada minggu t (*batch*)
q_{jmt} = kuantitas produksi untuk produk j pada line produksi m pada minggu t (bungkus)
w_j = waktu *setup* untuk produk j (menit)
p_j = waktu proses per *batch* untuk produk j (menit)
C_{mt}= kapasitas *line* produksi m pada minggu t (menit)
d_{jt} = *demand* untuk produk j pada minggu t (bungkus)
l = ukuran *batch* produksi (bungkus/*batch*)

a) Penentuan*lot size* optimal

Pada tahap ini dilakukan penentuan *lot size produksi* berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan dengan menggunakan model *Capacitated Lot Sizing Problem* yang telah dikembangkan untuk 11 jenis produk, 2 line produksi dan periode minggu perencanaan ke 22 sampai 30.

Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

Perumusan fungsi tujuan untuk model *Capacitated Lot Sizing Problem lot sizing* permintaanjamu serbuk PT. XYZ yaitu :

$$Z = \sum_{j=1}^{11} \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} s_j\, x_{jmt} + \sum_{j=1}^{11} \sum_{t=22}^{30} h\; I_{jt}$$

Yang dapat diuraikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z = {} & \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 175.000\, x_{1mt} + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 150.000\, x_{2mt} + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 150.000\, x_{3mt} \\ & + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 200.000\, x_{4mt} + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 100.000\, x_{5mt} + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 100.000\, x_{6mt} \\ & + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 125.000\, x_{7mt} + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 125.000\, x_{8mt} + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 75.000\, x_{9mt} \\ & + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 175.000\, x_{10mt} + \sum_{m=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 200.000\, x_{11mt} + \sum_{j=1}^{2} \sum_{t=22}^{30} 2{,}49\, I_{jt} \end{aligned}$$

Penentuan Kendala (Batasan)

PT. XYZ mempunyai batasan-batasan dalam melakukan kegiatan produksi dan *inventory*. Komponen dalam persamaan ini antara lain *lot size* atau kuantitas produksi (q_{jmt}), kuantitas produksi

dalam ukuran *batch* untuk item *j* pada *line* produksi *m* pada minggu *t*(a_{jmt}), dan ukuran *batch* produksi*(l*).Ukuran *batch* yang digunakanuntuk semua produk *j* pada semua *line* produksi *m*yaitu 14.000 bungkus.

***Lot Size* Optimal yang Dihasilkan**

Setelah model *Capacitated Lot Sizing Problem* dijalankandi *Premium SolverPlatformV9.0* dalam *Microsoft Excel* maka diperoleh nilai yang optimal untuk fungsi tujuan meminimasi total biaya yaitu biaya *setup* produksi dan biaya simpan. Nilai dari minimasi total biaya tersebut adalah sebagai berikut:

Minimized Cost= Rp. 14.896.798,85

b) Keputusan untuk Melakukan *Setup* Produksi

Hasil dari nilai x_{jmt} setelah model dijalankan pada *softwarePremium SolverPlatformV9.0* dalam *Microsoft Excel*dapat dilihat pada Tabel. 1.

Tabel 2. Keputusan untuk Melakukan *Setup* Produksi (x_{jmt})

Produk	Periode / *Line*	Juni					Juli			
		Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4	Minggu ke-5	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
16ASE/R	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16ASE/EC	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
55A	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0
62XA	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
65XA	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	2	0	0	1	0	0	0	1	1	0
66XA	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0
	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1
101A	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0
101	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0
22A	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	2	0	0	0	0	1	1	1	1	0
31A	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0
	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
32A	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0

Tabel 2. menunjukkan nilai x_{jmt} yang menjelaskan*setup* produksi untuk produk *j* pada *line* produksi *m* dan pada minggu *t*. Jika variabel x_{jmt} bernilai 1, artinya *line* produksi di-*setup* untuk melakukan produksi dan jika bernilai 0, maka tidak ada *setup* produksi.

c) Kuantitas Produksi dalam Satuan *Batch*

Hasil dari nilai a_{jmt} setelah model dijalankan pada *softwarePremium SolverPlatformV9.0* dalam *Microsoft Excel*dapat dilihat pada Tabel. 2.

Tabel 3. Kuantitas Produksi dalam Satuan *Batch* (a_{jmt})

Produk	Periode / *Line*	Juni					Juli			
		Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4	Minggu ke-5	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
16ASE/R	1	1	0	5	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0
16ASE/EC	1	0	5	0	0	0	0	0	4	0
	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0
55A	1	0	0	0	3	3	0	0	0	0
	2	0	2	0	0	0	0	0	3	0
62XA	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
65XA	1	3	0	0	0	3	2	0	0	0
	2	0	0	5	0	0	0	2	4	0
66XA	1	0	5	0	0	7	8	7	8	0
	2	0	0	7	8	0	0	0	0	7
101A	1	0	0	0	5	3	4	0	0	4
	2	0	7	0	0	0	0	4	4	0
101	1	0	0	0	0	3	0	4	0	3
	2	4	0	5	0	0	1	0	0	0
22A	1	0	0	0	3	0	0	0	0	7
	2	0	0	0	0	7	7	7	8	0
31A	1	3	0	6	0	0	0	4	4	0
	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0
32A	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0

Tabel 3. menunjukkan nilai a_{jmt} yang menjelaskan ukuran atau kuantitas *batch* produksi untuk setiap produk pada setiap *line* produksi dan minggu perencanaan.

d) Jumlah Inventory

Hasil dari nilai I_{jt} setelah model dijalankan pada *softwarePremium SolverPlatformV9.0* dalam *Microsoft Excel*dapat dilihat pada Tabel. 3.

Tabel 4. Jumlah *Inventory* dalam satuan bungkus (I_{it})

Produk	Juni					Juli			
	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4	Minggu ke-5	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
16ASE/R	33736	10372	57008	33644	10280	84916	61552	38188	14824
16ASE/EC	4397	51474	28551	5628	52705	29782	6859	39936	17013
55A	16374	24978	5582	28186	50790	31394	11998	34602	15206
62XA	51625	43690	35755	27820	19885	11950	18015	10080	2145
65XA	36452	5594	44736	13878	25020	22162	19304	44446	13588
66XA	54052	23104	20156	31208	28260	39312	36364	47416	44468
101A	20220	64440	10660	26880	15100	17320	19540	21760	23980
101	37642	6784	45926	15068	26210	9352	34494	3636	14778
22A	296811	195422	94033	34644	31255	27866	24477	35088	31699
31A	48205	8090	51975	11860	55745	15630	31515	47400	7285
32A	23263	14006	18749	9492	14235	4978	23721	14464	5207
Total	622777	447954	413131	238308	329485	294662	287839	337016	190193

Tabel 4. menjelaskan nilai I_{jt} yang menunjukkan jumlah *inventory* untuk setiap produk pada akhir minggu perencanaan.

e) Kuantitas Produksi dalam Satuan Bungkus

Hasil dari nilai q_{jmt} setelah model dijalankan pada *softwarePremium SolverPlatformV9.0* dalam *Microsoft Excel* dapat dilihat pada tabel. 4. Tabel 4 menunjukkan nilai kuantitas produksi dalam satuan bungkus (q_{jmt}) setiap produk pada setiap *line* produksi dan minggu perencanaan. Dari nilai q_{jmt}pada tabel 4, maka dapat ditentukan *lot size* atau ukuran produksi optimal pada setiap period di PT. XYZ, seperti pada Tabel 6. dan Tabel 7.

Tabel 5. Kuantitas Produksi dalam Satuan Bungkus (q_{jmt})

Produk	Periode / Line	Juni					Juli			
		Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4	Minggu ke-5	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-3	Minggu ke-4
16ASE/R	1	14000	0	70000	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	98000	0	0	0
16ASE/EC	1	0	70000	0	0	0	0	0	56000	0
	2	0	0	0	0	70000	0	0	0	0
55A	1	0	0	0	42000	42000	0	0	0	0
	2	0	28000	0	0	0	0	0	42000	0
62XA	1	0	0	0	0	0	0	14000	0	0
	2	56000	0	0	0	0	0	0	0	0
65XA	1	42000	0	0	0	42000	28000	0	0	0
	2	0	0	70000	0	0	0	28000	56000	0
66XA	1	0	70000	0	0	98000	112000	98000	112000	0
	2	0	0	98000	112000	0	0	0	0	98000
101A	1	0	0	0	70000	42000	56000	0	0	56000
	2	0	98000	0	0	0	0	56000	56000	0
101	1	0	0	0	0	42000	0	56000	0	42000
	2	56000	0	70000	0	0	14000	0	0	0
22A	1	0	0	0	42000	0	0	0	0	98000
	2	0	0	0	0	98000	98000	98000	112000	0
31A	1	42000	0	84000	0	0	0	56000	56000	0
	2	0	0	0	0	84000	0	0	0	0
32A	1	28000	0	14000	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	14000	0	28000	0	0

Tabel 6. *Lot size* Jamu Serbuk Minggu ke 22 sampai 26(bungkus)

Produk	Minggu ke22		Minggu ke 23		Minggu ke24		Minggu ke25		Minggu ke26	
	Line		Line		Line		Line		Line	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
16ASE/R	14000	0	0	0	70000	0	0	0		
16ASE/EC	0	0	70000	0	0	0	0	0		70000
55A	0	0	0	28000	0	0	42000	0	42000	
62XA	0	56000	0	0	0	0	0	0		
65XA	42000	0	0	0	0	70000	0	0	42000	
66XA	0	0	70000	0	0	98000	0	112000	98000	
101A	0	0	0	98000	0	0	70000	0	42000	
101	0	56000	0	0	0	70000	0	0	42000	
22A	0	0	0	0	0	0	42000	0		98000
31A	42000	0	0	0	84000	0	0	0		84000
32A	28000	0	0	0	14000	0	0	0		14000

Tabel 7. *Lot size* Jamu Serbuk Minggu ke 27 sampai 30(bungkus)

Produk	Minggu ke27		Mingguke 28		Minggu ke29		Minggu ke30	
	Line		Line		Line		Line	
	1	2	1	2	1	2	1	2
16ASE/R	0	98000	0	0	0	0	0	0
16ASE/EC	0	0	0	0	56000	0	0	0
55A	0	0	0	28000	0	42000	0	0
62XA	0	0	14000	0	0	0	0	0
65XA	28000	0	0	28000	0	56000	0	0
66XA	112000	0	98000	0	112000	0	0	98000
101A	56000	0	0	56000	0	56000	56000	0
101	0	14000	56000	0	0	0	42000	0
22A	0	98000	0	98000	0	112000	98000	0
31A	0	0	560000	0	56000	0	0	0
32A	0	0	0	28000	0	0	0	0

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Model *Capacitated Lot Size Problem* (CLSP) yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah untuk *multiproducts*, *multi machines* dan ukuran produksi dalam *batch* sesuai dengan sistem produksi di perusahaan jamu.
2. Total biaya setup dan biaya simpan dari hasil model adalah sebesar Rp. 14.896.798,00 atau lebih rendah 43,85% jika dibandingkan dengan total biaya yang selama ini dikeluarkan perusahaan yaitu sebesar Rp. 26.065.089,00.

PUSTAKA

Drexl, A. Dan Kimms, A. (1997). Lot Sizing and Scheduling-Survey and Extension, *European Journal of Operational Research*, Vol . 99, pp. 221-335.

Gaspers, V., (2004), *Production and Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Gicquel, C., Minoux, M. Dan Dallery, Y. (2008). Capacitated Lot Sizing Models: A Literature Review, *European Journal of Operation Research*, Vol. 178, pp.755-766.

Hanke, J.E. dan Reitsch, A.G. (1995). *Business Forecasting* 5th ed, New Jersey: Prentice Hall.

Lieberman, G.J. dan Hillier, F.S. (1997). *Introduction to Operation Research*,

Makridakis, S., dan Whellwright, S.C. (1992). Metode dan Aplikasi Peramalan, Jakarta: Erlangga.

Murthy, D.N.P, Page, N.W., Rodin,E.Y, (1990), *Mathematical Modelling, A Tool for Problem Solving in Engineering, Physical, Biological and Social Sciences*, Oxford: Pergamon Press.

Newnan, D.G. (1988). *Engineering EconomyAnalysis*, Third Edition. California: Engineering Press Inc.

Pinedo,M.and Chao, X. (1999). *Operation Scheduling*. Singapore : Mc Graw-Hill Book Company.

Rizk, N., dan Martel, A. (2001). *Supply Chain Flow Planning Methods: A Review of The Lot Sizing Literature*.Working Paper DT-2001-AM-1.

Simatupang, T. M. (1995). Pemodelan Sistem. Klaten:Nindita.

Schroeder, R.G. (2002). *Operation Management : Contemporary Concept and Cases*. Singapore: McGraw-Hill Book Companies.

Staggemeier, A.T dan Clark, A.R. (2001). *A Survey of Lot Sizing and Scheduling Models*, 23rd Annual Symposium of The Brazilian Operational Research Society (SOBRAPO).

Tersine, R., J. (1995). *Principles of Inventory and Material Management*. Engglewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall.

Vollmann, T.E., Berry, W. L., dan Whybark, D.C. (1997). *Manufacturing Planning and Control System*. Singapore : McGraw-Hill Book Companies.

DESAIN STASIUN KERJA *BLANKET* BASAH BERBASIS ERGONOMI MEREDUKSI BEBAN KERJA DAN WAKTU SIKLUS PROSES PRODUKSI DI PT. SUNAN RUBBER PALEMBANG

[1]Heri Setiawan
[1] Lab. PSK&E Jurusan Teknik Industri - STT Musi Palembang
Jl. Bangau 60 Palembang 30113, Telp./ Fax. 0711-366326, HP. 08155045334
email: herisetiawan1971@gmail.com

ABSTRAKS
Pencapaian kapasitas pabrik dan reduksi bottleneck proses produksi di stasiun kerja blanket basah dipengaruhi oleh waktu siklus proses produksi dan beban kerja yang dialami oleh pekerja di stasiun kerja blanket basah PT. Sunan Rubber Palembang. Oleh sebab itu dibutuhkan harmonisasi antara kemampuan dan keterbatasan pekerja, desain stasiun kerja, peralatan kerja, task, organisasi dan lingkungan. Reduksi waktu siklus proses produksi dan beban kerja dicapai dengan mendesain stasiun kerja berbasis ergonomi total sejak dini dengan identifikasi 8 aspek ergonomi, direncanakan dan dipertimbangkan secara sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatori serta menerapkan konsep teknologi tepat guna. Desain berbasis ergonomi; meliputi redesain meja kerja lipat blanket basah, pengaturan pola sistem kerja berpasangan, pemberian istirahat aktif, pemberian asupan nutrisi tambahan berupa teh manis dan snack pempek, pemberian alat pelindung diri, dan redesain lingkungan fisik kerja.Penelitian eksperimental dengan treatment by subject design, melibatkan 17 pekerja sampel yang melakukan aktivitas pada kondisi stasiun kerja sebelum dan setelah desain berbasis ergonomi. Data kondisi lingkungan dianalisis dengan uji Mann-Whitney dan kontribusinya dianalisis dengan regresi linier. Data beban kerja dan waktu siklus proses produksi/kepingdianalisis dengan uji two pair sample t-test pada taraf signifikansi 5%.Simpulan penelitian adalah desain stasiun kerja blanket basah berbasis ergonomi yang dilaksanakan secara simultan melalui pendekatan systemic, holistic, interdisciplineray dan participatory dan teknologi tepat guna dapat mereduksi beban kerja secara bermakna ($p<0,05$) sebesar 24,39% dan reduksi waktu siklus proses produksi/keping sebesar 21,85%.

***Kata kunci** : desain stasiun kerja, ergonomi total, waktu siklus proses produksi dan beban kerja*

PENDAHULUAN

Output produksi SKBB PT. Sunan Rubber Palembang belum memenuhi kebutuhan *input* stasiun kerja *crumb rubber*, karena SKBB masih banyak didominasi oleh pekerjaan manual.Pada SKBB terdapat fasilitas kerja; beberapa mesin *breaker*, *hammer mill*, 3 mesin *creeper* pembuat *blanket* basah, 6 meja lipat *blanket* basah, salangan dan *trolley* yang dikelola secara manual. Selanjutnya *blanket* basah yang telah ditimbang segera dibawa ke kamar jemur untuk dijemur. Kapasitas produksi *crumb rubber* pabrik yang terpasang, sebesar60.000 ton/ tahun. Pada tahun 2012 baru mampu memproduksi 76,67% dari kapasitas pabrik terpasang (Setiawan, 2012a). Oleh sebab itu, kecepatan produksi di SKBB harus ditingkatkan lagi untuk mengimbangi kecepatan produksi mesin *creeper* dan kebutuhan stasiun kerja *crumb rubber*

Proses produksi di SKBB secara umum, adalah: *bokar* dari gudang diproses dalam mesin *breaker*, mesin cuci, mesin *fine hammermill* dan masuk ke mesin *creeper* menjadi kepingan *blanket* basah. *Output* 3 mesin *creeper* adalah *blanket* basah berupa kepingan setebal 10-13 mm, lebar ±50 cm dan keluar secara kontinyu dari mesin tersebut. *Blanket* basah kemudian diproses secara manual oleh pekerja yang bekerja di 6 meja lipat dengan komposisi 1 meja/pekerja. Pekerja bertugas melipat dan memotong *blanket* basah hingga ukuran panjang 4-6 m kemudian meletakkannya di salangan. Berat *blanket* basah tiap keping 10-15 kg dan setelah sejumlah 10-15 keping/salangan akan dibawa dengan *trolley* untuk ditimbang dan digantungkan pada *drying shed chains* menuju kamar jemur.

Di SKBB masih sering terjadi *bottleneck* proses produksi, dikarenakan tidak seimbangnya kecepatan proses 3 mesin *creeper* dengan proses melipat dan memotong *blanket* basah oleh 6 pekerja di meja lipat *blanket* basah, kapasitas pabrik belum terpenuhi dan dominasi kerja manual. Oleh sebab itu diperlukan desain SKBB berbasis ergonomi dengan menyeimbangkan lintasan antara mesin *creeper* dengan proses pelipatan *blanket* basah di meja lipat. Desain SKBB yang dilakukan adalah meredesain meja lipat *blanket* basah, redesain organisasi kerja, dan redesain lingkungan fisik kerja. Proses pengerjaan melipat *blanket* basah secara manual yang belum mampu mengimbangi kecepatan *output* mesin *creeper*,diduga menjadi faktor utama terjadinya *bottleneck blanket* basah yang akan dikirim ke kamar

jemur. Pada proses kerja melipat tersebut, faktor manusia memiliki peranan penting dalam proses produksi di SKBB yang didominasi oleh pekerjaan manual. Dominasi kerja manual merupakan salah satu faktor yang berpotensi terjadinya beban kerja. Tingkat beban kerja yang cukup berat, sehingga dapat menimbulkan kelelahan dini yang berakibat pada kerja yang melambat pada akhirnya berakibat kepada waktu proses produksi yang lama dan gagalnya pencapaian target produktivitas (Grandjean, 2000).

Pekerja melakukan pekerjaan manual mengelola benda kerja berupa kepingan *blanket* basah hasil dari mesin *crepeer* dengan tangan untuk mengambil, menarik, melipat, memotong, mengangkat,dan meletakkan *blanket* basah. Punggung membungkuk, tangan melipat dan memotong *blanket* basah secara monoton dan repetitif dengan sikap dan posisi kerja yang tidak ergonomis. Kondisi sikap kerja yang repetitif dan memerlukan energi lebih besar pada proses memotong kepingan *blanket* basah akan berdampak pada beban kerja yang berlebihan.

Hasil penelitian pendahuluan dengan 2 variabel tergantung, sebagai berikut: skor beban kerja 136,75±8,22; dan waktu siklus proses produksi/keping 15,06±1,97 det/keping (Setiawan, 2012b). Hasil ini menunjukkan bahwa indikator beban kerja menurun di bawah 15% dibandingkan keadaan normal, sehingga perlu ditingkatkan. Demikian juga waktu siklus proses produksi/keping perlu ditingkatkan sehingga mampu mereduksi fenomena *bottleneck* dan mencapai kapasitas terpasang pabrik, yaitu 60.000 ton/tahun.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diatas perlu dilakukan desain SKBB berbasis ergonomi secara menyeluruh dan mempertimbangkan segala aspek dengan pendekatan Ergonomi Total yang mencakup pendekatan SHIP dan konsep TTG yang dilakukan secara konsekuen dan berkesinambungan (Manuaba, 2006).Perbaikan atau desain dilakukan pada aspek:*task*, organisasi kerja dan lingkungan fisik kerja di SKBB, agar tercipta kondisi kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (ENASE), dengan pemanfaatan fungsional tubuh manusia secara optimal sehingga dihasilkan produktivitas kerja yang optimal.

Berdasarkan uraian tersebut di atas dipandang perlu dilakukan suatu penelitian desain SKBB dengan intervensi berbasisergonomi total, sehingga mampu mereduksi: beban kerja dan waktu siklus proses produksi/keping. Melalui intervensiberbasis ergonomi total dalam industri karet/*crumb rubber* tersebut diharapkan hasil yang dicapai lebih manusiawi, kompetitif, dan lestari (Manuaba, 2005a).

METODE PENELITIAN

Desain penelitian eksperimental dengan rancangan sama subjek (*treatment by subject design*)dengan pelaksanaannya secara seri dan *washing out period* serta adaptasi selama 2 hari. Besar sampel dihitung berdasarkan rumus Colton adalah 17 orang pekerja laki-laki di SKBB yang berumur 25-50 tahun dan dipilih secara *simple random sampling.*Desain SKBB berbasis ergonomi dengan merancang meja lipat (MLB2-R) dengan permukaan meja berbasis *roll*,diberi pisau pemotong *blanket* basah, ketinggian meja dapat diatur dan ergonomis; pemberian istirahat aktif setiap bekerja 30 menit istirahat 30 menit; pengaturan pola sistem kerja berpasangan dan rota kerja per minggu; pemberian asupan nutrisi tambahan berupa segelas teh manis (120 cc) ditambah *snack* 2 buah pempek (250 gr) pada istirahat aktif pk. 09.00 WIB dan segelas teh manis (120 cc) pada istirahat aktif pk. 14.00 WIB, istirahat panjang untuk ishioma (istirahat, sholat dan makan siang) pk.11.30-12.30 WIB; pemakaian APD berupa *wearpack, ear muff, gloves*, dan *boots*; pembuatan 1 buah ventilasi alami di dinding ukuran 1,5 x 2 m, pemasangan 3 buah *fans* di setiap sudut; pengecatan dinding dengan warna kuning gading; pemasangan 3 buah atap transfaran/ tembus cahaya ukuran 1 x 3 m dan perbaikan penempatan 3 unit lampu dengan tiang gantung dan lampu hemat energi; penyemprotan *deurob* sehari 3 kali; dan menambah petugas kebersihan di area SKBB.

Dilakukan pendataan terhadap kondisi subjek untuk mengetahui berat badan, tinggi badan, umur, tekanan darah dan tinggi siku posisi berdiri pekerja (antropometri). Pendataan kondisi lingkungan dicatat setiap jam mulai pk. 07.00-16.00 WIB di 4 titik (Barat, Utara, Timur dan Selatan) dengan jarak ½ m, 1 m, 1,5 m, 2 m dan 2,5 m. Kondisi lingkungan yang diukur adalah; suhu kering, suhu basah, kelembaban, kecepatan angin, tingkat kebisingan dan intensitas pencahayaan. Hasil pengukuran kondisi fisik direrata untuk memperoleh kondisi lingkungan fisik 36 hari pada periode sebelum desain SKBB (P0) dan setelah desain (P1).

Pengambilan data waktu siklus proses produksi/keping, diukur setelah aktivitas bekerja (*posttest*) pada P0 dan P1. Sedangkan pengambilan data beban kerja pekerja melalui pengukuran denyut nadi subjek sebanyak 2 kali, yaitu awal sebelum bekerja (*pretest*) dan data akhir sesaat setelah bekerja (*posttest*) baik pada P0 maupun P1. Pengukuran denyut nadi istirahat (*pretest*) dilakukan dengan menggunakan metode 15 detik. Untuk mengetahui beban kerja maksimum, pengukuran denyut nadi kerja juga dilakukan setiap 30 menit. Analisis diperkuat dengan %CVL (*cardiovascular load*). Untuk mendapatkan ECPT dan ECPM

juga dihitung denyut nadi pemulihan dengan metode *tens pulse method*, yaitu dengan mengukur denyut nadi setiap menit selama 30 detik sampai menit kelima setelah subjek berhenti bekerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Subjek

Rerata umur pekerja 39,47±5,86 tahun. Kapasitas fisik seseorang berbanding lurus dengan umur tertentu (Manuaba, 2005b). Rerata umur pekerja mempunyai kapasitas kekuatan otot dan fisik yang sudah tidak optimum lagi untuk melakukan aktivitas kerja, khususnya pekerja yang berumur > 40 tahun, namun relatif masih normal. Rerata berat badan pekerja 56,88±8,60 kg, dan rerata tinggi badan 159,12±7,07 cm yang termasuk dalam kategori mendekati ideal, sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaan secara normal. Berat badan dan tinggi badan pekerja menentukan angka indeks massa tubuh (IMT). IMT berguna untuk mengetahui keseimbangan energi yang masuk ke dalam tubuh melalui asupan nutrisi atau makanan sama dengan energi yang dikeluarkan. Keadaan ini akan menghasilkan berat badan normal (Almatzier, 2003). Rerata IMT pekerja 22,50±3,99 kg/m^2, yang berarti status gizi sampel dalam kategori normal dan cukup baik untuk bekerja secara optimal. Rerata tekanan darah sistolik 114,71±10,53 mmHg, dan rerata tekanan darah diastolik 77,06±4,70 mmHg, yang dapat dikategorikan normal karena tekanan sistolik < 130 mmHg dan diastolik < 85 mmHg. Denyut nadi istirahat pekerja berada pada rerata 82,82±5,92 dpm, yang mengindikasikan pekerja dalam keadaan sehat dan mampu untuk melaksanakan tugas-tugas pekerjaan, walaupun tidak termasuk dalam kategori bugar.

Rerata tinggi posisi berdiri tegak subjek adalah 97,24±4,19 cm. Data ini dipakai untuk menghitung tinggi permukaan MLB2-R, yaitu pada persentil 5 yang dihitung menggunakan rumus $T = \overline{X} - 1{,}645SB,$ dan diperoleh tinggi (T) = 90,35 cm. Maka ukuran tinggi permukaan meja bagian belakang adalah 90,35.Rerata pengalaman kerja pekerja 14,88±6,03 tahun. Pengalaman kerja ini termasuk lama sehingga diyakini pekerja telah memiliki kemahiran dan kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan.Tingkat pendidikan subjek adalah 2 pekerja tamatan SMA/STM, 5 pekerja tamatan SLTP dan 10 pekerja tamatan SD. Tingkat pendidikan pekerja relatif rendah karena tingkatan SMA ke atas rata-rata tidak menyenangi jenis pekerjaan ini karena selain berat tapi juga berbau dan dianggap tidak manusiawi dan tidak nyaman sewaktu melakukan aktivitas kerja. Jadi para pekerja yang tetap bekerja adalah para pekerja yang memang tidak ada pilihan untuk bekerja di tempat lain.

Redesain *Task* dan Peralatan Kerja di SKBB

Kondisi tugas (*task*) yang dilakukan oleh para pekerja di SKBB pada P0, yaitu pekerja dalam sikap kerja yang membungkuk/tidak alamiah dan memotong *blanket* basah dengan tangan manual karena fasilitas kerja meja lipat *blanket* basah lama (MLB2-L) yang dipakai selama ini tidak ada pisau pemotong *blanket* basahnya dan tidak ergonomis, tanpa diberikan istirahat aktif, tanpa diberikan asupan nutrisi tambahan, memakai pakaian kerja dan alas kaki sehari-hari saja dan faktor lingkungan fisik kerja yang sangat panas, agak gelap, sumpek, dinding dan lantai yang kotor sehingga kadang-kadang menyumbat aliran saluran pembuangan air di area SKBB dan sangat berbau. Sikap kerja yang tidak alamiah dan fasilitas kerja yang tidak ergonomis tersebut berdampak pada meningkatnya beban kerja dan lamanya waktu siklus proses produksi/keping.

Sementara pada P1 berupaya melakukan perlakuan/ intervensi dengan ergonomi total untuk mereduksi beban kerja dan waktu siklus proses produksi/keping. Intervensi yang dilakukan adalah; meredesain peralatan kerja (redesain MLB2-L menjadi MLB2-R) yang ergonomis, mengatur pola sistem kerja berpasangan, pemberian istirahat aktif, pemberian asupan nutrisi tambahan, pemakaian APD, dan meredesain lingkungan fisik kerja, melalui; pemasangan *fans*, pembuatan ventilasi alami di dinding, pengecatan dinding, penambahan dan modifikasi lampu-lmpu dan atap transfaran dan penyemprotan *deurob* serta penambahan jadwal petugas kebersihan di area kerja. Redesain pada P1 ini terbukti mampu meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas pekerja. Pemilihan MLB2-R didasarkan pada alasan objektif, yaitu beban kerja dan antropometri. Desain MLB2-R dianggap mampu memenuhi keinginan pekerja, yaitu dengan menambah permukaan berbasis *roll*, dan pisau pemotong *blanket* basah yang digerakkan secara manual didasarkan pada waktu siklus proses produksi/keping yang lebih pendek dan proses pemotongan lebih cepat.

Redesain Organisasi Kerja di SKBB

Pekerja di SKBB pada P0, bekerja selama 1 shift kerja/ hari (8 jam) tanpa bergantian. Ada 6 pekerja yang bekerja pada 6 unit MLB2-L. Pencapaian hasil produksi/shift kerja sangat jarang hingga terpenuhi target 90 ton/shift kerja/tim, sehingga menimbulkan ketidakpuasan para pekerja karena tidak

berhasil mendapatkan upah tambahan. Enam pekerja dengan 6 unit MLB2-L tersebut masih sering terjadi *bottleneck* dalam menyeimbangkan *output blanket* basah dari mesin *creeper*. *Bottleneck* terjadi karena waktu siklus proses produksi/keping yang belum optimal, masih membutuhkan waktu yang lama dengan memakai MLB2-L terutama pada saat memotong *blanket* basah dengan tangan manual dan faktor kelelahan pekerja yang tanpa diselingi dengan istirahat aktif. Istirahat resmi hanya diberikan 1 kali saat ishioma pada pk. 12.00-13.00 WIB, sehingga selama aktivitas kerja sebelum ishioma pekerja mengalami *overload* kelelahan. Pekerja di SKBB sangat jarang melakukan istirahat aktif karena akan mengurangi jam kerja dan dianggap melanggar peraturan perusahaan. Sehingga rasa lelah yang dialami oleh pekerja hanya disiasati dengan melakukan istirahat curian. Tidak ada istirahat aktif diluar istirahat resmi tersebut dan tanpa diberi asupan nutrisi tambahan. Rotasi kerja antar *shift* dilakukan per bulan yang berdampak pada kebosanan pekerja yang terlalu lama untuk menunggu suasana *shift* kerja yang baru.

Redesain organisasi kerja di SKBB pada P1 dilakukan dengan cara intervensi ergonomi total, sehingga permasalahan-permasalahan pada organisasi kerja P0 dapat diperbaiki. Intervensi berbasis ergonomi yang dilakukan adalah; memberikan istirahat aktif yang diatur secara terencana/ sangat baik, sehingga mereduksi beban kerja dan mampu menunda kelelahan.Pekerja diatur bekerja secara berpasang-pasangan, 2 pekerja untuk melakukan aktivitas kerja melipat *blanket* basah pada 1 unit MLB2-R. Dua pekerja bekerja secara bergantian, saat pekerja pertama sedang bekerja maka pekerja yang kedua melakukan istirahat aktif. Pengaturan istirahat aktif dilakukan dengan pola 30 menit bekerja kemudian 30 menit istirahat aktif. Pengaturan pola kerja terbukti mampu mengurangi beban kerja, dan memperpendek waktu siklus proses produksi/keping Intervensi lain adalah memberikan asupan nutrisi tambahan berupa teh manis (120 cc) dan *snack* 2 buah pempek (250 gr) pada istirahat aktif. Selain pemberian dua kali asupan nutrisi tersebut, pekerja diperbolehkan minum air putih yang disediakan di tempat istirahat selama pekerja memperoleh jadwal istirahat aktif secara bergantian dengan pasangan pekerja lainnya. Organisasi kerja dapat mereduksi beban kerja dan waktu sikulus proses produksi/keping sehingga mencapai target dan mereduksi *botlleneck* proses produksi yang terjadi selama ini.

Redesain Lingkungan Fisik Kerja di SKBB

Rerata suhu kering pada P0 adalah 39,28±2,62 ^{o}C dan pada P1 adalah 33,38±2,74 ^{o}C, demikian juga suhu basah pada P0 adalah 36,82±2,79 ^{o}C dan menurun menjadi 31,27±1,88 ^{o}C pada P1. Rerata suhu tersebut berada di luar zona nyaman mengingat suhu zona nyaman untuk orang Indonesia berkisar antara 22-28 ^{o}C, namun Grandjean (2000) memberikan batas toleransi suhu tinggi di lingkungan fisik kerja sebesar 35-40 ^{o}C. Suhu pada P0 lebih tinggi karena kondisi lingkungan fisik kerja di SKBB belum dilakukan intervensi dengan pemasangan *fans* di setiap sudut dan penambahan ventilasi alami di dinding, sehingga hasil uji beda menunjukkan bahwa adanya perbedaan bermakna ($p<0,05$) antara suhu kering dan suhu basah pada P0 dan P1. Hasil penelitian ini sesuai dengan laporanBadan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah II Prov. Sumatera Selatan untuk periode Maret 2013 dengan suhu udara 24-34 ^{o}C dan kelembaban 63-98 % (BMKG Prov. Sumsel, 2013).

Rerata kelembaban udara/RH pada P0 adalah 76,65±4,89% dan pada P1 adalah 66,70±4,92%, yang dikategorikan di atas kriteria nyaman untuk orang Indonesiayaitu 70-80%.Sedangkan Grandjean (2000) memberikan batas toleransi untuk tingkat kelembaban udara di lingkungan kerja sebaiknya berkisar antara 40-50%.Perbandingan kelembaban udara antara P0 dengan P1 adalah komparabel dengan nilai $p<0,05$ yang bermakna bahwa subjek berada pada kondisi yang tidak nyaman untuk bekerja. Penurunan kelembaban udara dari P0 ke P1 sebesar 12,98% terjadi karena pada P1 dilakukan intervensi redesain lingkungan fisik kerja di SKBB dengan menambah ventilasi buatan dan pemasangan *fans* sehingga sirkulasi atau pergerakan udara menjadi lebih lancar yang berimplikasi padatingkat kelembaban yang menurun. Jika berpedoman pada standar yang ditetapkan olehsebesar 40-60% dan oleh sekitar 70-80% (Pulat, 1992), maka kelembaban udarapada P1 dianggap relatif sudah sesuai standar.

Rerata kecapatan angin/gerakan angin pada P0 sekitar 1,50±1,00 m/det, pada P1 sebesar 1,06±0,61 m/det, dan berbeda bermakna ($p<0,05$),dikarenakan pada P1 ditambah ventilasi alami di dinding seukuran 1,5x2 m dan pemasangan 3 buah *fans* disetiap sudut SKBB.

Rerata tingkat kebisingan pada P0 sebesar 101,20±6,78 dBA, pada P1 sebesar 61,16±6,73 dBA dan memiliki makna berbeda/signifikan $p = 0,000$ ($p<0,05$). Penurunan tingkat kebisingan pada P1 sebesar 39,56% dikarenakan pekerja memakai tutup telinga (*ear muff*) yang dapat mengurangi kebisingan sebesar ±30 dBA (Helander, 2006).

Rerata intensitas pencahayaan pada P0 dan P1, masing-masing adalah 179,90±9,83 *lux* dan 200,09±6,59 *lux*. Uji beda rerata intensitas pencahayaan pada P0 dengan P1 memiliki perbadaan yang bermakna ($p<0,05$). Pada P1 terjadi peningkatan intensitas pencahayaan sebesar 200,09±6,59 *lux* (naik 10,90%) dikarenakan intervensi redesain pada P1 dengan menambah 3 buah atap transparan berada tepat

diatas area kerja, modifikasi tiang lampu, menambah lubang ventilasi buatan/alami di dinding dan pengecatan dinding dengan warna kuning gading yang diharapkan dapat memberikan reflektan sebesar 60-65%.

Sumber bau yang menjadi masalah utama kegiatan industri karet/*crumb rubber* diperkirakan berasal dari bokar tidak dapat dihilangkan tetapi dapat direduksi dengan perbaikan mutu *raw material* sejak saat pembekuan bokar dan cara proses pengolahan khususnya pada gudang bahan baku dan proses produksi di SKBB. Reduksi bau pada bokar menggunakan cairan asap cair *deurob* yang disemprotkan pada gudang bahan baku, SKBB dan seluruh area yang menimbulkan sumber bau. Penyemprotan *deurob* dilakukan 3 kali/shift kerja, selain itu didapatkan redesain usulan tahapan proses reduksi bau dari Gapkindo Prov. Sumsel dan Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi UPTD Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Prov. Sumsel, namun masih perlu diadakan penelitian lanjutan.

Beban Kerja Pekerja

Denyut nadi kerja pada P0 adalah 144,43±4,53 dpm dan pada P1 adalah 109,20±4,82 dpm (menurun 24,39%), pekerja dikategorikan memiliki denyut nadi kerja yang relatif tinggi.Denyut nadi pada P0 masih berada pada kategori beban kerja berat, sedangkan pada P1 termasuk beban kerja sedang (Astrandand Rodahl,1986).Terjadinya penurunan beban kerja adalah sebagai akibat redesain SKBB berbasis ergonomi dengan pendekatan SHIP dan TTG yang diterapkan pada P1. Nadi kerja (selisih denyut nadi kerja dengan denyutnadi istirahat) pada P0 adalah 42,66 dpm sedangkan pada P1 sebesar 25,17 dpm (kelebihan 0,17 dpm). Peningkatan frekuensi denyut nadi dengan subjek orang Indonesia diprediksi sebaiknya tidak boleh melebihi 25 dpm untuk pria dan 21 dpm untuk wanita (Adiputra, 2003). Denyut nadi kerja maksimum setiap 30 menit, pada P0 dan P1 terjadi pada pengamatan ke-3 atau 90 menit setelah aktivitas. Perbedaan denyut nadi maksimum disebabkan oleh perbedaan intervensi yang diberikan pada subjek. Pada P0 pekerja tidak diberikan istirahat aktif dan asupan nutrisi tambahan saat pengukuran beban kerja pertama sehingga beban kerja terakumulasi dan mencapai puncak pada 90 menit setelah aktivitas, sedangkan pada P1 diberikan istirahat selama 30 menit setelah bekerja 30 menit bergantian dengan pasangan kerjanya dan pemberian asupan nutrisi tambahan, sehingga beban kerja tidak meningkat lagi setelah aktivitas berlangsung 30 menit.

Besarnya beban kardiovaskular (%CVL) tergantung pada denyut nadi maksimum, denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat. Pada P0 %CVL pekerja adalah 62,95±6,67%, sedangkan pada P1 menurun menjadi 28,73±8,09%. Nilai %CVL pada P0 menandakan kegiatan melipat *blanket* basah tidak boleh dilakukan dalam waktu yang lama tanpa istirahat aktif dan harus bergantian agar pekerja tidak secara terus-menerus bekerja sepanjang 1 shift kerja tanpa bergantian dengan pasangannya. Pekerja dalam bekerja diselingi istirahat aktif secara periodik, sedangkan %CVL pada P1 berada pada rentangan yang aman, pekerja tidak merasakan kelelahan. Terjadinya penurunan beban kardiovaskular ini disebabkan oleh redesain yang dilakukan pada SKBB, seperti; redesain MLB2-R, pola sistem kerja berpasangan, pemberian istirahat aktif, pemberian teh manis dan *snack* pempek, pemberian APD serta redesain lingkungan fisik kerja.

Kajian ECPT dan ECPM juga diperhitungkan untuk memperkuat kajian beban kerja pekerja. ECPT adalah beban kerja karena pengaruh suhu, sedangkan ECPM adalah beban kerja karena pengaruh gerak.ECPT pada P0 adalah 45,24±12,72 dpm, dan pada P1 sebesar 38,50±8,99 dpm. ECPM pada P0 adalah 269,86±21,53 dpm, dan pada P1 sebesar 249,82±20,64 dpm. Nilai ECPT pada P1 mengalami penurunan sebesar 14,90% dibanding pada P0, demikian juga nilai ECPM menurun 7,43% pada P1. Nilai ECPT < ECPM pada P1 menandakan kenaikan beban kerja subjek dominan karena pengaruh gerak. Namun demikian pengaruh lingkungan, khususnya panas terhadap beban kerja tetap harus diperhatikan. ECPT dan ECPM pada P0 dan P1 berbeda bermakna ($p<0,05$), disebabkan temperatur lingkungan yang berbeda antara P0 dan P1 karena redesain lingkungan fisik kerja.

Waktu Siklus Proses Produksi/Keping

Waktu siklus proses produksi/keping di SKBB antara P0 dan P1 berbeda bermakna meningkat sebesar 21,85% dengan rerata pada P0 adalah 12,54±2,05 dan pada P1 sebesar 9,80±1,31. Peningkatan tersebut ditandai dengan semakin pendeknya waktu siklus proses produksi/keping Reduksi/perpendekan atau semakin cepatnya waktu siklus proses produksi/keping dipengaruhi oleh beberapa intervensi ergonomi yang diberikan pada P1. Makna reduksi atas indikator waktu siklus proses produksi/keping adalah selain bertambahnya hasil nyata yang didapatkan dari kegiatan pekerja dan benefit bagi perusahaan, juga penurunan beban kerja.

Keuntungan bagi Pekerja dan Perusahaan

Keuntungan bagi pekerja yang didapatkan setelah desain (P1) tertabulasi pada peningkatan upah bagi pekerja di SKBB yang terjadi karena produksi total mencapai > 90 ton/ shift/tim, sedangkan pada P0 pencapaian target minimal 90 ton/*shift* kerja/tim sangat jarang tercapai.

Rerata upah total yang diterima pekerja pada P0 sebesar Rp. 62.692,31/*shift* kerja, dan Rp. 89.994,12/shift kerja pada P1. Dari rerata upah total tersebut pekerja mengalami kenaikan upah sebesar 30,34% per *shift* kerja. Hal tersebut tentu berimplikasi kepada peningkatan kualitas hidup pekerja dan pekerja semakin semangat untuk bekerja hingga mencapai target minimal supaya mendapatkan upah tambahan/shift kerja. Dengan demikian produktivitas pekerja meningkat sekaligus kualitas hidup pekerja meningkat yang terukur dari kepuasan pekerja.

Beda rerata profit perusahaan pada P0 dan P1 adalah Rp. 129.271.854,75±14.244.478,67 dan Rp. 179.963.331,39±16.020.725,84 (naik 28,17%) dengan $p<0,05$ yang menandakan bahwa desain SKBB pada P1 berdampak pada kenaikan profit perusahaan. Selisih kenaikan profit perusahaan dengan biaya produksi/*shift* kerja adalah 2,21% (masih layak untuk dilakukan redesain SKBB).Kondisi kerja sebelum dan sesudah disain disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1. Kondisi Kerja Sebelum dan Sesudah Desain SKBB

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Desain SKBB berbasis ergonomi mampu mereduksi beban kerja pekerja sebesar 24,39% dan meredukis waktu siklus proses produksi/keping pekerja sebesar 21,85%.

Saran

1. Desain SKBB berbasis ergonomi dengan merancang MLB2-R, pemberian istirahat aktif, pengaturan pola sistem dan rota kerja, pemberian asupan nutrisi tambahan, pemakaian APD, pembutan ventilasi alami, pemasangan *fans*, dan penyemprotan *deurob*, ini terbukti dapat mereduksi beban kerja dan reduksi waktu siklus proses produksi/keping
2. Desain SKBB berbasis ergonomi dengan merancang MLB2-R melalui pendekatan SHIP dan TTG hendaknya menjadi prioritas untuk diterapkan mengingat MLB2-R sangat sederhana, mudah dibuat, dan murah biayanya, namun dapat mereduksi beban kerja dan mereduksi waktu siklus proses produksi/keping
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk redesain stasiun kerja *crumb rubber*/ bagian proses produksi II, sikap dan posisi kerja serta reduksi bau di semua bagian yang berbasis ergonomi, sehingga berimplikasi ENASE, meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas para pekerja di semua lini proses produksi.

DAFTAR PUSTAKA

Adiputra, N. (2003). Kapasitas Kerja Fisik Orang Bali. *Majalah Kedokteran Udayana* (*Udayana Medical Journal*). 34(120): 108-110.

Almatzier, S. (2003). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.

Astrand, P.O., and Rodahl, K. 1986. *Textbook of Work Physiology*. 2nd ed. Philadelphia : WB.Saunders Comp..

BMKG Prov. Sumsel. (2013). *Prakiraan Cuaca untuk Daerah Palembang, Sumatera Selatan dan Daerah Sekitarnya*. Tanggal 14-16 Pebruari 2013. Available at http : //www.provsumsel.go.id/index.php? action = news & task = detail & id=457. Accessed March 20, 2013.

Grandjean, E. (2000). *Fitting The Task to The Man. A Textbook of Occupational Ergonomics*. London: Taylor & Francis Ltd.

Helander, M. 2006. *A Guide to Human Factors and Ergonomics*. 2nd Edition. USA: Taylor & Francis.

Manuaba, A. (2005a). Total Approach in Evaluating Comfort Work Place. *Presented at UOEH International Symposium on Confort at The Workplace*. Kitakyushu: 23-25 October.

Manuaba, A. (2005b). Pendekatan Total Ergonomi Perlu Untuk Adanya Proses Produksi dan Produk yang Manusiawi, Kompetitif dan Lestari. *Makalah* dipresentasikan pada Seminar Nasional Ergonomi "*Aplikasi Ergonomi Dalam Industri"*, Forum Komunikasi Teknik Industri Yogyakarta dan Perhimpunan Ergonomi (PEI). Yogyakarta, 27 Maret.

Manuaba, A. (2006). A Total Approach In Ergonomics is A Must To Attain Human, Competitive, and Sustainable Work System and Products. Presented at Ergo Future 2006: *International Symposium On Past, Present and Future Ergonomics, Occupational Safety and Health*. Denpasar 28-30th August.

Pulat, B.M. (1992). *Fundamentals of Industrial Ergonomics*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Setiawan, H. (2012a). Short Rest Time and Accompanying Work Music Decrease Work Fatigue and Work Stress to Workers at Crumb Rubber Factory. *Proceedings International Conference*2012, Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES), Langkawi-Malaysia, July 9-12, 2012. ISBN No. 978-983-41742.

Setiawan, H. (2012b). Identifikasi dan Rekomendasi 8 Aspek Permasalahan Ergonomi dalam Industri Crumb Rubber Berbasiskan Pendekatan 'SHIP' di PT. Sunan Rubber Palembang. *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres PEI*. Bandung, 13-14 Nopember 2012. ISBN No: 978-602-17085-0-7.

PENYELESAIAN *VEHICLE ROUTING PROBLEMS* (VRP) MENGGUNAKAN ALGORITMA *ADAPTIVE LARGE NEIGHBORHOOD SEARCH(ALNS)*

Ratna Ekawati [1], Maria Ulfa [2,] Desi Sulistiani [3,]
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik UNTIRTA
Jalan Raya Sudirman Km.03 Cilegon,Banten, Indonesia
Telp (0254) 395502*16
[1]ratna_ti@ft-untirta.ac.id, [3]neesan.dc@gmail.com

ABSTRAKS
Sales center XYZ mendistribusikan produk XYZ ke seluruh Daerah Serang dan Cilegon, untuk *dapat mengoptimalkan sistem distribusi perusahaan agar dapat bersaing dengan perusahaan sejenis yang lain. Salah satu cara yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah mengoptimalkan sistem transportasi perusahaan tersebut. Dengan mengoptimalkan sistem transportasi, perusahaan dapat mengatur jumlah trip, jalur yang akan dilewati kendaraan dan jarak yang layak yang dapat ditempuh oleh kendaraan serta biaya yang layak dalam pengiriman barang tersebut. Salah satu permasalahan dalam transportasi adalah Vehicle Routing Problems (VRP). VRP dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma Adaptive Large Neighborhood Search (ALNS). Penyelesaian dengan algoritma ALNS ini menggunakan software matlab, dimana hasilnya adalah jumlah trip yang dapat diminimasi dari 30 trip dalam satu minggu menjadi 21 trip dalam satu minggu, jarak yang ditempuh dapat diminimalkan dari 2094 Km menjadi 867 Km sehingga biaya pengiriman dapat dioptimalkan menjadi Rp. 1,300,500, dengan penghematan sebesar 58.5%.*

Kata kunci**:** *algoritmaALNS, optimal, VRP*

PENDAHULUAN

XYZ Distribution Indonesia merupakan salah satu distributor minuman ringan terkemuka di Indonesia. XYZ Distribution Indonesia mendistribusikan produk-produk berlisensi dari The XYZ Company. Pendistribusian produk ini sangat berhubungan dengan transportasi yang baik sehingga barang dapat sampai ketempat tujuan dengan baik dan dalam kemasan yang baik. Salah satu distributor perusahaan ini terletak didaerah Serang, Banten. Distributor di daerah ini memiliki masalah dibidang transportasinya karena masih menggunakan metode tradisional yang menyebabkan biaya pengiriman masih besar. Perusahaan ini ingin mengurangi biaya pengiriman barangnya walaupun hanya sedikit untuk menekan biaya produksi barang tersebut secara keseluruhan. Biaya pengiriman ini dipengaruhi oleh jarak. Perusahaan ingin jarak yang ditempuh untuk sampai ke pelanggan dapat diatur dan diminimasi agar biaya yang dikeluarkan pun dapat diminimasi dan tidak ada lagi keterlambatan dalam pengiriman barangnya.

Perusahaan menyadari bahwa logistik memiliki pengaruh yang signifikan terhadap biaya. Tujuan akhir dari manajemen logistik yaitu mendapatkan sejumlah barang atau jasa yang tepat pada tempat dan waktu yang tepat, serta kondisi yang diinginkan dengan memberikan kontribusi terbesar bagi perusahaan (Nurlaeli, 2006). Untuk mendapatkan kontribusi yang besar, perusahaan harus memilki kemampuan untuk mengoptimalkan sistem distribusinya agar dapat bersaing dengan perusahaan sejenis lainnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan pengoptimalan transportasi karena distribusi sangat erat kaitannya dengan transportasi.

Salah satu permasalahan dalam transportasi adalah *Vehicle Routing Problems* (VRP) yaitu merancang m set rute kendaraan dengan biaya terkecil dimana tiap kendaraan berawal dan berakhir didepot, setiap konsumen hanya dilayani sekali oleh sebuah kendaraan, serta total permintaan yang dibawa tidak melebihi kapasitas kendaraan.VRP dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma *adaptive large neighborhood search*. Algoritma ALNSinidapat menyelesaikan 5 varian dari VRP yaitu *The Vehicle Routing Problems with time windows (VRPTW), The Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP), The Multidepot Vehicle Routing Problems (MDVRP), The Site Dependent Vehicle Routing Problems (SDVRP),* dan *The open Vehicle Routing Problem (OVRP).*Dan varian VRP yang terdapat pada perusahaan ini adalah VRPTW dan CVRP sehingga penelitian ini menggunakan algoritma ALNS.

METODOLOGI

Langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- Penelitian ini dimulai dari observasi lapangan dan studi literatur yang dilakukan secara bersamaan. Observasi dilapangan dilakukan dengan langsung mendatangi pusat distribusi XYZ di kota Serang. Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang ada di lokasi tersebut. Dan studi literatur di lakukan untuk mendukung observasi lapangan tersebut yaitu untuk mengetahui metode apa yang cocok untuk menyelesaikan permasalahan yang ada di lapangan. Setelah dilakukan observasi lapangan dan studi literatur, peneliti membuat perumusan masalah, tujuan penelitian dan batasan masalah.
- Perumusan masalah merupakan langkah lanjutan dari studi pendahuluan yang telah dilakukan. Dengan menentukan rumusan masalah, maka kita akan mengetahui tujuan akhir yang ingin dicapai. Batasan masalah merupakan batasan-batasan yang digunakan untuk membatasi sejauh mana penelitian akan dilakukan.
- Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data. Pengumpulan data ini dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan pemberian data langsung dari perusahaan dan wawancara langsung dengan sopir atau yang disebut *delivery man.* Data yang diberikan oleh perusahaan berupa nomor konsumen, jadwal pengiriman, jumlah permintaan, lokasi depot serta konsumen, dan biaya pengiriman. Sedangkan data primer yang didapatkan berupa jarak, kapasitas kendaraan, dan jam kerja sopir, sehinngga data yang dikumpulkan untuk penelitian ini adalah nomor konsumen, data pengiriman yang meliputi jadwal pengiriman, jumlah permintaan, lokasi depot serta konsumen, kapasitas kendaraan, jam kerja sopir, jarak serta data biaya pengiriman.
- Tahap selanjutnya dari pengumpulan data adalah pengolahan data. Pengolahan data dilakukan setelah semua data yang di perlukan terkumpul. Pengolahan data yang pertama dilakukan adalah pengolahan data jarak dan biaya *real* perusahaan kemudian membuat algoritma ALNS. Pengolahan dengan algoritma ALNS ini dilakukan untuk mendapatkan formulasi yang akan dimasukkan pada *software* matlab. ALNS *Framework* adalah
  A) Membangun solusi yang mungkin x; set x^* := x.
  B) Ulangi.
  C) Memilih *destroy neighborhood* N^- dan *repair neighborhood* N^+ menggunakan *roulette wheel selection* berdasarkan *score* yang dihasilkan sebelumnya $\{\pi_j\}$.
  D) Menghasilkan solusi baru x' dari x menggunakan *heuristic* yang cocok untuk memilih *destroy* dan *repair neighborhood*.
  E) Jika x' dapat diterima maka set x ;= x'.
  F) *update score*π^j dari N^- dan N^+.
  G) Jika f(x) < f(x') set x^* ; = x.
  H) Sampai kriteria berhenti ditemui.
  I) Kembali x^*

  Setelah membuat algoritma ALNS kemudian melakukan pengerjaan algoritma ALNS dengan menggunakan matlab dimana peneliti harus membuat matriks jarak yang akan digunakan sebagai salah satu input. Setelah hasil dari *software* matlab didapatkan kemudian dilakukan verifikasi dan validasi dari model yang telah dibuat.
- Setelah pengolahan data selesai, kemudian dilakukan Analisa. Terdapat lima analisa yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu analisa algoritma ALNS, analisa tahapan *software* matlab, analisa trip, analisa jarak dan analisa biaya. Analisa ini dimaksudkan untuk lebih menjelaskan hasil yang telah didapat dan menjadi dasar dalam pengembangan kedepannya.

  Setelah dianalisa kemudian hasilnya disimpulkan dan diberi saran. Kesimpulan merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Kesimpulan diambil dari seluruh analisa yang telah dilakukan, dan merupakan hasil dari semua tujuan dari penelitian ini. Saran diberikan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Output yang akan didapat dari penelitian ini adalah jalur terbaik yang ditempuh untuk pengiriman barang, jarak yang optimal yang ditempuh dalam pengiriman barang dan biaya yang optimal untuk pengiriman barang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biaya perusahaan yang diteliti adalah biaya yang berdasarkan data bahan bakar yang digunakan untuk pengiriman barang tersebut, berikut ditampilakan dalam tabel :

Tabel 1. Biaya *real* perusahaan

Rute	Jarak(Km)	Biaya (Rp)	Biaya Total (Rp)
1	88	1500	132000
2	91	1500	136500
3	88.5	1500	132750
4	86	1500	129000
5	83	1500	124500
6	86	1500	129000
7	86	1500	129000
8	96	1500	144000
9	52.3	1500	78450
10	86	1500	129000
11	114	1500	171000
12	90	1500	135000
13	45.8	1500	68700
14	23.5	1500	35250
15	46	1500	69000
16	54.5	1500	81750
17	31.3	1500	46950
18	64.6	1500	96900
19	50.4	1500	75600
20	50.8	1500	76200
21	68	1500	102000
22	58.6	1500	87900
23	35	1500	52500
24	98.1	1500	147150
25	61.6	1500	92400
26	53.5	1500	80250
27	124	1500	186000
28	64.6	1500	96900
29	40.4	1500	60600
30	76.5	1500	114750
Total	**2094**		**3141000**

Keterangan :

Contoh Rute 1 yaitu tujuan konsumen yang dikirimkan pada hari senin oleh truk RJI01.

Pembuatan Algoritma *Adaptive Large Neighboorhood search*

Algoritma ALNS dapat diterapkan untuk lima varian masalah yang berbeda, namun permasalahan pada perusahaan ini hanya terdapat dua masalah yaitu *time windows* yang berkaitan dengan waktu pengiriman barang dan *capacited* yang berkaitan dengan jumlah permintaan konsumen yang tidak boleh melebihi kapasitas dari kendaraan yang digunakan.

Terdapat dua tahap algoritma untuk menyelesaikan permasalahan di perusahaan ini yaitu :

- Pada tahap awal, perusahaan harus dapat meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan.
  a) Dengan cara pertama-tama masukkan data yang dibutuhkan ketika pengolahan kemudian tetapkan parameter masing-masing. *Worst removal* dikontrol dengan satu parameter p_{worst}.

Random removal tidak mempunyai parameter. *Weight adjustment* di kontrol dengan empat parameter yaitu τ_1, τ_2, $\tau_3$dan r.

b) Setelah langkah pertama dilakukan kemudian membuat *feasible solution* dengan cara menggunakan metode *sequential insertion* dimana membuat satu rute pada waktu tertentu sampai semua *customer* dapat dilayani. Dalam solusi langkah ini jumlah kendaraan yang digunakan adalah estimasi awal dari jumlah kendaraan yang digunakan.

c) Lalu hilangkan satu rute dari *feasible solution.* Permintaan pada rute yang dihilangkan akan ditempatkan ke *request bank*. Masalah yang ada diselesaikan dengan LNS heuristic. γ merupakan koefisien untuk menurunkan sejumlah permintaan dalam *request bank*. Nilai yang tinggi diberikan pada γ agar permintaan dapat keluar dari *request bank* jika memungkinkan.

d) Jika heuristic bisa mendapatkan solusi yang dapat melayani semua permintaan, maka jumlah kandidat baru untuk meminimalkan jumlah kendaraan didapatkan. Ketika sebuah solusi telah didapatkan, Iterasi LNS berhenti dengan segera dan satu rute dihilangkan kembali dari solusi dan proses di iterasi kembali. Jika akhir dari LNS hueristik tidak mendapatkan solusi dimana semua permintaan dapat dilayani, maka algoritma kembali ke solusi terakhir dimana semua permintaan dapat dilayani. Kemudian Solusi ini yang digunakan sebagai solusi awal untuk tahap kedua algoritma ini.

Algortima dari LNS :

```
Function LNS (s E solutions , q anggota N)
    Solution s best = s;
        Repeat
        s' = s'
        remove q request from s';
        reinsert removed request into s';
        if (f(s') < f (sbest)) then
            s best = s'
        if accept (s', s) then
            s = s' ;
    until stop criterion met
Return s best
```

- Tahap kedua algoritma untuk meminimalkan jarak dilakukan dengan langkah-langkah berikut :

a. Setelah mendapatkan solusi awal yang berasal dari tahap pertama, kemudian dilakukan langkah memilih *random removal* berdasarkan bobot τ_1, τ_2, $\tau_3$dengan menggunakan permainan roda yang disebut *roulette wheel*. τ_1 jika operasi penghilangan dan pemasukan menghasilkan solusi terbaik untuk keseluruhan. τ_2 jika operasi penghilangan dan pemasukan menghasilkan solusi yang belum diterima sebelumnya. Biaya dari solusi yang baru lebih baik daripada biaya solusi yang sekarang. τ_3 jika operasi penghilangan dan pemasukan menghasilkan solusi yang belum diterima sebelumnya. Biaya dari solusi yang baru lebih jelek dari pada biaya yang sekarang, tetapi solusi diterima.

b. Setelah langkah tersebut dilakukan kemudian lakukan langkah selanjutnya yaitu memilih *random reinsert* juga berdasarkan pada bobot τ_1, τ_2, τ_3.

c. Kemudian lakukan *Apply noise* pada *object function* Berdasarkan penelitian, aplikasi dari noise ini sangat penting dalam *insertion heuristic*, tanpa adanya aplikasi dari noise ini hasil yang di dapat pada *simulated annealing* tidak akan maksimal.

d. Setelah *Apply noise* lakukan penerimaan dengan *simulated Annealing* dengan cara diterima apabila hasil yang didaptkan lebih baik dari solusi yang sekarang digunakan peusahaan dan kriteriaa di terima berdasarkan *simulated annealing*. Pengerjaan algoritma berhenti ketika sejumlah tertentu dari iterasi ALNS telah dilalui.

Algoritma ALNS

```
Construct a feasible solution s;
s*  ←— s
instialize weights;
while the stopping criterion is not met do
        for L = workday, route, customer do
            for I iterations do
```

Probabillistically select a destruction operator at level L and a reconstruction operator based on their current weights;
Apply the destruction and reconstruction operators to s to obtain s';
If s' satisfies the acceptance criterion then
s ← s' ;
if s' is better than s* then s* s'; ←
adjust weights;
return s*

1. Solusi VRP Terbaik

   Hasil yang didapatkan dari *software* matlab berupa angka dimana setiap angka tersebut memiliki arti. Dalam solusi VRP terbaik angka yang dihasilkan merupakan kode angka yang menunjukkan *customer* dengan kata lain adalah no konsumen, misal angka 0 untuk depot; 1 untuk serang; 2 untuk Cilegon.

   Angka 0 adalah kode depot yang memisahkan antara trip satu dengan trip lainnya. Contoh : 0 5929 48 0 16 0 berarti trip 1 melayani konsumen 59 yaitu panancangan, 29 (pakupatan) lalu ke 48 (trondol), trip 2 melayani konsumen 16 (Cipocok) dan setrusnya.
2. Jumlah Lokasi Terbaik

   Hasil untuk lokasi terbaik, kode angkanya menunjukkkan jumlah konsumen yang harus dilayani dalam setiap trip, seperti 3 1 1 4, berarti trip 1 melayani 3 konsumen, trip 2 melayani 1 konsumen, trip 3 melayani 1 konsumen dan trip 4 melayani 4 konsumen
3. Jarak Kendaraan Terbaik

   Hasil yang didapatkan adalah total jarak tempuh yang harus dilalui oleh masing-masing trip, seperti 6.0000 5.6000 4.0000 , artinya trip 1 menempuh jarak 6 km, trip 2 menempuh 5.6 km dan trip 3 menempuh 4 km untuk mengantarkan barang dan kembali lagi ke depot.
4. Kapasitas Kendaraan Terbaik

   Angka yang terdapat dalam kapasitas kendaraan terbaik adalah angka yang menunjukkan total permintaan dari setiap trip, seperti 281 79 300, artinya trip 1 mengirim 281 unit, trip 2 membawa 79 unit dan trip 3 membawa 300 unit.

Secara lengkap ditampilkan dalam tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil *Output* Matlab dan total biaya yang dikeluarkan

No Trip	Jumlah Konsumen	No Konsumen	Nama Konsumen	Jumlah Permintaan	Jarak (Km)	Biaya (Rp)
1	3	59	Panancangan	281	6	9000
		29	Pakupatan			
		48	Trondol			
2	1	16	Cipocok	79	5.6	8400
3	1	1	Serang	300	4	6000
4	4	21	Unyur	217	13.6	20400
		22	Kaligandu			
		24	Lopang			
		61	Lontar			
5	2	60	Koloran	80	14.4	21600
		40	Kepandean			
6	2	15	Ciruas	299	12	18000
		42	Legok			
7	4	30	Sumur Pecung	130	15	22500
		50	Cijawa			
		14	Ciracas			
		37	Cimuncang			
8	4	43	Karundang	222	30	45000
		13	Ciceri			

		46	Walantaka			
		18	Kebon Jahe			
9	4	20	Taktakan	87	29	43500
		19	Dranggong			
		66	Benggala			
		58	Banjar Agung			
10	4	57	Parung	102	27.5	41250
		23	Kasemen			
		25	Banten			
		31	Warung Jaud			
11	4	34	Palima	52	31	46500
		49	Sempu			
		39	Nancang			
		33	Baros			
12	4	56	Kopti	58	39.4	59100
		3	Kramatwatu			
		41	Taman Kopasus			
		12	Wanayasa			
13	2	10	Serdang	15	45	67500
		11	Waringin Kurung			
14	1	2	Cilegon	300	50	75000
15	4	64	Krenceng	74	86	129000
		54	Bendungan			
		26	Bojonegara			
		8	Tegal Wangi			
16	4	7	Grogol	57	71	106500
		9	Gerem			
		6	Pulo Merak			
		53	Kota Bumi			
17	3	5	Merak	215	107	160500
		27	Suralaya			
		28	Salira			
18	3	4	Anyer	297	106	159000
		51	Samangraya			
		52	Mancak			
19	4	65	Gunung Sari	22	53	79500
		32	Curug			
		44	Kelodran			
		47	Nyapah			
20	4	17	Pontang	121	53.5	80250
		45	Pabuaran			
		63	Padarincang			

		35	Petir			
21	4	55	Wulandira	135	68	102000
		62	Calung			
		36	Kragilan			
		38	Ciujung			
Total					867	1300500

Usulan jadwal pengiriman barang kepada perusahaan.

Perusahaan dapat membuat jadwal pengiriman barang yang sesuai berdasarkan jumlah trip pengirman barang diatas yang berjumlah 21 trip, dimana jadwal pengiriman barang yang dibuat ini tetap memperhatikan data sebelumnya untuk menentukan jenis truk yang mengirimkan barang ke konsumen sehingga daerah pengiriman barang sopir truk tidak akan jauh berbeda dengan yang sebelumnya. Terdapat 2 usulan yang dibuat berdasarkan jumlah trip diatas yaitu :

1. Jadwal pengiriman dengan menggunakan 5 kendaraan
   Jadwal pengiriman barang dengan 5 kendaraan dilakukan dengan kendaraan yang sama dengan sebelumnya, namun daerah pengirimannya ditentukan sesuai dengan trip yang diperoleh. Dengan menggunakan 5 kendaraan didapatkan pengiriman dilakukan sampai hari jumat dengan penggunaan jumlah kendaraan yang kurang maksimal. Berikut adalah jadwal pengiriman :

Tabel 3. Contoh jadwal pengiriman dengan 5 kendaraan

Hari	No. Truk	No. Konsumen	Nama Konsumen	Jumlah Permintaan (unit)	Total Jarak (km)
Jumat	RJI04	34	Palima	52	31
		49	Sempu		
		39	Nancang		
		33	Baros		
	RJI05	65	Gunung Sari	22	53
		32	Curug		
		44	Kelodran		
		47	Nyapah		

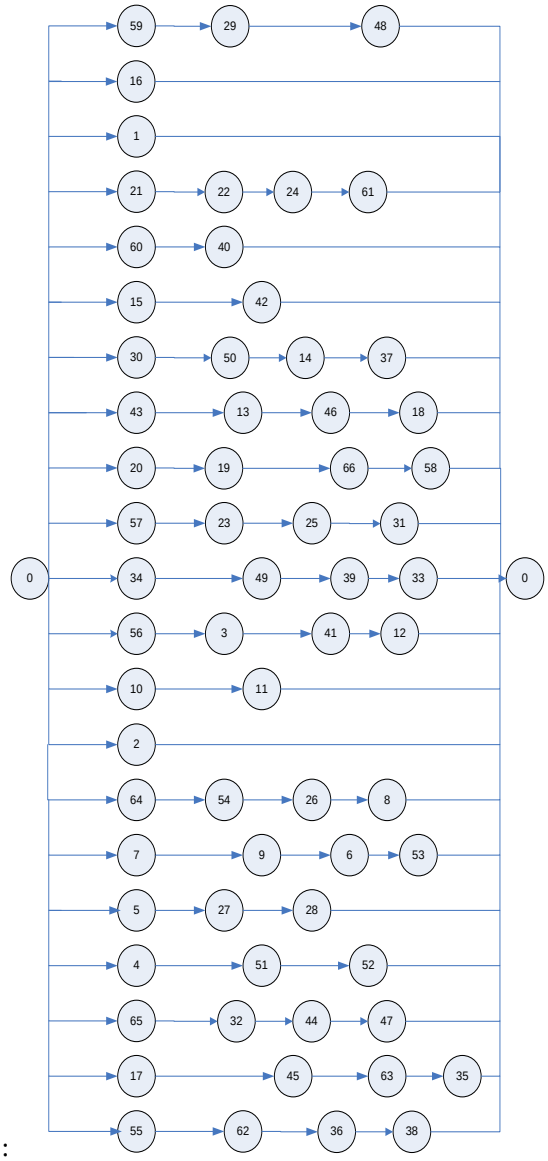
2. Jadwal pengiriman dengan menggunakan 4 kendaraan.
   Dengan 4 kendaraan artinya perusahaan mengurangi 1 kendaraan yaitu Truk RJI05. Dan berdasarkan jadwal pengiriman yang dibuat jadwal kendaraan dengan 4 kendaraan layak diterapkan karena cukup dengan 4 kendaraan, 21 trip dapat dilakukan selama seminggu.

Tabel 4. Contoh Jadwal Pengiriman dengan 4 Kendaraan

Hari	No. Truk	No. Konsumen	Nama Konsumen	Jumlah Permintaan (unit)	Total Jarak (km)
Jumat	RJI01	65	Gunung Sari	22	53
		32	Curug		
		44	Kelodran		
		47	Nyapah		
	RJI02	60	Koloran	80	14.4
		40	Kepandean		
	RJI04	34	Palima	52	31
		49	Sempu		
		39	Nancang		
		33	Baros		

Analisa Trip

Hasil yang didapatkan dengan penggunaan algoritma menunjukkan pengurangan jumlah trip yang dilakukan. Jika dalam aktual perusahaan melalui 30 trip setiap minggunya, namun dengan algoritma ALNS perusahaan hanya melalui 21 trip setiap minggunya, ini berarti berkurang 9 trip yang harus dilalui. Pengurangan jumlah trip ini disebabkan oleh pengaturan pengiriman barang yang lebih teratur. Semula pengiriman barang ini kurang teratur, depot dapat mengirimkan barang didaerah itu 2 kali dengan truk berbeda pada hari yang berbeda pula, namun dengan metode ALNS, depot hanya mengirimkan 1 kali selama 1 minggu dengan 1 truk pada hari yang telah ditentukan. Dengan pengurangan trip ini perusahaan juga dapat mengurangi jumlah kendaraan yang digunakan. Untuk memanfaatkan pengurangan jumlah kendaraan, perusahaan dapat memperluas daerah pemasarannya. Untuk lebih jelasnya pengaturan trip digambarkan seperti dibawah ini



:

Gambar 1. Pengaturan Trip

Penghematan yang dilakukan :

- Jarak

  Berdasarkan hasil yang didapatkan perusahaan dapat memperpendek jarak tempuh kendaraan dengan terlebih dahulu mengatur trip. Pengaturan trip ini tidak hanya berdampak pada semakin pendeknya jalur yang digunakan tetapi juga dapat meminimasi jumlah kendaraan yang digunakan oleh perusahaan.

  Jarak yang berhasil diperpendek adalah dari 2094 Km yang harus ditempuh untuk pengiriman barang menjadi hanya 867 Km artinya jarak yang berhasil dipotong sebesar :

  Perpendekan jarak = $\frac{2094\text{-}867}{20}$ x 100 % = 58.5 %

- Biaya

  Perpendekan jarak berpengaruh terhadap biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan, semakin pendek jarak yang ditempuh maka akan semakin kecil biaya yang dikeluarkan karena jumlah bahan bakar yang dikeluarkan semakin kecil.

  Biaya yang berhasil dihemat adalah
  = Rp. 3,141,000- Rp. 1,300,500
  =Rp. 1,840,500 atau 58.5 %

KESIMPULAN

1. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut didapatkan bahwa jalur atau rute terbaik yang terbaik bagi perusahaan dibagi menjadi 21 trip dalam 1 minggu, hal ini menunjukkan pengurangan trip yang mulanya terdiri dari 30 trip. Trip 1 ke Panancangan-Pakupatan-Trondol, trip 2 ke Cipocok, trip 3 ke Serang, trip 4 ke Unyur-Kaligandu-Lopang-Lontar, trip 5 ke Koloran-Kepandean, trip 6 ke Ciruas-Legok, trip 7 ke Sumur Pecung-Cijawa-Ciracas-Cimuncang, trip 8 ke Karundang-Ciceri-Walantaka-Kebon Jahe, trip 9 ke Taktakan-Dranggong-Benggala-Banjar Agung, trip 10 ke Parung-Kasemen-Banten-Warung Jaud, trip 11 ke Palima-Sempu-Nancang-Baros, trip 12 ke KOPTI-Kramat Watu-Taman Kopasus-Wanayasa, trip 13 ke Serdang-Waringin Kurung, trip 14 ke Cilegon, trip 15 ke Krenceng-Bendungan-Bojonegara-Tegal Wangi, trip 16 ke Grogol-Gerem-Pulo Merak-Kota Bumi, trip 17 ke Merak-Suralaya-Salira, trip 18 ke Anyer-Samang Raya-Mancak, trip 19 ke Gunung Sari-Curug-Kelodran-Nyapah, trip 20 ke Pontang-Pabuaran-Padarincang-Petir, trip 21 ke Wulandira-Calung-Kragilan-Ciujung.
2. Dengan menggunakan algoritma ALNS didapatkan jarak yang layak adalah 867 Km. Dengan demikian terjadi pengoptimalan jarak hingga 58.5%.
3. Biaya pengiriman barang yang layak dengan menggunakan algoritma ALNS yaitu Rp. 1, 300,500.

DAFTAR PUSTAKA

Azi. N, Gendreau. M, Polvin. J. (2010). An Adaptive Large Neighborhood Search For A Vehicle Routing Problem With Multiple Trips. *JournalInteruniversity Research Centre on Enterprise Networks Logistics and Transportation.*

Fitria, Lisye. Susanty. S, Suprayogi (2009).Penentuan Rute Truk Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah Di Bandung. *Jurnal Teknik Industri*Vol. 11 : 51-60.

Guilherme Bastos Alvarenga, RicardoMartins de Abreu Silva, RudiniMenezes Sampaio (2005) A Hybrid Algorithm for the Vehicle Routing Problem withTime Window. *Journal Dept. of Computer Science, Federal University of Lavras, Brazil.*

Liu Fuh-Hwa, Shen Sheng-Yuan.(1999). A Method for Vehicle Routing Problem with Multiple Vehicle Types and Time Windows. *Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(A)* Vol. 23, No. 4, 1999. pp. 526-536

Montjoy. A, Herrmann. J. W. (2010). Adaptive Large Neighborhood Search for the Inventory Slack Routing Problem. *Proceedings of the 2010 Industrial Engineering Research Conference A. Johnson and J. Miller, eds*

Muller Laurent Flindt. (2009). An Adaptive Large Neighborhood Search Algorithm for the Resource-constrained Project Scheduling Problem. *The VIII Metaheuristics International Conference*

Nurlaeli, Leli (2006).*Penyelesaian Vehicle Routing Problems Pada PT. X Dengan Menggunakan Metode Algoritma Adaptive Large Neighborhood Search*. Depok : Universitas Indonesia.

Pisinger. D, Ropke. S. (2006). Adaptive Large Neighborhood Search applied to mixed vehicle routing problems. *Journal NEXT Workshop.*

Ralphs T.K., Kopman L.,Pulleyblank W.R.,Trotter L.E. (1991) On the Capacitated Vehicle Routing Problem. *Mathematical Programming manuscript*

Sheldiana W., Parung J., Prayoga D. N. (2009). Perancangan Algoritma Sistem Distribusi Dengan Reverse Logistics untuk Produk Air Minum Dalam Kemasan. *Journal of Logistics and Supply Chain Management, Vol 2. No 1 : 50-60.*

Suwarto. (2006)Modul 3 Sistem Dan Model. *Pelatihan Perencanaan Kehutanan Berbasis Penataan Ruang*. Forum Kajian KebijakanSspasial Kehutanan P4W.

Toth. P, Vigo. D. (2002)*The vehicle routing problem*. Italy : universita degli studi.

http://jiunkpe/s1/tmi/2008/jiunkpe-ns-s1-2008-25404051-10537-penugasan_truk-chapter2.pdf . (24 Februari 2010)

http: //jiunkpe/s1/tmi/2002/jiunkpe-ns-s1-2002-25497046-1532segoro_ecomulyo- chapter2.pdf. (20 Agustus 2010)

PENENTUAN KONSUMSI OKSIGEN (VO_2) MAKSIMAL TERPAPAR TEMPERATUR

Annisa Purbasari[1], Nur Aini Masruroh[2], Rini Dharmastiti[3]
[1]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan Batam
[2,3]Fakultas Teknik - Universitas Gadjah Mada
[1]Jl. Batu Aji Baru, Batam, Kepulauan Riau
E-mail : annisapurbasari@gmail.com

ABSTRAKS
Hubungan yang sinergis antara prinsip-prinsip ergonomi dan faal olahraga bertujuan untuk tercapainya atlet berprestasi dan berproduksi secara maksimal. Performansi atlet yang tinggi dapat dicapai melalui hubungan yang seimbang antara beban, kapasitas fisik, dan lingkungan. Salah satu pendekatan untuk mengetahui performansi fisik atlet melalui pengukuranVO_2max terpapar temperatur. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan konsumsi oksigen (VO_2)maksimal yang terpapar temperatur, mengetahui pengaruh variasi temperatur lingkungan terhadap kapasitas fisik (VO_2) maksimal dan hubungan Rating of Perceived Excertion pada Skala Borg dengan denyut jantung terpapar variasi temperatur. Penelitian untuk penentuan VO_2max dengan diberikan dua perlakuan temperatur yaitu pada WBGT 25,5±1,7^oC dan WBGT 32,9±1,7^oC. Subyek yang terlibat untuk penentuan VO_2max sebanyak 10 orang laki-laki, usia 18-25 tahun, menggunakan pakaian tropis 0,3 clo dan melakukan aktivitas berlari di treadmill (jogging). Penentuan VO_2max dilakukan dengan protokol maximal test. Analisis penelitian ini dilakukan uji statistik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa VO_2 max pada WBGT 25,5±1,7^oC sebesar 2,466±0,419 L/min dan nilai VO_2 max pada WBGT 32,9±1,7^oC sebesar 2,466±0,327 L/min. Variasi temperatur pada WBGT 25,5±1,7^oC tidak menunjukkan perbedaan VO_2 max dan VO_2 maxrelatif terhadap berat badan yang bermakna dengan variasi temperatur pada WBGT 32,9±1,7^oC. Untuk penilaian indikator subjektif dengan Borg's RPE Scale, hasilnya menunjukkan rata-rata skala RPEpada kedua temperatur normal (WBGT 25,5±1,7^oC) dan temperatur panas(WBGT 32,9±1,7^oC)adalah sama (tidak berbeda) sehingga dapat dinyatakan bahwa kenaikan temperatur tidak mempengaruhi hubungan rata-rata RPE dan Denyut Jantung (DJ).

***Kata kunci**: Borg's RPE Scale, Konsumsi oksigen maksimal (VO_2max), performansi atlet, temperatur lingkungan*

PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan produktivitas dan prestasi dalam pembinaan atlet olahraga di Indonesia dapat dilakukan dengan memanfaatkan hubungan yang sinergis antara ergonomi dan prinsip-prinsip fisiologi olahraga. Aplikasi ergonomi dan faal olahraga pada atlet di Indonesia saat ini masih terbilang minim. Kaitan yang erat dalam aplikasi ergonomi dan faal olahraga bertujuan untuk tercapainya manusia berprestasi dan berproduksi secara maksimal (Manuaba, 2003).

Manusia merupakan makhluk sosial yang memiliki mobilitas perpindahan sangat tinggi dan seringkali terpapar kondisi variasi iklim sepanjang tahun, bukan tidak mungkin suatu ketika harus berada pada suatu tempat dengan suhu lingkungan yang ekstrim, terlalu tinggi (panas) ataupun terlalu rendah (dingin), sehingga tubuh perlu beberapa hari untuk aklimatisasi pada perubahan lingkungan. Tubuh manusia akan bekerja lebih berat, tidak hanya untuk beradaptasi terhadap perubahan suhu lingkungan, tetapi juga peningkatan metabolisme atau mekanisme fisiologis lain yang terjadi dalam rangka pemenuhan kebutuhan energi untuk memberikan penampilan terbaik (Indra, 2007). Permasalahan muncul jika beban atau tuntutan tugas, kemampuan manusia dan lingkungan yang tidak seimbang, hal ini sangat beresiko besar terjadinya kelelahan dan meningkatkan penyakit akibat pengaruh lingkungan seperti *heat exhaustion*, *heat stress*. Kasus permasalahan tersebut biasanya dialami dalam aktivitas cabang olahraga atletik, sepakbola, triathlon, softball. Oleh karena itu, dalam menyusun jadwal dan bentuk pertandingan atau latihan dalam pembinaan atlet perlu memperhatikan beban, kapasitasmanusia dan kondisi lingkungan. Agar beban kerja tidak melebihi kapasitas kerja manusia adalah dengan mengetahui berat ringannya beban kerja dan mengukur aktivitas kerjanya (Hastuti *et al*., 1998; Astrand dan Rodahl, 2003 dalam Soleman, 2009). Salah satu pendekatan untuk mengetahui kemampuan fisik dengan mengukur konsumsi oksigen maksimal (VO_2max). Persiapan pertandingan untuk kondisi panas pada atlet dengan mengadaptasi latihan intensitas tinggi untuk periode waktu pendek yaitu selama 30 menit setiap hari digunakan 75% VO_2max dan sama efektifnya dengan latihan 60 menit digunakan 50% dari VO_2max

(Houmard *et al*., 1990 dalam Maughan dan Shirreffs, 2012). VO_2max pada atlet untuk menunjukkan kapasitas tubuh dalam menggunakan oksigen secara maksimal (Bridger, 1995; Sastropanoelar, 1988 dalam Maqsalmina, 2007).Menurut Manuaba (2000) dalam Tarwaka dkk (2004) dan Rodahl (1989), menjelaskan bahwa kinerja seseorang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Standar *Wet-Bulb Globe Temperature* (WBGT) menurut American College of Sports Medicine (ACSM) saat melaksanakan pertandingan untuk resiko ekstrim temperatur panas yaitu di atas 28^{o}C (Armstrong *et al.*, 1995). Apabila kondisi ekstrim ini tidak dikendalikan dan tubuh terpapar untuk waktu yang cukup lama, maka menyebabkan penurunan kondisi fisiologis.

Dengan mengetahui mekanisme fisiologi adaptasi tubuh berdasarkan beberapa indikator yang diukur dalam penelitian ini dapat menentukan nilai dan menerangkan dampak VO_2max, apakah berpengaruh atau tidak ketika atlet berlatih atau bertanding dengan beban pada lingkungan normal dan ekstrim panas.

TUJUAN

Tujuan penelitian ini untuk menentukan VO_2max mahasiswa FIK UNY yang terpapar variasi temperatur lingkungan, mengetahui pengaruh variasi temperatur lingkungan terhadap kapasitas fisik (VO_2) maksimal dan mengetahui hubungan *Rating of Perceived Excertion* pada Skala Borg dengan denyut jantung (RPE dan DJ) terpapar variasi temperatur.

MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini memberikan kontribusi bagi pihak pengelola atau lembaga pendidikan khususnya yang berfokus dibidang keolahragaan dalam menentukan kebijakan untuk mengetahui kebutuhan energi dan kapasitas fisik sehingga dapat memperkirakan beban, proporsi dan lama pertandingan yang diterima atlet tidak melebihi batas yang direkomendasikan serta mengurangi terjadinya kelelahan kumulatif dan mencegah terjadinya penyakit akibat paparan temperatur. Aplikasi penentuan VO_2 maksimal berdasarkan intervensi ergonomi dan faal olah raga pada pembinaan atlet, meliputi : pengaturan rotasi pertandingan, penjadwalan dan bentuk latihan serta pemberdayaan atau penerimaan atlet baru.

METODE

Jumlah subyek dalam penelitian ini melibatkan 10 mahasiswa FIK UNY dengan usia rata-rata 21,1 tahun. Subyek memiliki tinggi badan rata-rata 168,06 (SD 5,27) cm, berat badan rata-rata 61,3 (SD 10,93) kg dan *Body Mass Index* rata-rata 21,64 (SD 3,09). Untuk mengurangi faktor pakaian, subyek menggunakan pakaian tropis yaitu 0,3 clo dengan berpakaian yang terdiri dari kaos t-shirt, celana pendek, dan berkaos kaki (Stanton dkk, 2005 dalam Lahay, 2011).

Variabel temperatur lingkungan adalah WBGT 25,5±1,7^{o}C dan WBGT 32,9±1,7^{o}C, dengan kecepatan udara sebesar 0-0,2 m/det dan tekanan udara sebesar 760-788 mbar. Variabel yang diukur dalam penelitian adalah VO_2max, usia, denyut jantung, berat badan, tinggi badan**,** temperatur lingkungan dan nilai subjektif Borg's RPE *Scale*. Bridger (1995) menyatakan bahwa kapasitas fisiologi dipengaruhi oleh usia, berat badan, jenis kelamin, konsumsi alkohol, rokok, gaya hidup, olah raga, nutrisi, motivasi, populasi atmosfir, kualitas udara, ventilasi, ketinggian, kebisingan, serta lingkungan panas dan dingin. Estimasi energi yang dikeluarkan pada aktivitas fisik dapat diprediksi dari denyut jantung dengan memasukkan faktor usia, jenis kelamin, berat badan, dan kebugaran (Keytel *et al*., 2005). Karakteristik fisik seperti usia, jenis kelamin, tinggi badan dan berat badan bisa digunakan untuk meningkatkan rata-rata prediksi kerja (Kamalakannan *et al*., 2007).

Metode penelitian ini mengacu pada Soleman (2009) karena telah disesuaikan dengan kondisi orang Indonesia. Pada penelitian ini menggunakan protokol Keytel berdasarkan metode *maximal test*. Protokol ini bertujuan untuk menentukan kecepatan maksimal berlari, subyek berlari selama 5 menit di atas *treadmill* dengan kecepatan awal 7 km/jam dan dinaikkan kecepatannya sebesar 0,5 km/jam setiap 30 detik sampai subyek merasa lelah. Subyek akan ditanyakan mengenai tingkat kelelahan fisik yang dirasakannya setiap 30 detik dengan menggunakan 20 skala *Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) Scale.* Subyek tidak diperkenankan memegang pegangan (*handrail*) *treadmill* selama berlari karena untuk menjaga keseimbangan tubuh. Sudut kemiringan *treadmill* sebesar 0% disesuaikan dengan protokol penelitian. Pengukuran tekanan darah subyek dilakukan sebelum dan setelah melakukan penelitian. Untuk menentukan VO_2 max, mengetahui pengaruh variasi temperatur lingkungan terhadap kapasitas fisik (VO_2) maksimal dan mengetahui hubungan tingkat kelelahan fisik yang dirasakannya dengan menggunakan 20 skala *Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) Scale* dan denyut jantung sebagai penilaian subjektif, hal ini dapat dilakukan dengan uji statistika.

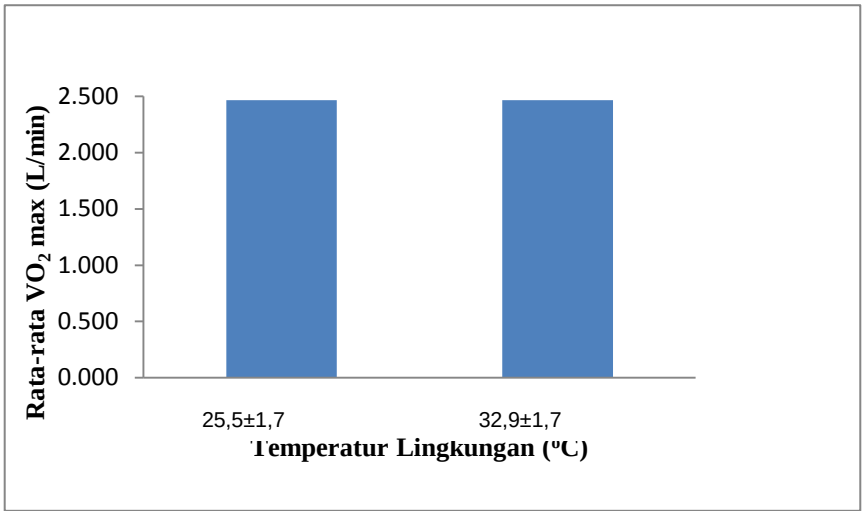
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok hasil persamaan dari dua perlakuan temperatur. Dalam hal data runtut waktu (*time-series*) pada penelitian ini, bahwa penggunaan VO_2 max secara permanen akan mengalami perubahan pada waktu tertentu, sehingga terbentuk dua kelompok observasi yaitu WBGT 25,5±1,7^oC dan WBGT 32,9±1,7^oC.

Uji hipotesis bahwa sampel mengikuti distribusi tertentu dengan melakukan uji statistik. Terdapat beberapa langkah untuk melakukan uji statistik. Langkah pertama adalah menguji jumlah kecukupan data yang menunjukkan bahwa jumlah sampel subyek dinyatakan cukup.

Langkah berikutnya adalah uji normalitas data dengan uji Kolmogorov-Smirnov untuk data konsumsi oksigen maksimal (VO_2max dalam L/min) dan konsumsi oksigen maksimal relatif terhadap berat badan (VO_2max dalam mL/kg/min) dengan tingkat keyakinan 95% dan α = 0,05. Pengukuran rata-rata VO_2max pada Gambar 1 dan hasil uji normalitas data untukWBGT 25,5±1,7^oC menunjukkan nilai rata-rata standar deviasi VO_2max sebesar 2,466±0,419 L/min dan VO_2max sebesar 40,226±3,745 mL/kg/min, sedangkan nilai probabilitas (p) dari VO_2max sebesar 0,916 L/min dan VO_2max sebesar 0,623 mL/kg/min, dimana nilai p lebih dari α maka data berdistribusi normal.

Perhitungan *power*dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan hasil uji berdistribusi normal.P*ower* normalitas VO_2max pada WBGT 25,5±1,7^oC untuk tingkat keyakinan 95% dan α = 0,05, asumsi standar deviasi σ= 0,42, dan perbedaan rata-rata yang diharapkan 0,176 dengan 10 subyek diperoleh nilai *power* statistik sebesar0,263, sedangkan *power* normalitas VO_2max dengan α = 0,5, asumsi standar deviasi σ= 0,324, dan perbedaan rata-rata yang diharapkan 0,176 dengan 10 subyek diperoleh nilai *power* statistik sebesar 0,765, sehingga *power* dinyatakan kuat pada tingkat keyakinan 50%.



Gambar 1. Perbedaan Rata-rata VO_2max Berdasarkan Temperatur Lingkungan

Dari Gambar 1 dan hasil uji normalitas data untuk WBGT 32,9±1,7^oC menunjukkan nilai rata-rata standar deviasi VO_2max sebesar 2,466±0,327 L/min dan VO_2max sebesar 40,4450±4,333 mL/kg/min. Untuk nilai p dari VO_2 max sebesar 0,809 L/min dan VO_2max sebesar 0,952 mL/kg/min, maka diperoleh nilai p lebih dari α sehingga data berdistribusi normal.

P*ower* normalitas VO_2max untuk WBGT 32,9±1,7^oC pada tingkat keyakinan 95% dan α = 0,05, asumsi standar deviasi σ= 0,324, dan perbedaan rata-rata yang diharapkan 0,202 dengan 10 subyek diperoleh nilai *power* statistik sebesar 0,505, sedangkan *power* normalitas VO_2max dengan α = 0,2, asumsi standar deviasi σ= 0,324, dan perbedaan rata-rata yang diharapkan 0,202 dengan 10 subyek diperoleh nilai *power* statistik sebesar 0,755, sehingga *power* dinyatakan kuat pada tingkat keyakinan 80%.

Dari Gambar 1berdasarkan pengukuran 10 orang subyek diperoleh kesimpulan pada WBGT 25,5±1,7^oC menunjukkan rata-rata nilai VO_2max sebesar 2,466±0,419 L/min dan VO_2max sebesar 40,226±3,745 mL/kg/min. Untuk pengukuran data sampel pada WBGT 32,9±1,7^oC diperoleh rata-rata nilai VO_2max sebesar 2,466±0,327 L/min dan VO_2max sebesar 40,4450±4,333 mL/min/kg. Dari nilai VO_2max (L/min) ditemukan perbedaan rentang nilai, yaitu pada WBGT 25,5±1,7^oC diperoleh rentang

VO_2max (L/min) yang lebih besar dibandingkan pada saat WBGT 32,9±1,7°C, sedangkan pada WBGT 25,5±1,7°C diperoleh rentang VO_2max (mL/min/kg) yang lebih kecil dibandingkan pada saat WBGT 32,9±1,7°C. Tidak terjadi perbedaan yang signifikan pada rata-rata VO_2max pada dua perlakuan eksperimen tersebut karena rentang temperatur yang masih dalam batasan kondisi lingkungan Indonesia (iklim tropis) dan tubuh atlet telah beradaptasi dengan kondisi lingkungan. Setelah beberapa hari melakukan latihan, toleransi atlet terhadap iklim panas meningkat, terjadi ketika tubuh beradaptasi terhadap kombinasi tekanan dari panas yang dihasilkan oleh metabolisme internal dan suhu lingkungan tinggi (Indra, 2007).

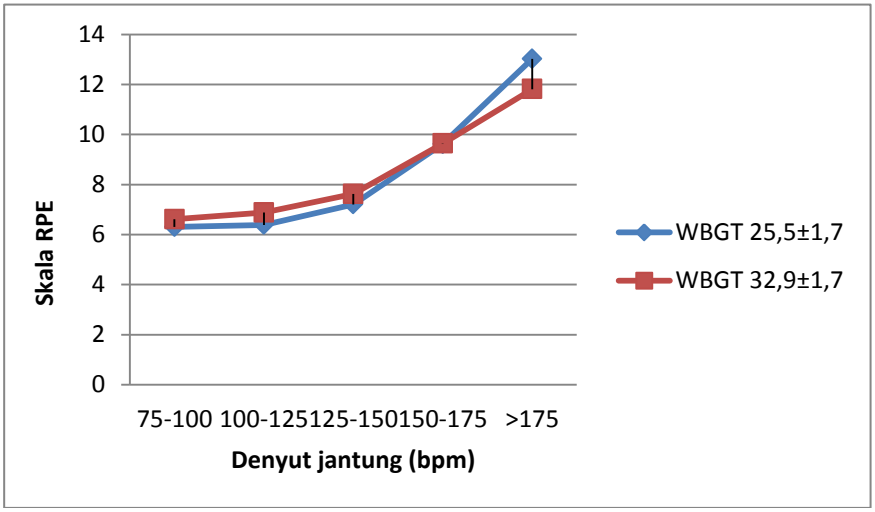
Jika nilai VO_2max (L/min) dan VO_2max (mL/min/kg) mahasiswa atlet (FIK) terpapar variasi temperatur dibandingkan dengan penelitian serupa di Indonesia yang dilakukan oleh Widyasmara (2007) dengan menggunakan subyek 10 orang mahasiswa bukan atlet, rentang usia 17-23 tahun, suhu ruang 20-24°C, dan kelembaban 20-40% diperoleh prediksi VO_2max sebesar 2,64±0,51 L/min dan VO_2max sebesar 42,42±7,25 mL/min/kg. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai VO_2max mahasiswa FIK yang terpapar variasi temperatur lebih rendah dari mahasiswa bukan atlet dengan rentang usia dan kondisi suhu relatif hampir sama.

Beberapa penelitian menunjukkan terjadi perbedaanVO_2max karena berbagai faktor, seperti : asupan, penyimpanan, utilisasi gizi; kondisi jantung; faktor somatik seperti usia, jenis kelamin; kesehatan seperti kondisi kesehatan, keterampilan, kebugaran; psikologis seperti motivasi, pelatihan, sikap; dan lingkungan (Wicken *et al*., 2004; Kroemer *et al*., 1997 dalam Soleman 2009). Selain faktor-faktor tersebut, faktor lain yang menjadi penyebab terjadinya perbedaan adalah perbedaan metode penelitian, misalnya perbedaan penggunaan protokol, perlakuan eksperimen dan penggunaan alat penelitian.

Dari hasil uji perbedaan dua pengamatan ulang pada WBGT 25,5±1,7°C dan WBGT 32,9±1,7°C terhadap VO_2max menunjukkan bahwa korelasi antara dua variabel adalah sebesar 0,947 dengan p sebesar 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi antara dua rata-rata VO_2max pada temperatur normal (WBGT 25,5±1,7°C) dan temperatur panas (WBGT 32,9±1,7°C) adalah kuat dan signifikan.

Penentuan perbedaan signifikansi secara statistik menunjukkan nilai t sebesar -0,006 dengan p sebesar 0,995. Karena nilai p > 0,05, maka tidak ada pengaruh atau memiliki varian yang sama antara kedua variabel VO_2max pada WBGT 25,5±1,7°C dan WBGT 32,9±1,7°C. Pada dua perlakuan temperatur penelitian menunjukkan nilai VO_2max tidak ada perbedaan signifikan karena perlakuan tingkat temperatur pada rentang aklimatisasi iklim tropis yang sesuai dengan kondisi lingkungan Indonesia. Selain hal tersebut, tubuh subyek dapat beradaptasi terhadap perbedaan kondisi lingkungan. Setelah beberapa hari melakukan latihan, toleransi atlet terhadap iklim panas meningkat, terjadi ketika tubuh beradaptasi terhadap kombinasi tekanan dari panas yang dihasilkan oleh metabolisme internal dan suhu lingkungan tinggi (Indra, 2007).

Penelitian ini menggunakan *Rating of Perceived Excertion* pada Skala Borgdengan interval 6-20. Hubungan tenaga yang dirasakan dengan denyut jantung (RPE dan DJ) sebagai penilaian subjektif pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan *Rating of Perceived Excertion* pada Skala Borg dengan denyut jantung (RPE dan DJ) terpapar variasi temperatur

Hubungan RPE dan DJ dari uji *paired samples t-test* pada Gambar 2 menunjukkan ada korelasi yang kuat dan signifikan antara dua rata-rata skala RPEsebesar 0,996 dengan p sebesar 0,000 pada kedua temperatur nyaman dan temperatur panas. Dari data nenunjukkan nilai t hitung sebesar -0,006 dengan nilai p sebesar 0,995. Karena nilai p>0,05 maka dapat disimpulkan bahwa Ho tidak ditolak, artinya rata-rata skala RPEpada kedua temperatur normal (WBGT 25,5±1,7^{o}C) dan temperatur panas(WBGT 32,9±1,7^{o}C)adalah sama (tidak berbeda). Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kenaikan temperatur tidak mempengaruhi hubungan rata-rata RPE dan DJ. Hal ini berbeda dengan peneliti lainnya, hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan RPE selama subyek beraktivitas pada lingkungan panas (Bouchard *et al*., 2007). Sedangkan Gambar 2 menunjukkan terjadi penurunan RPE subyek saat denyut jantung lebih dari 175 (denyut/menit) pada temperatur panas(WBGT 32,9±1,7^{o}C). Beberapa penelitian menjelaskan bahwa orang yang beraktivitas pada lingkungan hangat akan lebih mudah terasa lelah setelah beraktivitas satu hari dibandingkan dengan orang yang beraktivitas pada lingkungan nyaman (Chen *et al*., 2003; Oginska *et al*., 1993 dalam Bouchard *et al*., 2007).

KESIMPULAN

Hasil penilaian VO_2 max terpapar variasi temperatur yaitu :

1. Nilai VO_2 max terpapar variasi temperatur, yaitu:
   a. Pada WBGT 25,5±1,7^{o}C sebesar 2,466±0,419 L/min dan VO_2 max relatif terhadap berat badan sebesar 40,226±3,745 mL/min/kg.
   b. Pada WBGT 32,9±1,7^{o}C sebesar 2,466±0,327 L/min dan VO_2 max relatif terhadap berat badan sebesar 40,4450±4,333 mL/min/kg.
2. Variasi temperatur pada WBGT 25,5±1,7^{o}C tidak menunjukkan perbedaan VO_2 max dan VO_2 maxrelatif terhadap berat badan yang bermakna dengan variasi temperatur pada WBGT 32,9±1,7^{o}C.
3. Kenaikan temperatur tidak mempengaruhi hubungan rata-rata skala RPE dan Denyut Jantung, artinya rata-rata skala Borg RPE pada kedua temperatur normal (WBGT 25,5±1,7^{o}C) dan temperatur panas(WBGT 32,9±1,7^{o}C)adalah sama (tidak berbeda).

PUSTAKA

Al-Haboubi, M.H. (1996). Energy Expenditure during Moderate Work At Various Climates, *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 17, pp. 379-388.

Armstrong, L.E., Epstein, Y., Greenleaf, J. E., Haymes, E. M., Hubbard, R. W., Roberts, W. O., and Thompson, P. D. (1995). *Heat and Cold Illnesses During Distance Running : ACSM Position Stand*, American College of Sports Medicine, Medicine & Science in Sports & Exercise (28) 12, i-x.

Bridger, R.S. (1995). *Introduction To Ergonomics*, McGraw-Hill Book Company, Singapore.

Bouchard, D.R.., Trudeau, F. (2007). Reliability of the assessment of the oxygen/heart rate relationship during a workday, *Applied Ergonomics*, vol. 38, pp. 491–497.

Christie, C. J. (2006) *A Field Investigation Of Physical Workloads Imposed On Harvesters In South African Forestry, Dissertation*, Department of Human Kinetics and Ergonomics, Rhodes University, Grahamstown, South Africa.

Hair, JR. J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., and Black, W.C. (1992) *Multivariate Data Analysis with Readings* 3rded, Macmillan Publishing Company, New York, USA.

Hastuti, B., Soempeno, B., dan Chuseri, A. (1998) Ambilan Oksigen Maksimal (VO_{2max}) Pada Usia Lanjut : Hubungan antara Lama dan Frekuensi Latihan dengan Tinggi VO_{2max}, *BPPS-UGM, 11, (3C)*, pp.323-337.

Imbeau, D., Desjardins, L., Dessureault, P.C., Riel, P., Fraser, R. (1995) Oxygen Consumption During Scaffolf Assembling And Disassembling Work : Comparison between field measurements And Estimation From Heart Rate, *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 15, pp. 247-259.

Indra, E.N. (2007) Adaptasi Fisiologis Tubuh Terhadap Latihan Di Suhu Lingkungan Panas dan Dingin, *Prosiding Seminar Nasional PROPERTI*, FIK UNY, Yogyakarata, http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/Eka%20Novita%20Indra,%20M.Kes./proceeding%20nas0001.pdf, [online, accessed 20 June 2011].

Johnson, A.T., Benjamin, M.B., and Silverman, M. (2002) Oxygen consumption, heat production, and muscular efficiency during uphill and downhill walking, *Applied Ergonomics*, vol. 33, pp. 485–491.

Kamalakannan, B., Groves, W., and Freivalds, A. (2007). Predictive Models for Estimating Metabolic Workload based on Heart Rate and Physical Characteristics, *The Journal of SH&E Research*, vol. 4, Num. 1.

Keytel, L.R., Goedecke, J.H., Noakes, T.D., Hiiloskorpi, H., Laukkanen, R., van der Merwe, L., and Lambert, E.V. (2005) Prediction of energy expenditure from heart rate monitoring during submaximal exercise, *Journal of Sports Sciences*.

Magrani, P., and Pompeu, F.A.M.S. (2009) Equations for Predicting Aerobic Power (VO_2) of Young Brazilian Adults, *Sociedade Brasileira De Cardiologia*, MCMXLIII, Rio de Janeiro, RJ – Brazil.

Manuaba, A. (2003). *Optimalisasi Aplikasi Ergonomi dan Fisiologi Olahraga dalam Rangka Peningkatan Produktivitas Tenaga Kerja dan Prestasi Atlet*, Makalah, Disampaikan pada Seminar Nasional Ergonomi dan Olahraga di Universitas Negeri Semarang, Semarang 12 April, http://www.balihesg.org-balihesg, [online, accessed 20 June 2011].

Montgomery, D.C., and Runger, G.C. (2003) *Applied Statistics and Probability for Engineers*, 3rd edt., John Wiley & Sons, Inc., New York.

Rodahl, K. (1989). *The Physiology of Work*, Taylor & Francis Ltd, Great Britain.

Saat, M., Tochihara, Y., Hashiguchi, N., Sirisinghe, R.G., Fujita, M., and Chou, C.M., 2005, Effects of Exercise in the Heat on Thermoregulation of Japanese and Malaysian Males, *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 24 (4), pp. 267-275.

Soleman, A. (2009) *Kapasitas Aerobik Maksimum Dan Persamaan Prediksi Konsumsi Oksigen Pada Perempuan Pekerja Industri*, Tesis, Program Pascasarjana, ITB, Bandung.

Tarwaka., Bakri, S.HA., dan Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi : Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, UNIBA PRESS, Surakarta.

Wickens, C.D., Lee, J.D., Liu, Y., & Becker, S.E.G. (2004). *An Introduction To : Human Factor Engineering* (2nd ed), Pearson Education, New Jersey.

UJI AKURASI *TRAINING SAMPLE* UNTUK KLASIFIKASI TERAWASI DATA PENGINDERAAN JAUH RESOLUSI MENENGAH

Wiweka, Etty Parwati, Teguh Prayogo, Yennie Marini, Syarif Budiman
Pusat Pemanfaatan Peginderaan Jauh, LAPAN
Jl. Kalisari 8 Pekayon Pasar Rebo Jakarta Timur 13710
Telp. 021-8706582, Fax. 021-8722733
Email: wiweka@lapan.go.id

ABSTRAKS
Uji akurasisetiap sub-prosespengolahan citra datapenginderaan jauh merupakan langkah pentingdalam menentukanakurasi nilai klasifikasiinformasi spasial untukpemanfaatan pengguna, karena keluaran produkpenginderaan jauh itu dapatdijadikan sebagai dasaruntuk mengkaji kekinian realitas kondisi lingkunganserta keputusan ekonomis kejadian bencana. Pengguna kini semakin kritis dalam memanfaatkan turunan data penginderaan jauh, serta telah mampumengevaluasi apakahakurasicitra tematik yang dihasilkansesuaitujuan merekaatautidak. Matrik kesalahan itu dapat diturunkan dari hubungan sejumlah data acuan dan informasi spasial yang diklasifikasikan yang perhitungannya melalui sejumlah pentahapan. Ada berbagaifaktor yang mempengaruhikinerjadari penilaianakurasimatrikskesalahan, seperti ketersediaan himpunan datasurvey lapangan. . Untuk penelitian ini digunakan Citra Landsat 8, peta rupa bumi Indonesia, survey lapangandan beberapadata acuan, dalam penelitian iniyang menjadi kajian utama adalah uji akurasi training sampel dari citra Pansharpen untuk digunakan mengklasifikasi data multispektral dan fusi Pansharpen. Skema pengambilan sampel dilaksanakan dengan acak tanpa mempertimbangkan jumlah sampel, hasil akurasinya beragam antara 80 % hingga 95%., hasil overall accuracy dan kappa klasifikasi citra multispectral lebih baik dari citra Pansharpen

***Kata kunci**: akurasi, klasifikasi, penginderaan jauh, resolusi menengah, sampel*

PENDAHULUAN

Penginderaan jauh sebagai salah satu teknologi pemetaan telah berkembang pesat dari sisi resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi temporal, nilai radiometrik, dan *signal noise ratio*, baik yang berbasiskan optis dan radar. Penggunaan sensor optis seperti citra satelit Landsat 8 telah membawa anatomi tersedianya data penginderaan jauh yang kontinu dan konsiten untuk memantau perubahan permukaan bumi. Citra satelit Landsat 8digunakan dalam penelitian ini, karena panjang gelombangnya lebih sempit dibanding dengan panjang gelombang Landsat 7, sehingga bila digunakan untuk aplikasi tertentu hasil keluarannya lebih baik.

Tahapan pengolahan data penginderaan jauh terbagi atas 3 yaitu pra pengolahan, pengolahan dan pasca pengolahan, sub proses pra pengolahan terdiri atas koreksi atmosferik, koreksi radiometrik, koreksi geometrik, tansformasi dan penajaman citra, sedang sub proses pengolahan terdiri atas klasifikasi terawasi dan tak terawasi, didalam klasifikasi terawasi memerlukan data sampling yang bersumber dari data acuan yang terbaru.

Fusi band multispektral dengan band Pansharpen akan menghasilkan citra dengan representasi yang tegas perbedaannya antar kelas liputan lahan dibanding dengan citra multispectral, dengan demikian hasil fusi dapat digunakan sebagai tempat mengambil training sampel kelas. Pengambil training sampel dilakukan dengan acak, tidak memperhitungkan jumlah piksel dalan suatu poligon. Keberadaan training sampel tersebut digunakan untuk mengklasifikasi terhadap citra satelit. Jadi fokus dalam penelitian ini adalah uji akurasi training sampel, seberapa pengaruhnya terhadap klasifikasi citra multispektral dan Pansharpen, klasifikasi yang digunakan adalah maksimum likelihood. Hasil menunjukkan bahwa citra multispektral mempunyai akurasi lebih tinggi dibanding dengan citra Pansharpen

TINJAUAN PUSTAKA

Akurasi klasifikasi data penginderaan jauh tergantung perbandingan antara hasil klasifikasi dengan data acuan (www.yale.edu, 2014) , dengan syarat data acuannya lebih akurat, diambil dari survey lapangan, citra satelit dengan resolusi lebih tinggi. Penilaian akurasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuran klasifikasi. Keakuratan tersebut meliputi jumlah training sample piksel yang diklasifikasikan dengan benar atau salah dan presentase banyaknya piksel dalam masing-masing kelas serta presentase kesalahan total. Penilaian akurasi menggunakan suatu matrik kontingensi yaitu matrik bujur sangkar yang

memuat jumlah piksel yang terklasifikasi, biasa disebut matrik confusion, Dalam matrik kontingensi ini, analis dapat menghitung besarnya akurasi pembuat (*producer accuracy*) dan akurasi pengguna (*user accuracy*) dari setiap kelas liputan lahan . Akurasi pembuat adalah akurasi yang diperoleh dengan membagi piksel yang benar dengan jumlah total piksel per kelas liputan lahan. Pada akurasi ini akan terjadi kesalahan omisi, oleh karena itu akurasi pepembuat ini dikenal juga dengan istilah "*omission error*". Sebaliknya, jika jumlah piksel yang benar dengan total piksel dalam kolol akan menghasilkan akurasi pengguna, yang dikenal dengan "*comission error*"(Congalton,1991).

Persamaan akurasi dapat dinyatakan dengan rumusan sebagai berikut :

User's Accuracy = $(X_{ii}/X_{+1})x100\%$ (1)

Producer's Accuracy = $(X_{ii}/X_{1+})x100\%$ (2)

Overall Accuracy = $((\Sigma_{i=1} X_{ii}/N)x100\%$ (3)

Kappa Accuracy = $[(\Sigma_{i=1} X_{ii} - \Sigma_{i=1} X_{1+} X_{+1})/(N2 - \Sigma_{i=1} X_{1+} X_{+1})]x100\%$ (4)

Keterangan :

N = Banyaknya piksel dalam sampel
X1+ = Jumlah piksel dalam baris ke-i
X+1 = Jumlah piksel dalam kolom ke-i
Xii = Nilai diagonal dari matrik kontingensi baris ke-I dan kolom ke-i

Jadi penentuan tingkat akurasi klasifikasi dapat dinilai dari nilai akurasi produser, akurasi user, akurasi total, dan indeks kappa. Nilai akurasi produser berfungsi sebagai penilaian secara tematik, yaitu menunjukkan tingkat kebenaran hasil klasifikasi terhadap kondisi di lapangan. Akurasi user menjelaskan mengenai ketelitian hasil klasifikasi terhadap seluruh obyek yang dapat diidentifikas Akurasi total menggambarkan nilai akurasi total kenampakan objek yang benar di peta klasifikasi dengan lapangan. Nilai indeks kappa mempertimbangkan faktor kesalahan proses klasifikasi, sehingga nilai indeks kappa lebih rendah dari nilai akurasi total dimana hanya mempertimbangkan data yang benar antara hasil klasifikasi dan kondisi dilapangan. Akurasi total menggambarkan nilai akurasi total kenampakan objek yang benar di peta klasifikasi dengan lapangan. Nilai indeks kappa mempertimbangkan faktor kesalahan proses klasifikasi, sehingga nilai indeks kappa lebih rendah dari nilai akurasi total dimana hanya mempertimbangkan data yang benar antara hasil klasifikasi dan kondisi dilapangan.

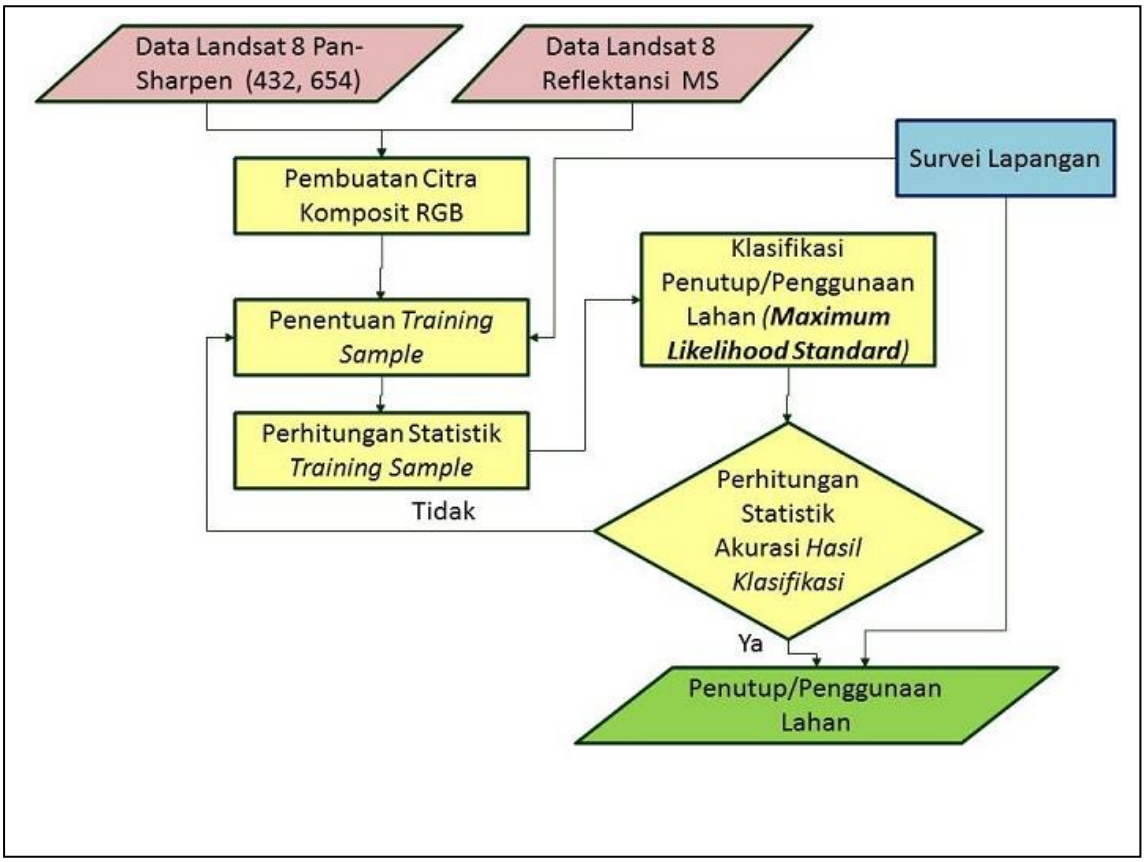
Menurut (Landis dan Koch,1977), nilai koofisien Kappa antara 0,4 – 0,8 termasuk dalam kategori sedang, hal ini berarti uji akurasi pada hasil klasifikasi bhattacharya yang telah dilakukan tidak dapat dalam akurasi yang sangat dipercaya, dalam menggunakan citra hasil klasifikasi perlu kecermatan yang lebih dan kewaspadaan, hasil klasifikasi tidak dapat dipercaya sepenuhnya karena melihat nilai koefisien Kappa yang tergolong dalam kategori sedang tersebut. Nilai akurasi yang kurang baik ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu proses pembentukan segmen yang oversegmented. Kemampuan seseorang dalam mengolah data dengan suatu pendekatan tidaklah sama, sehingga faktor pengguna/ pengolah data sangat berperan penting dalam mengekstrasi informasi. Selain hal tersebut kurang baiknya akurasi dapat pula disebabkan pada proses pengambilan sampel area/ training area

METODOLOGI

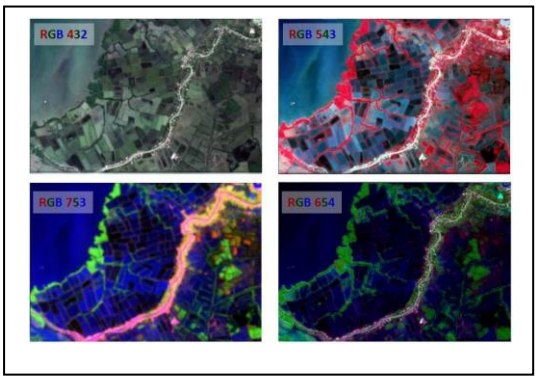
Dalam penelitian ini,, digunakan syarat ketentuan pengolahan data & klasifikasi sebagai batasan operasional yaitu jumlah kelas adalah ±19(dapat lebih banyak sejauh obyek kelas utama dan variannya dapat dibedakan secara visual dan digital)**,** jumlah *training sample* untuk setiap kelas adalah minimal 3 poligon, minimum piksel per poligon adalah 30 piksel **,** bentuk poligon *training sample* adalah bebas (sesuai homogenitas piksel obyek yang akan dikelaskan), akurasi *training sample* adalah ≥ 90%, akurasi *user* adalah ≥ 90%, akurasi *producer* adalah ≥ 90% , akurasi *overall* adalah ≥ 90%.

Dalam penelitian ini, digunakan data citra Landsat 8, yang diakuisisi tanggal 21 Maret 2013, wilayah penelitiannya meliputi sebagaian Kabupaten Bogor, Kabupaten Bekasi, dan Kabupaten Purwakarta. Prinsip pengolahan citra penginderaan jauh dalam penelitian ini , gambar 1,sebagai berikut melakukan komposit citra penginderaan jauh multispektral dan fusi Pansharpen dengan kombinasi band 432 dan 654, gambar 2. Sebelum dilakukan pengambilan training sampel, diperlukan adanya panduan sistem klasifikasi penutup lahan, dalam pengolahan ini ditentukan digunakan sistim klasifikasi kelas liputan lahan Pusfatja 2010 yang berjumlah 19(sembilan belas), gambar 3. Training sampel diakuisi di citra Pansharpen, karena resolusi spasialnya 15 meter, detil, jelas, dan mereprensentasikan kondisi sebenarnya dibanding dengan citra multispektral, gambar 4. Training sampel digunakan untuk mengklasifikasi kedua jenis citra multispectral dan Pansharpen, gambar 5. Setiap citra multispektral dan Pansharpen diklasifikasikan berdasar daratan saja dan daratan plus lautan, gambar 5.

ISBN: 978-602-70259-2-9



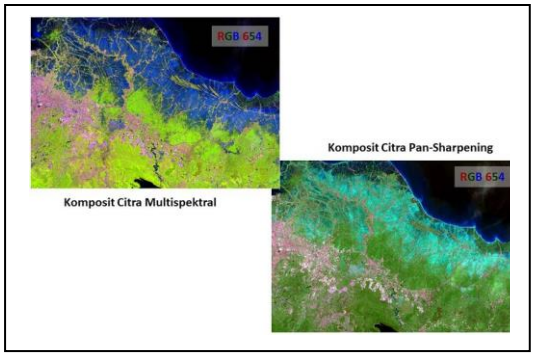
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



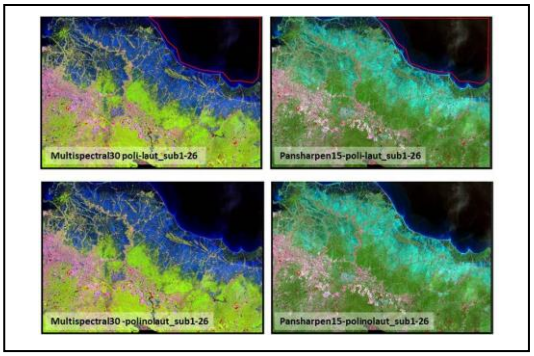
Gambar 2. Komposit Citra RGB Multi

No.	Simbol	Keterangan	Warna	R (0-255)	G (0-255)	B (0-255)
1	Aw	Awan / tak ada data		210	210	210
2	B	Belukar / semak		146	174	47
3	Hp	Hutan primer		76	115	0
4	Hg	Hutan gambut		247	180	103
5	Hr	Hutan rawa		173	164	254
6	Hs	Hutan sekunder		2	219	0
7	Hv	Hutan Mangrove		0	208	219
8	Kd	Permukiman / kampung		217	198	0
9	Kk	Permukiman / kota		255	199	174
10	L	Ladang / tegalan		183	223	134
11	P	Perkebunan		170	255	0
12	S	Sawah		255	255	115
13	T	Lahan terbuka		255	127	127
14	W	Air / danau / waduk / sungai		0	0	255
15	Wi	Tambak		0	255	255
16	Wr	Rawa		246	164	254
17	Bn	Bandara		254	0	208
18	I	Industri		20	164	171
19	Pl	Pelabuhan		202	0	219

Gambar 3. Sistim Klasifikasi Penutup Lahan



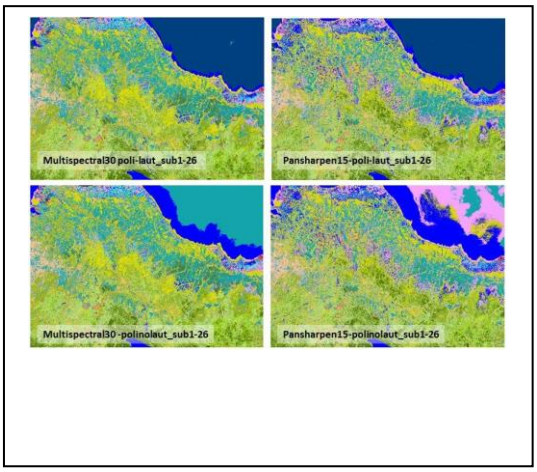
Gambar 4. Komparasi Detil Isi Citra Multispektral dg Pansharpen



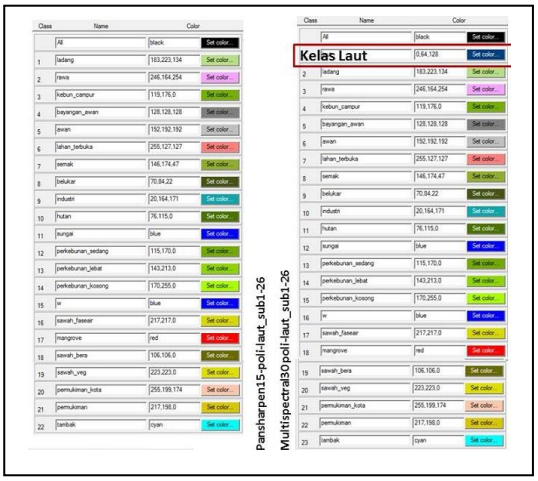
Gambar 5. Area Training Sampel di Citra Multispektral dan Pansharpen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil proses klasifikasi terhadap citra multispektral dan Pansharpen tersaji di gambar 6 dengan legenda tersaji di gambar 7



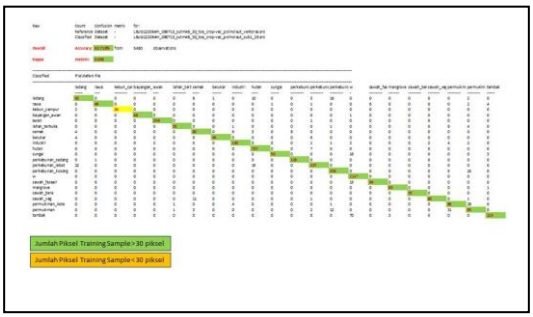
Gambar 6. Hasil Klasifikasi Multispektral dan Pansharpen



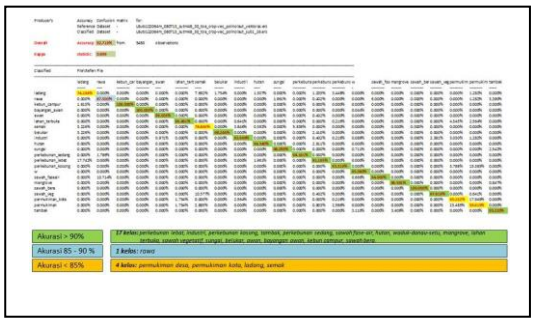
Gambar 7. Legenda Hasil Klasifikasi Multispectral dan Pansharpen

Dalam mengklasifikasi citra multispektral ini, gambar 12, digunakan 22 (duapuluh dua) kelas training sampel, jumlah piksel training sampel yang kurang dari 30 adalah kelas kebun campur. Untuk 21 kelas lainnya yaitu ladang, rawa, bayangan awan, awan, lahan terbuka, semak, belukar, industry, hutan, sungai, perkebunan sedang, perkebunan lebat, perkebunan kosong, air, sawah, sawah fase air, mangrove, sawah bera, sawah vegetasi, pemukiman kota, pemukiman dan tambak, kisaran jumlah piksel yang digunakan antara 48 piksel sampai 737 piksel, gambar 8. Hasil *producer accuravy* lebih bersar 90% adalah perkebunan lebat, industri, perkebunan kosong, tambak, perkebunan sedang, sawah fase-air, hutan, waduk-danau-setu, mangrove, lahan terbuka, sawah vegetatif, sungai, belukar, awan, bayangan awan, kebun campur, sawah bera; akurasi antara 85% sampai dengan 90% adalah rawa; sedang akurasi kurang dari 85% adalah permukiman desa, permukiman kota, ladang, semak, gambar 9 .Hasil *useraccuracy* sebagai berikut untuk akurasi lebih dari 90% adalah industri, kebun campur, perkebunan kosong, bayangan awan, mangrove, hutan, perkebunan sedang, awan, waduk-danau-setu, sawah bera; akurasi antara 85% sampai dengan 90% adalah belukar, perkebunan lebat, sawah vegetatif ; sedang akurasi kurang dari 85% adalah tambak, permukiman desa, ladang, permukiman kota, sungai, rawa, semak, awah

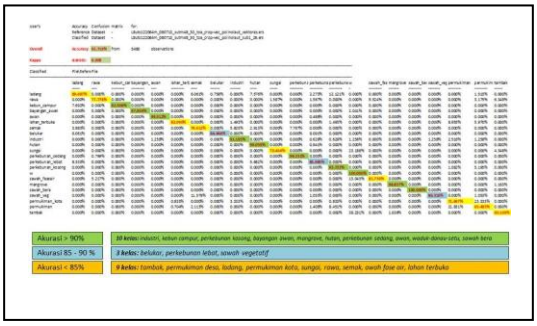
fase air, lahan terbuka, gambar 10. Dalam proses ini yang menarik adalah tidak ada keterkaitan jumlah piksel per kelas liputan dengan user accuracy dan producer accuracy, sebagai ilustrasi kelas kebun campur dengan jumlah piksel kurang dari 30 nilai kedua akurasi lebih dari 90 %, bertolak belakang dengan kelas pemukiman desa. Nilai *overall accuracy* adalah 92,719 % dan kappa adalah 0,909.



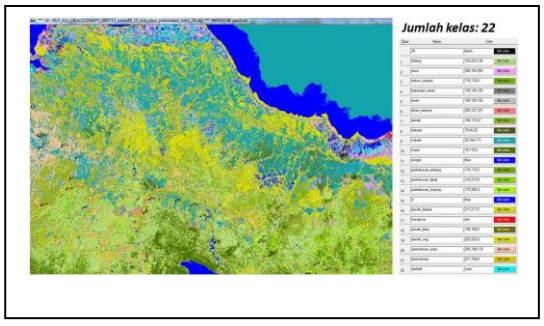
Gambar 8. Jumlah piksel



Gambar 9. Producer Accuracy untuk Citra Multispektral

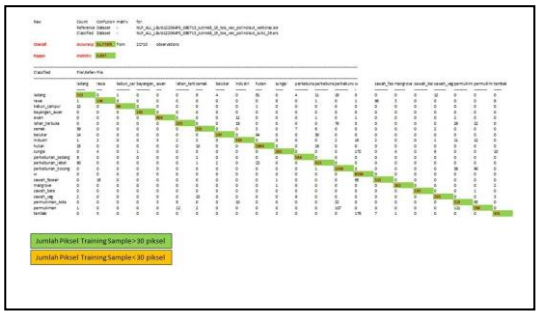


Gambar 10. User Accuracy Citra Multispektral

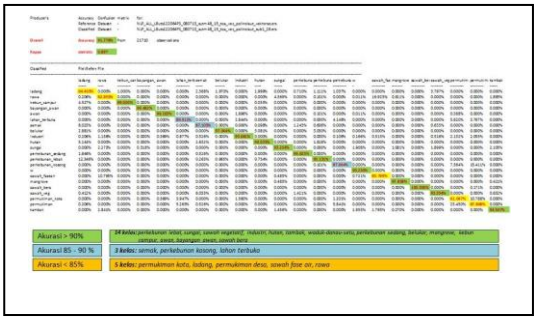


Gambar 11. Hasil Uji Citra Multi Spektral

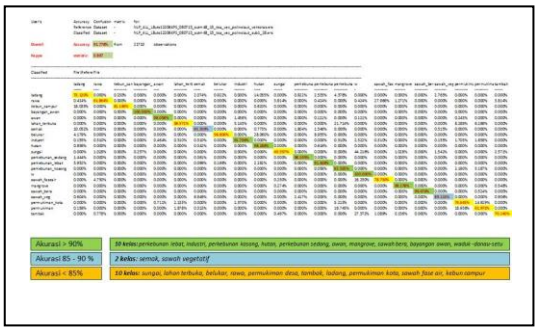
Seperti halnya citra multi spectral, hasil klasifikasi citra Pansharpen, gambar 15 , menggunakan jumlah piksel untuk setiap kelas training sampel dengan kisaran antara 99 piksel sampai dengan 8584 piksel, gambar 12. Hasil *producer accuracy* , untuk akurasi lebih dari 90% adalah perkebunan lebat, sungai, sawah vegetatif, industri, hutan, tambak, waduk-danau-setu, perkebunan sedang, belukar, mangrove, kebun campur, awan, bayangan awan, sawah bera; untuk akurasi antara 85% dengan 90% adalah semak, perkebunan kosong, lahan terbuka; sedang akurasi kurang dari 85% adalah permukiman kota, ladang, permukiman desa, sawah fase air, rawa, gambar 13. Hasil *user accuracy* dengan overall accuracy adalah 91,778% dan Kappa adalah 0,897, untuk akurasi lebih dari 90% adalah perkebunan lebat, industri, perkebunan kosong, hutan, perkebunan sedang, awan, mangrove, sawah bera, bayangan awan, waduk -danau-setu; untuk akurasi antara 85% dengan 90% adalah *semak, sawah vegetasi*sedang akurasi kurang dari 85% adalah sungai, lahan terbuka, belukar, rawa, permukiman desa, tambak, ladang, permukiman kota, sawah fase air, kebun campur, gambar 12. Nilai *overall accuracy* adalah 91,778 % dan kappa adalah 0,897



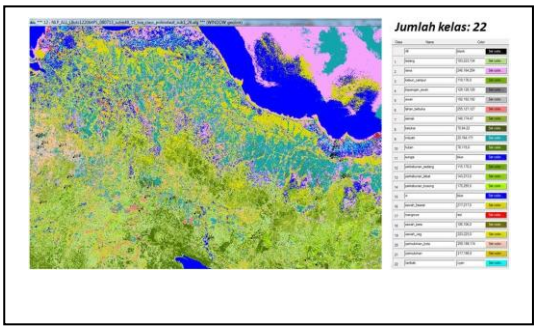
Gambar 12. Jumlah Piksel



Gambar 13. Producer Accuracy



Gambar 14. User Accuracy



Gambar 15. Hasil Klasifikasi Citra Pansharpen

Dari gambar 8,9,10,12, 13 dan 14, dapat ditabulasikan *overall accuracy*, *kappa statistic*, *user accuracy*, *producer accuracy* yang dikaitkan dengan akurasi training sampel untuk setiap kelas liputan lahan di citra multispektral dan Pansharpen. Untuk citra multispektral dihubungkan dengan user accuracy, training sampel yang memiliki ketelitian lebih dari 90% adalah industri, kebun campur, perkebunan kosong, mangrove, hutan, pekebunan sedang, awan, sawah bera, waduk-danau-setu; ketelitian antara 85% sampai dengan 90% adalah belukar, perkebunan lebat, sawah vegetatif; ketelitian kurang dari 85% adalah tambak, permukiman desa, ladang, permukiman kota, sungai, rawa, semak, sawah fase air, lahan terbuka. Untuk citra multispektral dihubungkan dengan producer accuracy, training sampel yang memiliki ketelitian lebih dari 90% adalah perkebunan lebat, industri, perkebunan kosong, tambak, perkebunan sedang, sawah fasse air, hutan, waduk-dnau-setu, mangrove, lahan terbuka, sawah vegetatif, sungai, belukar, awan, bayangan awan, kebun campur, sawah bera; ketelitian antara 85% sampai dengan 90% adalah rawa; ketelitian kurang dari 85% adalah permukiman desa, permukiman kota, ladang, semak. Untuk citra Pansharpen dihubungkan dengan user accuracy, training sampel yang memiliki ketelitian lebih dari 90% adalah perkebunan lebat, industri, perkebunan kosong, hutan, perkebunan sedang, awan, mangrove, sawah bera, bayangan awan, waduk-danau-setu, ; ketelitian antara 85% sampai dengan 90% adalah semak, sawah vegetatif; ketelitian kurang dari 85% adalah sungai, lahan terbuka, belukar, rawa, permukiman desa, tambak, ladang, permukiman kota, sawah fase air, kebun campur . Untuk citra Pansharpen dihubungkan dengan producer accuracy, training sampel yang memiliki ketelitian lebih dari 90% adalah perkebunan lebat, sungai, sawah vegetatif, industri hutan, tambak, waduk-danau-setu, perkebunan sedang, belukar, mangrove, kebun campur, awan, bayangan awan, sawah bera; ketelitian antara 85% sampai dengan 90% adalah semak, perkebunan kosong, lahan terbuka; ketelitian kurang dari 85% adalah permukiman kota, ladang, permukiman desa, sawah fase air, rawa. Melihat faktanya, kelas liputan lahan ladang, permukiman kota dan permukiman desa berada pada ketelitian kurang dari 85% di user accurac, producer accuracy, multispektral dan Pansharpen . Dari tabel 1, merepresentasikan rata-rata

12(dua belas) training sampel kelas liputan lahan dengan ketelitian kurang dari 90%, sehingga perlu kiranya dalam mengambil training sampel diberikan standar.

Tabel 1. Akurasi Training Sampel Untuk Klasifikasi Citra Multispektral dan Pansharpen

Uraian	Multispectral30			Pansharpen15		
Overall Accuracy (of 5480 observation)	92.72%			91.78%		
Kappa Statistic	0.91			0.897		
User Accuracy	> 90%	85-90%	< 85%	> 90%	85-90%	< 85%
Jumlah Kelas	10	3	9	10	2	10
	1) industri, 2) kebun campur, 3) perkebunan kasong, 4) bayangan awan, 5) mangrove, 6) hutan 7) perkebunan sedang, 8) awan, 9) waduk-danau-setu, 10) sawah bera	1) belukar 2) perkebunan lebat, 3) sawah vegetatif	1) tambak 2) permukiman desa 3) ladang 4) permukiman kota 5) sungai 6) rawa 7) semak 8) sawah fase air 9) lahan terbuka	1) perkebunan lebat 2) industri, 3) perkebunan kasong 4) hutan, 5) perkebunan sedang, 6) awan 7) mangrove 8) sawah bera 9) bayangan awan, 10) waduk-danau-setu	1) semak 2) sawah vegetatif	1) sungai 2) lahan terbuka 3) belukar 4) rawa 5) permukiman desa 6) tambak 7) ladang 8) permukiman kota 9) sawah fase air 10) kebun campur
Producer Accuracy	> 90%	85-90%	< 85%	> 90%	85-90%	< 85%
Jumlah Kelas	17	1	4	14	3	5
	1) perkebunan lebat 2) industri 3) perkebunan kasong 4) tambak 5) perkebunan sedang 6) sawah fase-air 7) hutan 8) waduk-danau-setu 9) mangrove 10) lahan terbuka 11) sawah vegetatif 12) sungai 13) belukar 14) awan 15) bayangan awan, 16) kebun campur 17) sawah bera	1) rawa	1) permukiman desa 2) permukiman kota 3) ladang 4) semak	1) perkebunan lebat 2) sungai 3) sawah vegetatif 4) industri 5) hutan 6) tambak 7) waduk-danau-setu, 8) perkebunan sedang 9) belukar 10) mangrove 11) kebun campur 12) awan 13) bayangan awan, 14) sawah bera	1) semak, 2) perkebunan kasong 3) lahan terbuka	1) permukiman kota 2) ladang 3) permukiman desa, 4) sawah fase air, 5) rawa

***Kelas-kelas yang memiliki prosentase < 85% harus diambil ulang training samplenya** (teks berwarna biru dan merah)*

KESIMPULAN

Training sampel yang bersumber dari citra Pansharpen dapat meningkatkan *overall accuracy* citra multispektral dibanding terhadap citra Pansharpen, ini mengindikasikan tingkat kemurnian training sampel Pansharpen sangat mempengaruhi derajat keterpisahan dengan citra multispektral. Diperlukan pendefinisian dan kemampuan intepretasi kelas liputan lahan ladang, permukiman desa, dan pemukiman kota dalam hubungannya dengan spektral, karena ketiga liputan lahan masuk dalam kategori ketelitian kurang dari 85%.

Jumlah training sampel yang diulang lebih dari 10 (sepuluh) kelas liputan lahan, ini mengindikasikan perlunya pembelajaran lebih lanjut intepretasi lebih lanjut, memperbaiki proses pengolahan citra dijital seperti mencari optimasi komposit citra RGB terbaik, metoda fusi dengan citra Pansharpen.

PUSTAKA

http://www.yale.edu/ceo/OEFS/Accuracy_Assessment.pdf

Landis J. & Koch G. (1977) Measurement of Observer Agreement for Categorical Data, Biometrics. 33: 159-174.

Madya Wiantoko,, Bambang Edhi Leksono, Albert Deliar,Identifikasi Perubahan Objek Bangunan Memanfaatkan Citra Quickbird Untuk Pemeliharaan Data Objek Pajak Bumi Dan Bangunan (Studi Kasus Di Kelurahan Sarijadi Kota Bandung), Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV, Surabaya, 14 – 15 September 2005

Russell G. Congalton, A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data, Remote Sensing. Environmental. 37:35-46 (1991)

PENGARUH ORIENTASI PASAR, KELENGKAPAN PRODUK DAN EFEKTIVITAS SALURAN DISTRIBUSI TERHADAP KINERJA PEMASARAN (STUDI KASUS KLASTER INDUSTRI KECIL MENENGAH OLEH-OLEH KERIPIK TEMPE SANAN MALANG)

[1]Dinda Arlini Cahya, [2]Dearma Elfridawati Purba, [3]Realyandieto, [4]Yudha Adikusuma, [5]Agustina Eunike
[1,2,3,4,5]JurusanTeknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jalan Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia
Telp.+62-341-587710, 587711; Fax : +62-341-551430
Email: dinda.arlinich@gmail.com,industri@ub.ac.id

ABSTRAKS
Penelitian dilakukan untuk mengetahui apakah faktor-faktor yang meliputi orientasi pasar, kelengkapan produk dan efektivitas saluran distribusi berpengaruh terhadap kinerja pemasaran pada klaster IKM (Industri Kecil Menengah) oleh-oleh keripik tempe sanan Malang. Penelitian dimulai dengan studi literatur teori-teori dan penelitian-penelitian terdahulu mengenai kinerja pemasaran sehingga terbentuklah hipotesis-hipotesis penelitian. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung dan penyebaran kuesioner kepada 21 responden. Pengolahan data dilakukan menggunakan analisa kuantitatif berupa nilai indeks untuk mengetahui kecenderungan jawaban responden terhadap item-item pertanyaan dan regresi berganda untuk menguji hipotesis yang telah dibuat sebelumnya, serta analisa kualitatif untuk mengaitkan hasil analisa kuantitatif dengan kondisi di lokasi pengamatan.Analisa nilai indeks menunjukan nilai indeks orientasi pasar 64,75% yang termasuk kategori tinggi, kelengkapan produk 72,35% yang termasuk kategori tinggi , efektivitas saluran distribusi 75,75% yang termasuk kategori tinggi dan kinerja pemasaran 68,6 yang termasuk kategori tinggi. Pengujian hipotesis menunjukan bahwa faktor orientasipasar berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pemasaran, sedangkan kelengkapanproduk dan efektivitas saluran distribusi tidak berpengaruh positif dan signifikan tehadap kinerja pemasaran. Berdasarkan analisa kualitatif konsumen akan lebih nyaman berada di suatu klaster dimana klaster tersebut mampu menyediakan produk-produk yang disesuaikan dengan selera mereka dan peduli akan pendapat dan keluhan mereka.

***Kata kunci**: Efektivitas saluran distribusi, IKM (Industri Kecil Menengah), Kelengkapan produk, Kinerja pemasaran, Klaster industri, Orientasi pasar*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri skala kecil dan menengah berkembang mewarnai perekonomian di daerah. Mulai dari industri makanan, kerajinan, mebel, hingga konveksi atau tekstil, dimana keberadaannya menjadi salah satu solusi dalam mengatasi angka pengangguran sekaligus menggerakkan roda perekonomian daerah. Kawasan perkotaan di Indonesia, banyak dijumpai berkembangnya industri kecil sebagai akibat tidak mampunya pemerintah mengatasi masalah pengangguran dan kemiskinan.ILO melaporakan bahwa, 60% buruh di kota-kota negara berkembang diserap oleh sektor informal dan kegiatan usaha kecil dan menengah (UKM). Dilaporkan juga bahwa peran sektor UKM sangat penting karena mampu menciptakan pasar, mengembangkan perdagangan, mengelola sumber alam, mengurangi kemiskinan, membuka lapangan kerja, membangun masyarakat dan menghidupi keluarga tanpa fasilitas dari pihak pemerintah daerah. Di Indonesia, sektor UMKM bahkan menjadi tumpuan kehidupan yang semakin besar sejak terjadinya krisis ekonomi yang dimulai pada tahun 1997 (Sriyana, 2010).

Industri Kecil Menengah (IKM) Sanan Malang adalah salah satu IKM produk maakanan, yang dikenal sebagai salah satu ciri khas kota Malang. Adapun para pelaku IKM-nya adalah penduduk asli daerah Malang, khsusunya desa Sanan. Industri keripik tempedi Desa Sanan Malang yang merupakan bagian dari UMKM mengalami perkembangan yang cukup baik. Hingga tahun 2013 berjumlah kurang lebih 387 pengrajin dari total penduduk yang ada di Desa 387 pengrajin tersebut tergabung dalam wadah koperasi produsen keripik tempe Sanan yaitu Primkopti Bangkit Usaha (Data Primpkopti Bangkit Usaha, 2013)

Sistem klaster merupakan salah satu strategi yang dapat digunakan dalam pengembangan suatu perusahaan dengan melibatkan semua *stakeolder* terkait. Persaingan antar klaster yang semakin kompetitif, menuntut masing-masing pelaku klaster untuk meningkatkan performansi klasternya sehingga dapat memenangkan persaingan. Dengan demikian, setiap klaster industri harus mampu menentukan

strategiyang tepat yang harus digunakan untuk dapat menginkatkan performansi maupun produktivitas kerja usahanya.

Penilaian kinerja pemasarandengan melihat efek dari strategi pemasaran yang diterapkan oleh perusahaan adalah cara efektif untuk mengetahui keberhasilan kinerja perusahaan (Ferdinand, 2000).Mengetahui pentingnya kinerja pemasaran bagi perusahaan, peneliti tertarik untuk mencari tahui faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi kinerja pemasaran klater IKM oleh-oleh sanan malang. Setelah melakukan studi kepustakaan peneliti menemukan beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan acuan dan bimbingan untuk melakukan penilaian kinerja pemasaran klaster IKM oleh-oleh sanan malang.

Penelitian terhadap penilaian kinerja pemasaran IKM Sanan Malang ini mengadopsi hasil penelitian Depary(2010).Orientasi pasar memiliki tiga indikator penilaian yaitu orientasi pelanggan, orientasi pesaing dan efektivitas koordinasi antar fungsi. Kelengkapan produk memiliki tiga indikator penilaian yang berupa ketersediaan produk, kesesuaian produk dan keistimewaan produk. Efektivitas saluran distribusi juaga memiliki tiga indikator penilaian yaitu frekuensi pemesanan, ketepatan waktu pengiriman dan pengorganisasian yang baik. Berdasarkan pendeskripsian faktor-faktor yang akan dilakukan pengujian terhadap pengaruhnya pada kinerja pemasaran maka terciptalah hipotesis-hipotesis penelitian yaitu: orientasi pasar berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pemasaran, kelengkapan produk berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pemasaran dan efektivitas saluran distribusi berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pemasaran.

Pengambilan data penelitian dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada 21 responden yaitu pelaku usaha di klaster IKM Sanan Malang dan juga dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan. *Tools* yang akan digunakan dalam penelitian kali ini yaitu berupa perhitungan nilai indeks untuk mengetahui presentase jawaban responden dan analisa regresi berganda untuk melakukan pengujian hipotesis.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Kinerja Pemasaran

Penilaian terhadap prestasi kinerja perusahaan merupakan hal penting yang harus dilakukan.Hal ini bertujuan untuk dapat mengetahui keunggulan dan kelemahan perusahaan itu sendiri terhadap kompetitiornya.Kinerja pemasaran adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menilai keberhasilan strategi yang diterapkan perusahaan.Kinerja pemasaran juga dikatakan sebagai kemampuan organisasi untuk dapat mentransformasikan diri dalam menghadapi tantangan dari lingkungan dengan perspektif jangka panjang (Ferdinand, 2000).Penilaian kinerja menjadi bagian dari upaya perusahaan dalam melihat kesesuaian strategi yang diterapkannya dalam menghadapi perubahan-perubahan lingkungan.Depary (2010)mengatakan bahwa, kinerja pemasaran perusahaan dipengaruhi oleh pemilihan strategi yang digunakan oleh perusahaan. Pemilihan strategi perusahaan didasarkan terhadap lingkungan perusahaan yang sulit untuk dirubah.Terhadap lingkungan, perusahaan hanya dapat mengenali sekaligus memahami lingkungan tersebut untuk dapat menentukan strategi mana yang paling tepat diterapkan, sehingga dapat meningkatkan prestasi perusahaan.Suendro (2010) menunjukkan bahwa, inovasi poroduk yang semakin meningkat akan mempengaruhi kinerja pemasaran dan selanjutnya meningkatkan keunggulan bersaing berkelanjutan.

Objek pengamatan penelitian yaitu Klaster Industri Toko Oleh-Oleh Sanan Malang. Industri keripik tempedi Desa Sanan Malang merupakan bagian dari UMKM yang mengalami perkembangan cukup baik. Hingga tahun 2013 terdapat kurang lebih 387 pengrajin dari total penduduk yang ada di Desa (Kepala Koperasi Sanan, 2014). Pengrajin tersebut tergabung dalam wadah koperasi produsen keripik tempe Sanan yaitu Primkopti Bangkit Usaha. Koperasi tersebut merupakan wadah bagi para pengrajin, baik pengrajin tempe maupun pengrajin keripik tempe. Namun, koperasi tersebut hanya mengurusi masalah pasokan kedelai, bukan masalah pemasaran. Tidak adanya mitra usaha yang dapat membantu dalam pemasaran produk ke luar kota atau luar negeri menjadi salah satu penghambat bagi pihak Sanan untuk dapat berkembang lebih luas. Inilah yang menjadi dasaran bagi peneliti untuk menganalisa kinerja pemasaran produk Sanan, sehingga dapat memberikan masukan terhadap strategi yang akan diterapkan kedepannya.

2. Orientasi Pasar

Orientasi pasar merupakan salah satu strategi yang dapat dilakukan perusahaan untuk dapat memenangkan persaingan pasar.Hal ini terkait dengan pemenuhan permintaan yang sesuai dengan keinginan ataupun harapan konsumen terhadap produk tersebut.Dengan demikian, diperlukan adanya kesatuan antara kedua pihak baik perusahaan maupun konsumen.(Depary, 2010) menyatakan bahwa, untuk dapat menciptkaan strategi perilaku perusahaan yang efektif dan efisien dan dapat memberikan

nilai superior bagi konsumen dapat dilakukan melalui orientasi pasar. Komponen orientasi pasar dibedakan menjadi tiga dan sekaligus yang digunakan sebagai variabel penelitian ini, yaitu orientasi pelanggan, orientasi pesaing dan koordinasi antar fungsi (Narver & Slater, 1994).

Agustin (2008) membuktikan bahwa, orientasi pasar berpengaruh positif terhadap keunggulan produk.Selain itu, Sismanto (2006) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa orientasi pembelajaran dan orientasi pasar dapat meningkatka inovasi produk, dimana inovasi produk dan keunggulan bersaing yang dihasilkan oleh perusahaan dapat meningkatkan kinerja pemasaran.

IKM Toko Oleh-oleh Sanan Malang sebagai industri skala kecil, dimana sumber daya ataupun tenaga kerja yang dilibatkan 90% adalah lulusan Sekolah Dasar sampai Sekolah Menengah Pertama (Data PRIMKOPTI, 2012). Dengan komposisi sumber daya seperti ini, tidak banyak pelaku industri yang memiliki pandangan akan pentingnya melihat orientasi pasar untuk meningkatkan keunggulan bersaing dengan kompetitor luar, sehingga kebanyakan para pelaku pada umumnya jarang melakukan inovasi terhadap produk dan membuat konsumen lama-kelamaan menjadi jenuh terhadap produk yang dihasilkan (Kepala Koperasi Bangkit Usaha, 2013).

3. Kelengkapan Produk

Produk adalah sesuatu yang menjadi target konsumen yang dapat dibeli, dimiliki, dan dikonsumsi untuk dapat memenuhi dan memuaskan kebutuhan hidupnya. Melalui produk, konsumen dapat menilai secara nyata bagaiman kinerja perusahaan menurut pandangan mereka masing-masing. Konsumen akan memberikan nilai baik bagi peusahaan, apabila perusahaan mampu menghantarkan produk yang sesuai dengan harapan mereka. Sebaliknya, konsumen akan merasa kecewa dan bahkan beralih ke produk lain apabila produk yang diberikan tidak sesuai yang diharapkan (Kotler, 2004).

Kelengkapan produk dapat di lihat dari kategori produk yang tersedia di suatu perusahaan retail, pasar, toko atau swalayan, di mana pemasar membagi produk berdasarkan proses pembelian dan penggunaannya, menjadi produk konsumsi dan produk industri.

a. Produk Konsumsi

Produk konsumsi merupakan barang atau jasa yang dikonsumsikan oleh rumah tangga atau individual. Produk yang dibeli konsumen akan langsung dikonsumsi sendiri. Produk itu tidak akan digunakan sebagai bahan baku produksi barang lain atau dijual kembali. Berdasarkan perilaku pembelian konsumen, produk konsumen di golongkan menjadi:

1) *Convenience Goods*, yaitu barang dan jasa yang harganya relatif tidak mahal, frekuensi pembeliannya tinggi, dan konsumen mengeluarkan sedikit usaha maupun pertimbangan sebelum membuat keputusan pembelian. Produk ini diperlukan setiap hari dan didistribusikan secara luas, lebih laku, dan mudah untuk diperoleh. Produk ini dibedakan menjadi tiga, yaitu:
   a) Bahan baku pokok (*staples*), yaitu barang-barang yang sering dan secara rutin di beli tanpa banyak pertimbangan. Contohnya bahan makanan, obat-obatan yang di gunakan secara tetap oleh keluarga.
   b) Barang-barang yang di beli karena dorongan sesaat, yaitu barang-barang yang di beli tanpa perencanaan sebelumnya. Konsumen memutuskan untuk membeli begitu barang tersebut terlihat. Barang-barang *impulsive* biasanya diletakkan di dekat pintu masuk atau di rak-rak panjangan yang memungkinkan untuk di lihat dengan mudah oleh konsumen.
   c) Barang-barang mendesak *(emergency goods)* adalah produk yang di beli hanya ketika kebutuhan sangat mendesak dan harus di beli segera atau mendesak, berapapun harganya tidak penting.
2) *Shopping Goods*, yaitu barang yang dalam proses pemilihan dan pembeliannya dibandingkan dengan karakteristiknya untuk melihat kecocokan, baik dalam bentuk model, mutu, harga, dan lainnya. Contohnya alat-alat rumah tangga, pakaian, *furniture*, mobil bekas, dan laim-lain.
3) *Specialty Goods*, yaitu barang yang memiliki karekteristik atau identifikasi merek unik dimana sekelompok konsumen bersedia melakukan usaha khusus untuk membelinya misalnya mobil lamborchini, pakaian rancangan orang terkenal, dan laim-lain.
4) *Unsounght Goods*, yaitu barang-barang yang tidak diketahui konsumen atau kalaupun sudah di ketahui, pada umumnya belum terpikirkan untuk membelinya karena tingkat pemakaiannya yang jarang. Contohnya ansuransi jiwa, ensiklopedia, tanah kuburan, dan laim-lain.

b. Produk Industri

Produk industri adalah produk yang di pakai perusahaan untuk operasional menghasilkan barang atau jasa.Produk industri dapat di bagi menjadi beberapa kategori seperti produk instalasi, peralatan rumah tangga, persediaan, pelayanan, bahan mentah, komponen, dan laim-lain.

Febrian (2010) menunjukkan bahwa, kelengkapan produk adalah faktor yang paling berpengaruh dan signifikan terhadap pembelian konsumen, dibanding harga yang berpengaruh namun tidak signifikan terhapdap pembelian konsumen.

Produk yang ditawarkan oleh Klaster Industri Sanan Malang dikategorikan sebagai produk *convenience goods*.Hal ini karena produk merupakan bahan pokok makanan, dan hanya diperlukan usaha minimum untuk membeli produk ini. Produk oleh-oleh yang disediakan antara lain, aneka keripik tempe, aneka keripik buah, aneka minuman sari apel, dan aneka ragam makanan khas Jawa Timur lainnya, khususnya makanan khas Kota Malang. Periode 2010-sekarang terjadi penurunan pada industri keripik tempe dari 80-90 industri, menurun menjadi 65 industri keripik tempe (Kepala Koperasi Bangkit Usaha, 2013). Hal ini menjadi penyebab berkurangnya pelaku industri keripik tempe, sehingga berdampak terhadap kelengkapan produk makanan keripik tempe itu sendiri.

4. Efektivitas Saluran Distribusi

Kemudahan dalam menemukan atau mendapatkan produk yang diinginkan oleh konsumen merupakan bagian dari kinerja pemasaran yakni melalui efektivitas (ketepatan) saluran distribusi.Dengan saluran distribusi, menjadi sarana bagi perusahaan untuk dapat memberikan produk kepada konsumen.Kebijakan dalam penentuan saluran distribusi bukanlah hal yang mudah, hal ini terkait dengan komitmen bersama dengan agen yang dipercaya oleh perusahaan untuk dapat menghantarkan produk yang berkualitas ke tangan konsumen.Sehingga dapat meningkatkan kepercayaan dan kepuasan konsumen terhadap produk yang diberikan oleh perusahaan.(Narus & Anderson1988) menjelaskan bahwa, saluran distribusi diartikan sebagai serangkaian aktivitas transaksi antara produsen ke konsumen yang dilakukan melalui distributor ataupun agen. Ini berarti bahwa distributor yang dipilih akan menjadi citra dari perusahaan itu sendiri di mata konsumen. Kinerja pemasaran yang baik, dapat dilihat dari efektivitas saluran distribusi yang baik dan tepat yang dipilih oleh perusahaan (Kotler, 2004). Terdapat tiga fungsi saluran ditribusi, yaitu: fungsi pertukaran, fungsi penyediaan fisik, dan fungsi penunjang. Dalam masing-masing fungsi saluran distribusi tersebut, diperlukan adanya transaksi antara dua pihak atau lebih, menyangkut pemindahan barang-barang secara fisik dari produsen sampai kepada konsumen, serta bersifat membantu untuk pelaksanaan fungsi-fungsi lainnya. Ketiga fungsi saluran tersebut harus saling mendukung demi kelancaran proses saluran pendistribusian barang dalam perusahaan (Ferdinand, 2000). Ketidakefetifan strategi distribusi akan berdampak terhadap kelengkapan produk maupun waktu pemenuhan produk kepada konsumen. Hal ini akanmenyebabkan persepsi kemudahan mendapatkan produk di mata konsumen akan menghilang, sehingga menjadi ancaman bagi perusahaan untuk digantikan oleh pemain lainnya. Akhirnya, perusahaan pun akankehilangan pasar dan produk yang dihasilkan tidak akan memberikan keuntungan bagi perusahaan.

Sinaga (2009) menunjukkan bahwa, terdapat pengaruh positif saluran distribusi yang dilakukan oleh distributor kopi terhadap pemenuhan produk kepada konsumen. Sedangkan Nugroho (2000), menunjukkan bahwa biaya distribusi dan volume penjualan mempunyai hubungan yang posilif, dimana ketika biaya distribusi ditingkatkan, maka volume penjualan produk juga akanmeningkat.

Objek penelitian Toko Oleh-Oleh Sanan Malang, masih memiliki kendala dalam hal pemasaran produk.Selain karena mitra sebagai media pemsaran yang masih sedikit, menyebabkan pemenuhan kebutuhan konsumen juga masih rendah.Adapun media distribusi yang dilakukan saat ini adalah melibatkan distributor, retailer setempat, dan toko-toko yang terdapat di wilayah Malang. Sedangkan untuk pendistribusian produk ke luar kotamasih belum banyak dilakukan karena membutuhkan biaya yang mahal. Sehingga pada pelaku lebih memilih untuk memasarkan produk di sekitar wilayah produksi saja (Kepala Koperasi Bangkit Usaha, 2013).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini diawal dengan studi pendahuluan yang berupa pengamatan langsung pada objek amatan dan studi literatur, setelah melakukan studi pendahuluan dapat diidentifikasi masalah yang diangkat yaitu kinerja pemasaran. Langkah berikut adalah pengambilan data terkait kinerja pemasaran lalu pengolahan data tersebut. Dari pengolahan data didapatkan hasil dandilakukan intrepretasi hasil pengolahan data hingga didapatkan kesimpulan dari hasil analisis kinerja pemasaran.

Pengambilan data dilakukan melaui kuesioner dan observasi langsung. Kuesioner diberikan kepada 21 responden dengan 9 *item* pertanyaan berskala 1 sampai 5 dimana tiap 3 pertanyaan menjawab

satu variabel. Variabel-variabel yang dianalisi adalah orientasi pasar, kelengkapan produk, dan efektifitas saluran distribusi. Observasi dilakukan melalui pengamatan langsung dan tanya jawab kepada pihak yang terlibat langsung terhadap objek amatan yang bertujuan untuk mengetahui kondisi kekinian secara langsung pada objek amatan.

Pengolahan data menggunakan beberapa metode yaitu analisis faktor, analisis nilai indeks, dan regresi linier berganda. Analisis faktor adalah metode analisis sejumlah faktor berdasarkan interkorelasinya untuk mendapatkan variasi-variasi faktor dominan yang jumlahnya lebih sedikit dari yang sebelumnya (Fruchter, 1954). Pengukuran yang beragam dapat disederhanakan dengan analisis faktor, selain itu analisis faktor juga digunakan untuk mengeksplorasi variabel sehingga dapat diidentifikasi faktor-faktor yang melandasi variabel yang digunakan (Kerlinger, 1990).Analisis faktor dalam penelitian kali ini digunakan untuk mereduksi indikator sub-variabel berdasarkan hubungan interkorelasinya sehingga indikator yang digunakan benar-benar dapat menggambarkan fenomena yang sebenarnya seperti pada penelitian yang dilakukan Hernowo (2008).Penentuan variabel yang digunakan mengacu pada penelitian Depary (2010), variabel dan sub-variabel independen penelitian beserta indikatornya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Kerangka Variabel yang digunakan dalam Penelitian

No	Variabel	Sub-Variabel	Indikator
1	Orientasi Pasar	Orientasi Pelanggan	Variasi makanan yang ditawarkan sesuai dengan selera pasar
		Orientasi Pesaing	Adanya innovasi produk
		Koordinasi antar fungsi	Ketersedian sarana untuk menyampaikan saran atau keluhan
2	Kelengkapan Produk	Ketersediaan Produk	Variasi produk yang dijual
		Kesesuaian Produk	Kesesuaian harga dengan kualitas produk
		Keistimewaan Produk	Rasa makanan sesuai dengan selera konsumen
3	Efektivitas Saluran Distribusi	Frekuensi Pemesanan	Frekuensi konsumen membeli produk
		Ketepatan Waktu Pengiriman	Lama waktu untuk memenuhi pesanan
		Pengorganisasian yang baik	Sistem pembayaran produk dari produsen ke pemilik toko

Derajat persepsi responden atas variabel yang diteliti dapat dianalisis menggunakan analisis nilai indeks (Ferdinand, 2006). Sedangkan, analisis regresi linier berganda adalah teknik kuantitatif yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara beberapa variableindependen terhadap satu variabel dependen (Kutner dkk, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil dan pembahasan pengolahan data yang telah dilakukan:

1. Analisis Faktor

Tabel 2 KMO *and Bartlett's Test*

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.632
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	44.485
	df	15
	Sig.	.000

Menurut Santoso (2006) nilai KMO = 0,632 yaitu > 0,5 dan nilai sig = 0,000 yaitu <0,05 (dapat dilihat pada tabel 2) maka dapat disimpulkan bahwa indikator sub-variabel dan data yang dikumpulkan dapat dilakukan analisa lebih lanjut.

Tabel 3 *Anti-image Matrices*

Anti-image Matrices

		Orientasi Pelanggan	Koordinasi Antar Fungsi	Ketersediaan Produk	Keistimewaan Produk	Frekuensi Pemesanan	Pengorganisasian Yang Baik
Anti-image Covariance	Orientasi Pelanggan	.456	-.003	-.194	.037	.097	-.139
	Koordinasi Antar Fungsi	-.003	.804	.008	-.136	.038	.189
	Ketersediaan Produk	-.194	.008	.262	-.189	-.050	.076
	Keistimewaan Produk	.037	-.136	-.189	.315	-.009	-.132
	Frekuensi Pemesanan	.097	.038	-.050	-.009	.638	-.277
	Pengorganisasian Yang Baik	-.139	.189	.076	-.132	-.277	.482
Anti-image Correlation	Orientasi Pelanggan	.686[a]	-.006	-.561	.097	.179	-.296
	Koordinasi Antar Fungsi	-.006	.500[a]	.017	-.269	.053	.304
	Ketersediaan Produk	-.561	.017	.617[a]	-.658	-.123	.213
	Keistimewaan Produk	.097	-.269	-.658	.664[a]	-.019	-.340
	Frekuensi Pemesanan	.179	.053	-.123	-.019	.641[a]	-.500
	Pengorganisasian Yang Baik	-.296	.304	.213	-.340	-.500	.586[a]

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Menurut Santoso (2006) karena nilai MSA(ditandai dengan huruf a kecil di pojok kanan atas angka pada kolom *anti-image correlation*) faktor orientasi pelanggan, koordinasi antar fungsi, ketersediaan produk, frekuensi pemesanan, dan pengorganisasian yang baik semuanya bernilai > 0,5 (dapat dilihat pada tabel 3) maka dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor tersebut memiliki interkorelasi sehingga dapat dilakukan analisa lebih lanjut. Namun sebelumnya telah dilakukan pereduksian kepada tiga faktor dengan urutan reduksi kesesuain produk, Ketepatan waktu pengiriman dan orientasi pesaing, reduksi faktor dilakukan dengan cara membuang variabel yang memiliki nilai MSA < 0,5 secara bertahap yaitu membuang MSA < 0,5 yang terkecil lalu melakukan pengujian ulang jika masih terdapat nilai MSA < 0,5 maka dipilih lagi yang terkecil, proses reduksi ini berulang terus-menerus sampai tidak ada lagi nilai MSA < 0,5.

Berdasarkan analisis faktor diketahui bahwa sub-variabel yang akan digunakan dalam penelitian kali ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Kerangka Variabel Penelitian Setelah Reduksi

No	Variabel	Sub-Variabel	Indikator
1	Orientasi Pasar	Orientasi Pelanggan	Variasi makanan yang ditawarkan sesuai dengan selera pasar
		Koordinasi antar fungsi	Ketersedian sarana untuk menyampaikan saran atau keluhan
2	Kelengkapan Produk	Ketersediaan Produk	Variasi produk yang dijual
		Keistimewaan Produk	Rasa makanan sesuai dengan selera konsumen
3	Efektivitas Saluran Distribusi	Frekuensi Pemesanan	Frekuensi konsumen membeli produk
		Pengorganisasian yang baik	Sistem pembayaran produk dari produsen ke pemilik toko

Sub-variabel yang tereduksi bukan berarti tidak mempengaruhi penelitian akan tetapi indikator yang digunakan kurang tepat untuk merepresentasikan sub-variabel tersebut sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan indikator yang sesuai, pada penelitian kali ini pengolahan data selanjutnya dilakukan tanpa memperbarui indikator pada sub-variabel yang tereduksi.

2. Uji Validitas dan Reliabilitas

a. Uji Validitas

Tabel 5 T Uji Validasi

Correlations

		p1_x11	p2_x13	p3_x21	p4_x23	p5_x31	p6_x32	p7_y1	p8_y2	p9_y3	Total
p1_x11	Pearson Correlation	1	.443*	.704**	.545*	.156	.383	.299	.482*	.593**	.816**
	Sig. (2-tailed)		.044	.000	.011	.501	.087	.187	.027	.005	.000
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
p2_x13	Pearson Correlation	.443*	1	.255	.159	-.115	.108	.040	.402	.392	.444*
	Sig. (2-tailed)	.044		.264	.490	.619	.641	.865	.071	.079	.044
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
p3_x21	Pearson Correlation	.704**	.255	1	.785**	.239	.318	.350	.381	.468*	.801**
	Sig. (2-tailed)	.000	.264		.000	.296	.160	.120	.088	.032	.000
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
p4_x23	Pearson Correlation	.545*	.159	.785**	1	.305	.440*	.379	.378	.412	.790**
	Sig. (2-tailed)	.011	.490	.000		.178	.046	.091	.091	.064	.000
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
p5_x31	Pearson Correlation	.156	-.115	.239	.305	1	.579**	.111	.188	.129	.493*
	Sig. (2-tailed)	.501	.619	.296	.178		.006	.631	.414	.577	.023
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
p6_x32	Pearson Correlation	.383	.108	.318	.440*	.579**	1	-.023	.261	.132	.618**
	Sig. (2-tailed)	.087	.641	.160	.046	.006		.921	.253	.568	.003
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
p7_y1	Pearson Correlation	.299	.040	.350	.379	.111	-.023	1	.258	.345	.433*
	Sig. (2-tailed)	.187	.865	.120	.091	.631	.921		.258	.126	.050
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
p8_y2	Pearson Correlation	.482*	.402	.381	.378	.188	.261	.258	1	.461*	.628**
	Sig. (2-tailed)	.027	.071	.088	.091	.414	.253	.258		.036	.002
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
p9_y3	Pearson Correlation	.593**	.392	.468*	.412	.129	.132	.345	.461*	1	.626**
	Sig. (2-tailed)	.005	.079	.032	.064	.577	.568	.126	.036		.002
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Total	Pearson Correlation	.816**	.444*	.801**	.790**	.493*	.618**	.433*	.628**	.626**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.044	.000	.000	.023	.003	.050	.002	.002	
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan uji validasi diketahui bahwa pada baris total nilai sig (2-tailed) < 0,05 dan nilai *pearson correlation* memiliki tanda * atau ** (dapat dilihat pada tabel 5) untuk semua item pertanyaan sehingga dapat dinyatakan bahwa data penelitian valid.

b. Uji Reliabilitas

Tabel 6 Uji Reliabilitas

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.759	10

Menurut (Hilton & Brownlow 2004) uji reliabilitas yang memiliki nilai alfa antara 0,70 sampai 0,90 maka data memliki reliabilitas tinggi, berdasrkan uji reliabilitas nilai alfa = 0,759 (dapat dilihat pada tabel 6) sehingga dapat disimpulkan bahwa data penelitian memiliki reliabilitas tinggi.

3. Nilai Indeks Jawaban Responden

Analisia ini dilakukan untuk mengetahui bagaimanakah kecenderungan jawaban responden terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diberikan.

a. Variabel Orientasi Pasar

Nilai indeks variabel orientasi pasar dapat dilihat pada Tabel 7. Orientasi pasar memiliki dua indikator penilaian diantaranya : orientasi pelanggan (X1-1), dan koordinasi antar fungsi (X1-2).

Tabel 7 Nilai Indeks Orientasi Pasar

		Indikator	
		X1-1	**X1-2**
% Jawaban Responden Variabel Orientasi Pasar	1	0,000	0,286
	2	0,429	0,143
	3	0,286	0,524
	4	0,238	0,048
	5	0,048	0,000
Indeks		0,714	0,581
Rata-rata		0,6475	

Pada Tabel , diperoleh nilai indeks sebesar 64,75%, sehingga diketahui bahwa orientasi pasar yang dilakukan oleh Klaster IKM oleh-oleh keripik tempe sanan Malang termasuk dalam kategori tinggi. Hasil analisis kualitatif berdasarkan pertanyaan terbuka maupun wawancara diketahui bahwa orientasi pasar yang diwakili oleh pertanyaan variasi makanan yang sesuai dengan selera pasardan adanya ketersediaan sarana untuk menyampaikan saran atau keluhan, dihasilkan jawaban dari pihak konsumen yang menyatakan bahwa hal tersebut sudah dipenuhi oleh Klaster IKM.

b. Variabel Kelengkapan Produk

Nilai indeks variabel kelengkapan produk dapat dilihat pada Tabel 8. Kelengkapan produk memiliki dua indikator penilaian diantaranya: ketersediaan (X2-1) dan keistimewaan (X2-2).

Tabel 8 Nilai Indeks Kelengkapan Produk

		Indikator	
		X2-1	**X2-2**
% Jawaban Responden Variabel Kelengkapan Produk	1	0,000	0,048
	2	0,048	0,000
	3	0,333	0,476
	4	0,381	0,381
	5	0,190	0,000
Indeks		0,733	0,714
Rata-rata		0,7235	

Pada Tabel , diperoleh nilai indeks sebesar 72,35%, sehingga diketahui bahwa kelengkapan produk yang disediakan oleh Klaster IKM oleh-oleh keripik tempe sanan Malang termasuk dalam kategori tinggi.Hasil analisis kualitatif berdasarkan pertanyaan terbuka maupun wawancara diketahui bahwa variabel kelengkapan produk yang diwakili oleh pertanyaan ragam variasi produk yang dijualdan rasa makanan yang sesuai dengan selera konsumen dihasilkan jawaban dari pihak konsumen yang menyatakan bahwa hal tersebut sudah dipenuhi oleh Klaster IKM.

c. Variabel Efektifitas Saluran Distribusi

Nilai indeks variabel efektivitas saluran distribusi dapat dilihat pada Tabel 9. Efektivitas saluran distribusi memiliki dua indikator penilaian daintaranya: frekuensi pemesanan (X3-1), dan pengorganisasian yang baik (X3-2).

Tabel 9 Nilai Indeks Efrktivitas Saluran Distribusi

		Indikator	
		X3-1	**X3-2**
% Jawaban Responden	1	0,000	0,000
	2	0,190	0,000
	3	0,095	0,048
	4	0,095	0,810
	5	0,619	0,000
Indeks		0,686	0,829
Rata-rata		0,7575	

Pada Tabel 3, diperoleh nilai indeks sebesar 75.75%,sehingga diketahui bahwa efektifitas saluran distribusi pada Klaster IKM oleh-oleh keripik tempe sanan Malang termasuk dalam kategori tinggi.Hasil analisis kualitatif berdasarkan pertanyaan terbuka maupun wawancara diketahui bahwa variable efektivitas saluran distribusi yang diwakili oleh pertanyaan frekuensi konsumen membeli produk di Sanandan bagaimana sistem pembayaran antara produsen dengan toko pemasar dihasilkan jawaban bahwa hal-hal tersebut dapat dpenuhi dengan baik oleh *stakeholder* Sanan.

d. Kinerja Pemasaran

Nilai indeks variabel kinerja pemasaran dapat dilihat pada Tabel 10.Kinerja pemasaran memiliki tiga indikator penilaian diantaranya: pertumbuhan penjualan produk (Y-1), profit penjualan produk (Y-2) dan persentasi penjualan produk (Y-3).

Tabel 10 Nilai Indeks Kinerja Pemasaran

		Indikator		
		Y1_1	**Y1_2**	**Y1_3**
% Jawaban Responden	1	0,000	0,000	0,000
	2	0,048	0,000	0,000
	3	0,571	0,286	0,143
	4	0,238	0,429	0,476
	5	0,143	0,000	0,381
Indeks		0,695	0,514	0,848
Rata-rata		0,686		

Pada Tabel , diperoleh nilai indeks sebesar 68,6 sehingga diketahui bahwa kinerja pemasaran di Klaster IKM oleh-oleh keripik tempe sanan Malang termasuk dalam kategori tinggi.Hasil analisis kualitatif berdasarkan pertanyaan terbuka maupun wawancara diketahui bahwa variabel kinerja pemasaran yang diwakili oleh pertanyaan peningkatan pendapatan ataupun profit toko setiap bulan, serta banyak produk yang terjual setiap bulan adalah standard. Hal ini karena, Sanan sebagai toko oleh-oleh, merupakan kunjungan oleh konsumen secara musiman. Dalam artian bahwa, pembelanjaan di toko Sanan bukanlah suatu rutinitas yang harus dilakukan oleh konsumen.

4. Uji Regresi Berganda

a. Uji Asumsi Klasik

Sebelum melakukan uji regresi berganda maka data harus memenuhi serangkaian uji asumsi klasik terlebih dahulu, diataranya:

1) Uji Multikolinieritas

Uji regresi liner tidak mengharapkan adanya korelasi kuat antar variabel bebas saat melakukan pengujian (Ghozali,2001). Ada tidaknya korelasi yang kuat antar variabel bebas dapat dilakukan identifikasi dengan melakukan uji Multikoliniaritas.

Tabel 11 Uji Multikolinieritas

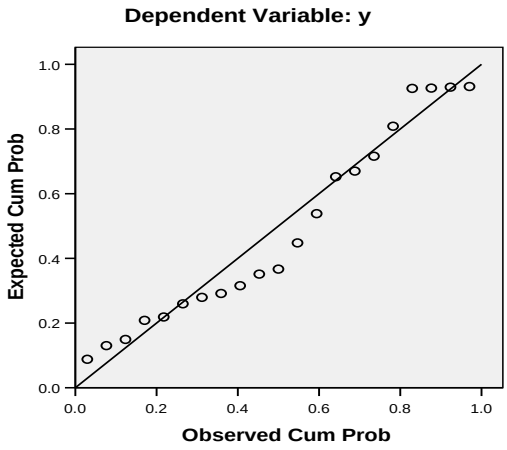
Coefficients[a]

Model		Collinearity Statistics	
		Tolerance	VIF
1	x1	.590	1.694
	x2	.502	1.992
	x3	.802	1.246

a. Dependent Variable: y

Berdasarkan hasil uji multikoleniaritas (bisa dilihat pada tabel 11) didapatkan nilai VIF untuk semua variabel independen memiliki nilai < 10 sehingga dapat disimpulkan bahwa model tidak memiliki *problem* multikoliniearitas.

2) Uji Normalitas

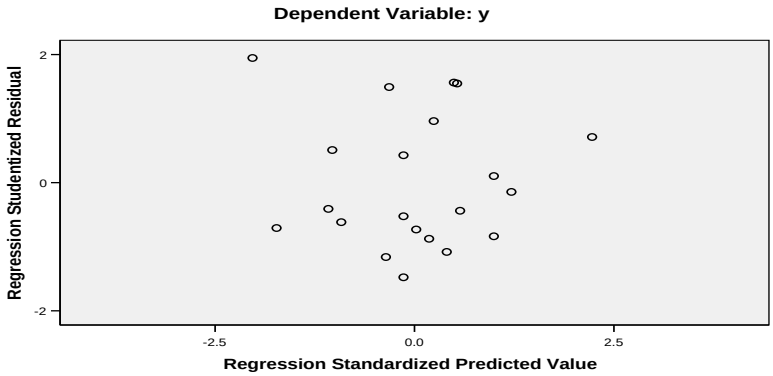


Gambar 1 Grafik Normalitas

Berdasarkan grafik *P-P Plot* (dapat dilihat pada gambar 1) titik-tik data berada pada sekitar garis diagonal sehingga dapat disimpulkan data berdistribusi normal.

3) UjiHeteroskedastisitas

Uji regresi berganda mengingikan variasi residual data pengamatan yang homogen, untuk mengetahui homogen atau tidaknya variasi residual antar data pengamatan maka dilakukan uji heterokedastisitas.



Gambar 2 *Scatterplot Diagram*

Berdasarkan sebaran titik-titik pada *scatterplot diagram*(dapat dilihat pada gambar 2) diketahui titik-titik menyebar acak di empat kuadran dan tidak membentuk pola khusus maka dapat disimpulkan bahwa data amatan tidak memiliki masalah heterokedastisitas.

b. Uji Regresi Berganda

Brikut hasil dan analisa berdasarkan uji Regresi berganda:

1) Koefisien Determinasi

Untuk mengetahui seberapa besar variabel independen mempengaruhi variabel dependen kinerja pemasaran dapat dilakukan dengan menganalisa nilai koefisien determinasi. Tabel untuk analisa koefisien determinasi dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12 *Model Summary*

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.745[a]	.556	.477	1.14651

a. Predictors: (Constant), x3, x1, x2

Berdasarkan hasil analisa nilai koefisien determinasi yaitu pada nilai *adjusted R square* didapatkan sebesar 0,477 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel-variabel independen mampu menjelaskan adanya variasi yang terjadi terhadap variabel dependen kierja pemasaran sebesar 47,7% dimana sisanya akan dijelaskan oleh variabel-variabel lain yang belum diidentifikasi peneliti.

2) Uji Kelayakan Model

Untuk mengetahui bahwa variabel-variabel yang diuji memiliki kelayakan yang tinggi untuk dapat merepresentasikan fenomena yang dianalisa maka dilakukan uji kelayakan model menggunkan Uji F. Hasil uji kelayakan model dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13 ANOVA

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	27.940	3	9.313	7.085	.003[a]
	Residual	22.346	17	1.314		
	Total	50.286	20			

a. Predictors: (Constant), x3, x1, x2

b. Dependent Variable: y

Berdasarkan Uji kelayakan model diketahui bahwa nilai sig = 0,003 yaitu < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel-variabel yang digunakan merupakan variabel yang tepat dan layak dalam menjelaskan adanya variasi pada variabel dependen

3) Persamaan Regresi Linier Berganda

Tabel 14 *Corfficients*

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6.019	1.458		4.128	.001
	x1	.699	.227	.648	3.079	.007
	x2	.106	.188	.129	.566	.579
	x3	.048	.142	.061	.337	.740

a. Dependent Variable: y

Berdasarkan tabel *coeffisients*(tabel *coeffisients* dapat dilihat pada tabel 14) dapat diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 0{,}699\,X_1 + 0{,}106\,X_2 + 0{,}048\,X_3$$

Dimana :

Y = Kinerja pemasaran

X_1 = Orientasi pasar

X_2 = Kelengkapan produk

X_3 = Efektifitas saluran distribusi

Berdasarkan persamaan regresi diatas diketahui bahwa :

a) Variabel Orientasi pasar memiliki nilai koefisien = 0,699 yang bernilai postif sehingga dengan meningkatnya orientasi pasar maka kinerja pemasaran juga akan meningkat.

b) Variabel Kelengkapan produk memiliki nilai koefisien = 0,106 yang bernilai positif sehingga dengan meningkatkan kelengkapan produk maka kinerja pemasaran juga akan meningkat.

c) Variabel efektifitas saluran distribusi memiliki nilai koefisien = 0,048 yang bernilai positif sehingga dengan meningkatkan efektifitas saluran distribusi maka kinerja pemasaran juga akan meningkat.

5. Uji Hoptesis

Setelah melakukan pengujian regresi berganda maka dapat dilakukan uji hipotesis berdasarkan hasil uji regresi yang telah dilakukan sebelumnya, berikut pengujian hipotesis penelitian:

a. H1 = Variabel orintasi pasar berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pemasaran.
Berdasarkan nilai koefisien dan sig orintasi pasar berturut-turut yaitu 0,699 dan 0,007 yaitu 0,699 bernilai positif dan 0,007 < 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa H1 diterima.

b. H2 = Variabel kelengkapan produk berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pemasaran
Berdasarkan nilai koefisien dan sig kelengkapan produk berturut-turut yaitu 0,106 dan 0,579 yaitu 0,106 bernilai positif dan 0,579 > 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa H2 ditolak.

c. H3 = Variabel efektivitas saluran distribusi berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pemasaran
Berdasarkan nilai koefisien dan sig efektivitas saluran distribusi berturut-turut yaitu 0,048 dan 0,740 yaitu 0,048 bernilai positif dan 0,740 > 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa H3 ditolak..

KESIMPULAN

Penelitian dilakukan pada Klaster Industri Kecil Menengah (IKM) Sanan Malang dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi kinerja pemasaran klaster. Penelitian menentukan variabel-variabel yang diuji pengaruhnya terhadap kinerja pemasaran klaster diantaranya yaitu orientasi pasar, kelengkapan produk dan efektivitas saluran distribusi. Pegujian pengaruh variabel-variabel tersebut dilakukan dengan membuat hipotesis apakah ketiga variabel tersebut berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pemasaran klaster, hipotesis tersebut diuji kebenarannya menggunakan analisa regresi berganda.

Berdasarkan analisa regresi berganda dapat disimpulkan bahwa hipotesis pertama diterima yaitu orientasi pasar memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap meningkatnya kinerja pemasaran. Orientasi pasar yang memiliki indikator berupa variasi makanan yang sesuai dengan selera pasar dan ketersediaan sarana untuk menyampaikan keluhan jika ditingkatkan maka akan meningkat pula kinerja pemasaran klaster IKM Sanan. Hal ini menandakan bahwa konsumen akan lebih nyaman berada di suatu klaster dimana klaster tersebut mampu menyediakan produk-produk yang disesuaikan dengan selera mereka dan peduli akan pendapat dan keluhan mereka, ketersediaan sarana untuk menyampaikan saran dan keluhan dari pelanggan mampu mebantu pelaku industri untuk mengetahui keinginan pelanggan sehingga jika pelaku industri ingin melakukan inovasi para pelaku memiliki arah yang jelas. Sedangkan hipotesis dua dan tiga ditolak yaitu kelengkapan produk dan efektivitas saluran distribusi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap meningkatnya kinerja pemasaran akan tetapi berdasarkan nilai koefisiennya yang bernilai positif kedua faktor ini memiliki pengaruh positif terhadap kinerja pemasaran akan tetapi berdasarkan nilai *sig*nya perubahan kinerja pemasaran berdasarkan faktor kelengkapan produk dan efektivitas saluran distribusi tidak memiliki dampak yang signifikan, hal ini menandakan bahwa konsumen alasan konsumen mengunjungi klaster sanan tidak atau bukan dilandasi karena kelengkapan produk dan efektivitas saluran distribusinya kalaupun faktor-faktor tersebut mempengaruhi alasan konsumen datang ke klaster sanan maka pengaruhnya sangat kecil sekali.

Variabel-variabel independen yang diujikan sebelumnya masing-masing memiliki tiga indikator namun dengan melakukan uji analisis faktor maka masing-masing satu indikator dari masing-masing variabel independen tereduksi. Dari variabel orientasi pasar, kelengkapa produk dan efektivitas saluran distribusi sub-variabel yang indikatornya teredukasi berturut-turut yaitu orientasi pesaing, kesesuaian produk dan ketepatan waktu pengiriman.

Berdasarkan analisa nilai indeks jawaban responden dapat diketahui bahwa kondisi terkini varaiabel-variabel independen dan kinerja pemasaran klaster IKM Sanan. Nilai ndeks orientasi pasar, kelengkapan produk dan efektivitas saluran distribusi beserta kinerja pemasaran semuanya bernilai tinggi sehinggan klaster hanya perlu terus meningkatkan dan mempertahankan nilai indeks menjadi sangat tinggi dengan melalui pengingkatan indikator-indikator yang telah diteliti sebelumnya.

Penelitian ini dapat terus dikembangkan lebih lanjut yaitu salah satunya dengan mencari tahu variabel-variabel lain yang mempengaruhi kinerja pemasaran dan mencari indikator yang cocok untuk sub-variabel yang tereduksi.

DAFTAR PUSTAKA

Agustin, Ine.,(2008). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keunggulan Produk Untuk Meningkatkan Kinerja Pemasaran (Studi Empiris Pada Perusahaan Industri Produk Batik Di Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah). Semarang: Program Studi Magister ManajemenProgram Pascasarjana Universitas Diponegoro

Febrian, Qori Aldino., (2010). *Analisis Pengaruh Faktor Lokasi, Kelengkapan Produk Dan Harga Terhadap Pembelian Ulang Konsumen Pada Masyitah Swalayan Bukittinggi.*Padang: Fakultas Ekonomi Universitas Andalas

Ferdinand, Augusty. (2006). Structural Equation Modeling dalam Penelitian Manajemen : Aplikasi Model-model Rumit dalam Penelitian untuk Tesis Magister dan Disertasi Doktor. Seri Pustaka Kunci 03-2002

Ferdinand, A.T., (2000), Manajemen Pemasaran : Sebuah Pendekatan Stratejik, Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Fruchter,B.(1954). Introduction to Factor Analysis. New York : D.van Nostrand Company,Ltd

Ghozali, Imam, (2005), Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS, Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Hermanto, Heri. (2008). Faktor - Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Perubahan Fungsi Ruang Di Serambi Pasar Induk Wonosobo.Program Studi Magister Teknik ArsitekturProgram PascasarjanaUniversitas Diponegoro.

Kerlinger,F.N.,(1990), Asas-asas Penelitian Behavioral. Edisi 3, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Kotler, Phillip.,(2004), Manajemen Pemasaran di Indonesia, Buku 2, Jakarta: Salemba Empat

Kutner, M.H., Nachtsheim, C.L, and J. Neter, J., (2004), Applied Linear Regression Models. 4thed, New York: McGraw-Hill Compenies, Inc

Narus, James A. & James C. Anderson.(1988). Strengthen Distributor Performance through Channel Positioning, Sloan Management Review. Vol. 29, No. 2

Narver, J and Slater, S.(1994), The Effect of a Market Orientation on Business Profitability, Journal of Marketing. Vol 54 (4), 20-30

Nugroho, Tri Setiyo.,(2000**).** Efektivitas Saluran Distribusi dalam Upaya Meningkatkan Volume Penjualan Mesin Fotocopi Merek Minolta pada PT Perdana Jatiputra.Jakarta: Program Studi Manajemen Fakultas EkonomiUniversitas Katolik Atma Jaya

Depary, Orisini Astrid. (2010). Analisis Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Pemasaran Di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Untuk Umum (Spbu) Di Semarang. Semarang: Program Studi Magister Manajemen, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro

Hilton, Perry Roy and Brownlow, Charlotte., (2004), SPSS Explained, East Sussex: Routledge

Santoso, Singgih., (2006). Seri Solusi Bisnis Berbasis TI: Menggunakan SPSS untuk Statistik Multivariat, Jakarta: Elex Media Komputindo

Sinaga, Diana Kristiana.,(2009). *Analisa Efektivitas Saluran Distribusi Kopi Bubuk Di Kota Padang*. *Padang:* FakultasPertanian Universitas Andalas Padang.

Sismanto, Adi.,(2006). Analisis Pengaruh Orientasi Pembelajaran, Orientasi Pasar Dan Inovasi Terhadap Keunggulan Bersaing Untuk Meningkatkan Kinerja Pemasaran (Studi Empiris Pada Industri Kecil Dan Menengah Produk Makanan Di Provinsi Bengkulu). Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.

Suendro, Ginanjar., (2010). *Analisis Pengaruh Inovasi Produk Melalui Kinerja Pemasaran Untuk Mencapai Keunggulan Bersaing Berkelanjutan(Studi kasus pada Industri Kecil dan Menengah Batik Pekalongan)*Seamarang: Universitas Diponegoro.

PENYUSUNAN DOKUMEN KERJASAMA WARALABA DI CV. PRONERS LAYANAN PRIMA

Kautzar Rizka Igaputra[1], Roni Zakaria[2], Yusuf Priyandari[2]
[1]Mahasiswa, Jurusan teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
[2]Dosen, Jurusan teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: Kautzar.rizka@gmail.com , ronny01@runbox.com, priyandari@ft.uns.ac.id

ABSTRAKS
CV. Proners Layanan Prima merupakan perusahaan bisnis yang berkembang di bidang pelayanan kesehatan di rumah pasien (home care). Sesuai ketersediaan perawat, Proners sebenarnya secara geografis hanya diperuntukkan untuk melayani pasien di wilayah Surakarta. Untuk melayani area perawatan di luar kota Surakarta, Proners sebenarnya sudah membangun konsep kemitraan yaitu kemitraan perawat dan kemitraan usaha/badan usaha. Proners belum memiliki kendala dalam kemitraan perawat, namun demikian untuk membangun kemitraan badan usaha, Proners belum memiliki konsep yang utuh. Di dalam kemitraan, Proners memerlukan dokumen perjanjian kerjasama.Adapun tahapan untuk penelitian ini yang pertama adalah mengidentifikasi struktur pola waralaba. Tujuan dari tahap ini adalah mendapatkan atribut dari perusahaan-perusahaan yang memakai konsep waralaba. Tahap yang kedua adalah mengidentifikasi struktur motivasi pelaku bisnis yang mengambil waralaba. Tahap ketiga yaitu penyusunan hasil pola waralaba yang diusulkan menjadi pola waralaba di CV. Proners Layanan Prima. Tahap keempat yaitu merancang pola dan dokumen perjanjian kerjasama waralaba. Perancangan pola dan dokumen waralaba disusun dan di identifikasi menggunakan FGD (Focus Group Discussion). Diskusi kelompok ini melibatkan pemilik perusahaan, direktur, dan pakar hukum. Diskusi tersebut dianggap relevan karena mengingat dokumen kerjasama ini harus menyesuaikan kebudayaan Proners dalam menjalankan waralaba.

***Kata kunci**:* Dokumen Kerjasama Waralaba, *Home Care, Focus Group Discussion (FGD).*

PENDAHULUAN

Perawatan kesehatan di rumah (*Home Care*) merupakan salah satu bentuk pelayanan kesehatan yang berkesinambungan dan komprehensif diberikan kepada individu dan keluarga di tempat tinggal pasien (Bukit, 2008; Kementrian Kesehatan, 2011; DPR RI dan Presiden RI, 2009). Menurut Bukit (2008) pelayanan kesehatan bertujuan untuk meningkatkan, mempertahankan, memulihkan kesehatan, memaksimalkan tingkat kemandirian dan meminimalkan akibat dari penyakit. Layanan diberikan sesuai dengan kebutuhan pasien/keluarga yang direncanakan dan dikoordinir oleh pemberi layanan melalui perawat yang diatur berdasarkan perjanjian kerjasama.

Di Indonesia, *Home care* telah diatur pada Undang-Undang No. 36 Tahun 2009 bahwa *Home care* berhak dikelola oleh perorangan, klinik, rumah sakit dan lembaga. Di kota Surakarta, beberapa rumah sakit telah memiliki layanan *home care*, selain itu terdapat sebuah lembaga non rumah sakit yakni CV. Proners Layanan Prima yang juga melakukan layanan *home care.* Proners telah melakukan layanan *home care* sejak tahun 2007, kemudian membentuk badan hukum pada tahun 2012 dan meningkatkan kepada layanannya.

Untuk melayani area-area perawatan di luar kota Surakarta, proners sebenarnya sudah membangun konsep kemitraan Kemitraan proners terdiri dari 2 bentuk, yaitu kemitraan perawat dan kemitraan usaha/badan usaha. Kemitraan perawat menurut (Prasetyo, 2012) adalah memaksimalkan kerjasama dalam meningkatkan, mempertahankan, atau memulihkan kemandirian dan meminimalkan penyakit di bidang kesehatan. Adapun kemitraan badan usaha menurut ketentuan umum Pasal 1 ayat 8 UU No. 9 tahun 1995 adalah "Kerjasama usaha antara usaha kecil, usaha menengah, dan usaha besar disertai pembinaan dan pengembangan yang berkelanjutan oleh usaha menengah atau usaha besar dengan memperhatikan prinsip saling memerlukan, saling memperkuat, dan saling menguntungkan".

Saat ini proners belum memiliki kendala dalam kemitraan perawat, namun demikian untuk membangun kemitraan badan usaha, proners belum memiliki konsep yang utuh. Pemilik proners melihat bahwa kemitraan usaha untuk pembukaan kantor cabang dapat menggunakan konsep waralaba. Hal ini sejalan menurut Fitriani (2009) dan Sari (2009) yang menyatakan bahwa waralaba adalah Salah satu bentuk usaha untuk memudahkan wirausahawan dalam mengembangkan usahanya yang dianggap efektif

dan tepat guna dalam pengembangan suatu perusahaan karena tidak membutuhkan investasi langsung melainkan melibatkan kerjasama pihak lain.

Proners sebagai suatu badan usaha jasa dibidang layanan kesehatan melihat bahwa pola waralaba di suatu badan usaha tidak selalu langsung di adopsi untuk proners. Proners masih belum memiliki pola yang jelas mengenai bisnis waralaba, karena pada umumnya waralaba mengarah dibidang retail, kuliner, jasa kecantikan, dan pendidikan. Ada lembaga lain selain proners yang mengangkat pola *home care* menjadi kemitraan, tetapi data yang diambil terbatas, oleh karena itu proners membutuhkan suatu pola waralaba yang sesuai dengan bisnisnyaSesuai dengan Pasal 29 Undang-Undang Nomor 9 Tahun 1995 tentang Usaha Kecil yang menyebutkan : "Hubungan kemitraan dituangkan dalam bentuk perjanjian tertulis yang sekurang-kurangnya mengatur bentuk dan lingkup kegiatan usaha kemitraan, hak dan kewajiban masing-masing pihak, bentuk pembinaan, dan pengembangan serta jangka waktu dan penyelesaian perselisihan."

Di dalam kemitraan proners memerlukan dokumen perjanjian kerjasama. Perjanjian kerjasama ini berawal dari suatu perbedaan atau ketidaksamaan kepentingan diantara para pihak yang bersangkutan. Perumusan hubungan perjanjian senantiasa diawali dengan proses negosiasi diantara para pihak. Melalui proses negosiasi para pihak berupaya menciptakan bentuk-bentuk adanya kesepakatan untuk saling mempertemukan sesuatu yang diinginkan (kepentingan) melalui proses tawar menawar tersebut (Hernoko, 2008).

Sesuai dengan latar belakang tersebut, pendekatan bisnis melalui sistem waralaba (*franchising*) merupakan salah satu strategi alternatif usaha mikro kecil dan menengah untuk berkembang (Nur, 2011). Penelitian ini memiliki beberapa tahap yaitu penentuan struktur pola dan penilaian waralaba. Luasnya cakupan warlaba menimbulkan kesulitan dalam mendapatkan kriteria yang benar-benar penting untuk menilai maupun mengembangkan sebuah pola waralaba bagi proners. Oleh karena itu, penelitian ini akan melibatkan pakar hukum untuk menentukan dokumen pola kerjasama waralaba proners. *Focus Group Discussion* (FGD) dipertimbangkan sebagai teknik yang paling tepat untuk penilaian dokumen perjanjian kerjasama waralaba karena diperlukan kajian yang mendalam dari penilaian yang berimbang untuk membuat pola perjanjian kerjasama waralaba. Menurut (Irwanto, 2006) Suatu proses pengumpulan informasi mengenai permasalahan tertentu yang sangat spesifik maka dapat melalui diskusi kelompok FGD (*Focus Group Discussion*).

METODE PENELITIAN

a. Studi Pustaka

Studi Pustaka dilakukan dengan membaca literatur yang berkaitan dengan teori dan konsep penelitian yang akan dilakukan. Sumber dari studi pustaka ini berupa buku referensi, jurnal-jurnal penelitian, dan artikel-artikel terkait dengan faktor pola waralaba pada umumnya. Selain itu pula studi pustaka dilakukan untuk mengidentifikasi atribut pertimbangan pelaku bisnis dalam mengambil waralaba.

b. Observasi lapangan

Tahap ini merupakan tahap untuk menangkap segala informasi sistem dan permasalahan yang terkait dengan penelitian ini. Observasi lapangan dengan melihat bentuk-bentuk *franchise* yang ada dilapangan dan melihat masalah kerjasama pada CV. Proners Layanan Prima Surakarta

c. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap pengumpulan data bertujuan untuk mengetahui struktur yang penting dalam perancangan dokumen waralaba di Proners. Adapun kegiatan yang tercakup dalam tahapan ini akan diuraikan sebagai berikut.

Identifikasi Komponen Perjanjian Bisnis Waralaba

Identifikasi Komponen Perjanjian Bisnis Waralaba dilakukan untuk memperjelas batasan-batasan perjanjian dalam penyusunan waralaba secara umum dan memudahkan penyelesaian penelitian sehingga pengembangan konsep waralaba pada proners dapat sesuai tujuan. Tahapan ini dilakukan dengan mentabulasi identifikasi komponen-komponen perjanjian bisnis waralaba, sehingga dari tabulasi tersebut menggambarkan suatu pola yang dianggap penting dalam mengambil waralaba. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut :

a. Penyusunan Komponen Perjanjian Bisnis Waralaba
   Penyusunan komponen berdasarkan hasil atribut yang berpengaruh pada perjanjian bisnis waralaba. perjanjian ini merupakan hal yang yang dianggap penting untuk seseorang dalam mengambil suatu waralaba.
b. Merekap Data Komponen Perjanjian Bisnis Waralaba

Berdasarkan dari komponen perjanjian dilakukan rekapitulasi data. Hasil dari rekapitulasi data ini menggunakan diagram pareto.

Mengidentifikasi Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan Pelaku Bisnis dalam Mengambil Pola Waralaba

Tahap pengumpulan data bertujuan untuk mengetahui komponen yang penting pada motivasi para pelaku bisnis. Pertama-tama yaitu membuat tabulasi dari beberapa referensi. Tabulasi berisi atribut-atribut yang berpengaruh dalam usaha waralaba. Atribut dijelaskan detail untuk dipertimbangkan dalam waralaba atau tidak. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut :

a. Penyusunan Tabulasi Referensi

Penyusunan tabulasi referensi dikelompokkan dan didefinisikan berdasarkan pertimbangan seseorang untuk berwirausaha di waralaba. Tabulasi ini merupakan nilai tingkat kepentingan dari masing-masing atribut yang muncul dalam pertimbangan memilih usaha waralaba.

b. Penyusunan Tabulasi Atribut

Penyusunan tabulasi atribut dikelompokan dan didefinisikan berdasarkan pola atribut yang sama dan dianggap perlu dipertimbangkan dalam mengambil atau berinvestasi waralaba.

Perancangan Pola Waralaba

Hasil dari identifikasi komponen bisnis perjanjian waralaba dan identifikasi faktor-faktor yang dipertimbangkan pelaku bisnis dalam mengambil waralaba adalah suatu rancangan pola waralaba untuk proners. Perancangan pola waralaba adalah suatu rekomendasi saran peneliti untuk proners dalam merancang usaha waralabanya. *Output* perancangan pola waralaba ini diharapakan dapat menjadi landasan untuk perancangan dokumen perjanjian waralaba proners.

Perancangan Dokumen Perjanjian Waralaba dengan *Forum Group Discussion* (FGD).

Hasil dari pola menjadi poin penting dokumen perjanjian waralaba. FGD secara sederhana dapat didefinisikan sebagai suatu diskusi yangdilakukan secara sistematis dan terarah atas suatu isu atau masalah tertentu. FGDini bertujuan untuk mengelompokkan atribut yang dianggap pentingke dalam dimensi atau dokumen perjanjian waralaba. Dokumen perjanjian menyesuaikan peraturan pemerintah yang berlaku. Peraturan pemerintah mengatur bisnis waralaba di UU No. 42 tahun 2007. Peraturan pemerintah merupakan dasar pokok perjanjian waralaba. Pengembangan dokumen perjanjian disesuaikan dengan hasil atribut yang dianggap perlu dipertimbangkan. Peserta dari FGD iniadalah pihak CV. Proners Layanan Prima yangdiwakili oleh pemilik perusahaan, direktur dan pakar hukum. Jumlah peserta FGD yangdirencanakan adalah 2 orang pejabat CV. Proners Layanan Prima, 1 orang mewakili pemilik perusahaan, 1 orang mewakili direktur, dan 1 orang mewakili ahli hukum. FGD dilakukan dengan cara berdiskusi yang dipimpin oleh moderator. Moderator dalam FGD ini adalah peneliti. moderator menanyakan atribut kepuasan akan masuk ke dalam dimensikepada para peserta. Berdasarkan pertanyaan moderator, masing-masing pesertamenyampaikan pendapat mereka mengenai atribut yang akan masuk ke dalamdimensi. Akhir diskusi dilakukan *review* kembali tentang pengelompokan atributkepuasan tersebut. *Output* FGD ini adalah atribut kepuasan yangberkelompok sesuai dimensi kepuasan dimana akan digunakan sebagai dasarwaralaba proners.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Perjanjian Bisnis Waralaba

Tabel 1. Atribut Perjanjian Bisnis Waralaba

No	Waralaba	Frekuensi			Rasio
		Mitra	Franchisor	Total perusahaan	
1	Franchisor menggunakan franchise fee	11	0	14	78,6%
2	Franchisor menggunakan royalty fee	7	0	14	50%
3	Franchisor menggunakan system bagi hasil	4	0	14	28,6%
4	Franchisor membantu penyediaan SDM	3	11	14	78,6%
5	Franchisor membantu penyediaan management waralaba	5	9	14	64,3%
6	Franchisor membantu penyediaan supply produk	10	4	14	28,6%
7	Franchisor membantu penyediaan peralatan dokumen	0	14	14	100%
8	Franchisor membantu penyediaan tempat waralaba	9	5	14	35,7%
9	Mitra mencukupi biaya investasi tempat	14	0	14	100%
10	Mitra mencukupi biaya investasi pendukung waralaba	14	0	14	100%

Kriteria pada tabulasi perjanjian waralaba terdiri dari 10 kriteria. Kriteria yang muncul adalah *franchise fee, royalty fee*, sistem bagi hasil, Penyediaan SDM, Penyediaan *management* waralaba,

penyediaan *supply* produk, penyediaan peralatan dokumen, penyediaan tempat, investasi tempat dan investasi pendukung waralaba. Kriteria yang lebih dari sama dengan 50% yaitu *franchise fee, royalty fee*, penyediaan SDM, penyediaan *management* waralaba, peralatan dokumen, investasi tempat, dan investasi pendukung waralaba. Kriteria yang kurang dari 50% adalah penggunaan kriteria sistem bagi hasil, penyediaan supply produk, dan penyediaan tempat waralaba pada *franchisor*.

Faktor-Faktor yang Dipertimbangkan Pelaku Bisnis dalam Mengambil Pola Waralaba

Tabel 2. Atribut Motivasi Pelaku Bisnis

No	Atribut
1	*Brand Awareness*
2	Kekuatan *Merk*
3	Pengelolaan *Merk*
4	*Technical Suppot*
5	Analisis *Support*
6	Kekuatan Penawaran
7	Pengalaman *Franchise*
8	Persiapan pembukaan
9	Masa Pembelajaran
10	Informasi
11	Analisis Sistem
12	Motivasi Kewirausahaan
13	Tempat Usaha
14	Promosi
15	*Existing*
16	Ketertarikan Pasar
17	Prospektus
18	Analisis *Market*
19	Loyalitas Pelanggan
20	Faktor *Management*
21	Kualitas Manajemen
22	Analisis Diri
23	Karakter Individu
24	Penentuan Karyawan
25	Gaya Kepemimpinan
26	Kewirausahaan
27	*Cost of Trial and Eror*
28	Faktor *Mastery*
29	*Business Risk*
30	Faktor BEP
31	Analisis Proyeksi Keuangan
32	Penentuan Harga

Referensi yang dipakai terdiri dari 6 sumber. Studi kasus yang diangkat berbeda-beda. Referensi diambil dari beberapa artikel, TA dan tesis. Artikel paper mengambil penelitian Andi Pangeran (2012) dan Tulisan artikel Rofian Akbar dan Muhamad Hary. Andi Pangeran mengangkat judul Implementasi Konsep Waralaba Sebagai Upaya Penyerapan Tenaga Kerja dan Penciptaan Wirausaha baru. Studi kasus Andi Pangeran adalah Bagaimana proses implementasi waralaba sehingga mampu menyerap tenaga kerja dan menciptakan wirausaha baru. Metode penelitian menggunakan teori perhitungan dan pendapatan nasional. Atribut yang muncul adalah *brand awareness, loyal costumer, experience,* persiapan pembukaan, *learning period, technical support, information, bargaining power, promotion, costof trial and error,* dan *business risk.* Artikel Rofian Akbar dan Muhammad Harry mengangkat judul Siapa yang Paling Perspektif. Studi kasus Rofian Akbar dan Muhammad Harry tentang faktor-faktor bisnis domestic yang kuat untuk memicu semua industry *franchise*. Atribut yang muncul adalah kekuatan *branding/merk,* faktor *mastery,* faktor BEP, *have existing,* faktor *management,* ketertarikan pasar terhadap produk/jasa.

Tabel 3. Atribut Motivasi Pelaku Bisnis yang Dikelompokkan

No	1		2		3		4	
	VARIABEL	PENGERTIAN	VARIABEL	PENGERTIAN	VARIABEL	PENGERTIAN	VARIABEL	PENGERTIAN
1	*Brand Awareness*	Sejauh mana konsumen mengenal produk yang ditawarkan.	Kekuatan *Branding/Merk*	*Merk/brand* memegang peranan penting karena kepercayaan pasar ada di *merk* yang kuat	Analisis *Merk*	*Franchisee* lebih memilih suatu produk yang sudah dikenal oleh masyarakat, karena selain mendongkrak penjualan juga suatu *merk* yang baik pasti telah melalui kriteria halal, lisensi dsb.	Pengelolaan *Merk*	Bagi *franchisor* menjamin pengembangan *brand image* dengan semakin dikenalnya sebagai pengendalian saluran distribusi. Sedangkan bagi *franchisee* adalah kesempatan akses untuk ikut andil dalam konsep bisnis dan dalam merek terkenal sehingga apabila semakin tinggi pengelolaan merek akan menyebabkan peningkatan kualitas hubungan antara *franchisor* dengan *franchisee*

Pada tabel 3, Atribut Motivasi Pelaku Bisnis yang Dikelompokkan diperlihatkan salah satu pengelompokkan bahwa antara referensi 1-4 mengandung atribut yang sama yaitu tentang *merk*. Hal ini diperlukan tabulasi untuk memperjelas atribut yang diambil sesuai dengan tujuan atau tidak dan mengelompokkan atribut pada sumber 1 dengan sumber lain yang mempunyai maksud atau arti sama. Salah 1 variable pada Pangeran (2011) yaitu *Brand awareness*. *Brand Awareness* yaitu sejauh mana konsumen mengenal produk yang ditawarkan. Akbar (2011) mempunyai variable tentang kekuatan *branding/merk*. Kekuatan *branding/merk* yaitu *Merk/Brand* yang memegang peranan penting karena kepercayaan pasar ada di merk yang kuat. Handoyo (2011) mempunyai *variable* tentang Analisis *Merk*. Analisis *merk* adalah Mitra lebih memilih suatu produk yang sudah dikenal masyarakat,karena selain mendongkrak penjualan juga suatu *merk* yang baik pasti telah melalui criteria halal, mempunyai lisensi, dsb.

Hapsari (2008) mempunyai *variable* tentang pengelolaan *merk*. Maksud Pengelolaan *merk* pada sumber tersebut yaitu "*Franchisor* menjamin pengembangan *brand image* dengan semakin dikenalnya sebagai pengendalian saluran distribusi, selain itu bagi mitra yaitu kesempatan akses untuk ikut andil dalam konsep bisnis. Semakin tinggi pengelolaan *merk* akan menyebabkan peningkatan kualitas hubungan antara *franchisor* dan mitra". Nur (2011) mempunyai variable tentang penentuan harga. Pengertian Penentuan harga pada sumber tersebut adalah Seberapa besar kemampuan pasar/*market* dalam daya beli suatu produk. Noersasongko (2005) mempunyai *variable* tentang karakteristik individu. Karakteristik individu adalah Ciri khas seseorang yang menunjukan perbedaan seseorang tentang motivasi, inisiatif, kemampuan untuk menyesuaikan perubahan yang terkait erat dengan lingkungan yang mempengaruhi kinerja individu.

Pola Waralaba

Tabel 5. Tabel Rekomendasi

No.	Atribut	Rekomendasi/Saran
1	Jenis Hak Kekayaan Intelektual	Proners mempunyai jenis HAKI yang berupa logo dan semboyan *Home Care and Nursing* Solution. Bidang intelektualnya berupa franchise Perawatan Home Care di rumah pasien. HAKI tidak diatur dalam ketentuan pola-pola waralaba yang ada.
2	Kegiatan Usaha	Kegiatan usaha yang ditawarkan proners kepada calon mitra seperti produk-produk perawatan, contoh perawatan orang tua atau perawatan luka pasien.
3	Hak dan Kewajiban (*Franchise fee* dan	Pada hak dan kewajiban disarankan pola waralaba tentang *support management*, pembukaan cabang, supporting marketing, dan pihak-pihak yang dapat mengatur *management* proners mitra. Proners dapat memakai *franchise fee* dan *royalty fee* untuk usaha waralabanya. Selain

	royalty fee)	system *franchise fee* dan *royaty fee*, proners juga dapat memakai system bisnis syariah *mudharabah* dimana hasil keuntungan dibagi menjadi 2 antara mitra dan proners.

Pada Tabel 5. Rekomendasi/saran menjelaskan tentang salah satu atribut yang direkomendasikan untuk CV. Proners Layanan Prima. Perancangan pola waralaba digunakan peneliti untuk memberikan rekomendasi atau saran antara identifikasi komponen perjanjian bisnis waralaba dan identifikasi faktor-faktor yang dipertimbangkan pelaku bisnis dalam mengambil bisnis waralaba. Pada atribut pertama merekomendasikan atribut Jenis Hak Kekayaan Intelektual. Atribut HAKI merekomendasikan bahwa jenis HAKI yang berupa logo dan semboyan *Home Care and Nursing Solution*. Bidang intelektualnya berupa *franchise* Perawatan *Home Care* di rumah pasien. HAKI tidak diatur dalam ketentuan pola-pola waralaba yang ada. Pada atribut kedua merekomendasikan atribut Kegiatan Usaha. Atribut kegiatan usaha merekomendasikan bahwa kegiatan usaha yang ditawarkan proners kepada calon mitra seperti produk-produk perawatan, contoh perawatan orang tua atau perawatan luka pasien.

Pada atribut yang ketiga merekomendasikan atribut hak dan kewajiban. Atribut hak dan kewajiban merekomendasikan bahwa pola waralaba meliputi *support management*, pembukaan cabang, *supporting marketing*, dan pihak-pihak yang dapat mengatur *management* proners mitra. Hak dan kewajiban juga menjelaskan tentang atribut *franchise fee* dan *royalty fee*. Atribut *franchisefee* dan *royalty fee* merekomendasikan bahwa Proners dapat memakai *franchise fee* dan *royalty fee* untuk usaha waralabanya. Selain sistem *franchise fee* dan *royaty fee*, proners juga dapat memakai sistem bisnis syariah *mudharabah* dimana hasil keuntungan dibagi menjadi 2 antara mitra dan proners.

Perancangan Dokumen Perjanjian Pola Waralaba

Tabel 6. Tabel Rekomendasi FGD Proners

Tanggal	No.	Pendapat
19 Maret 2019	1	Atribut dan konten sudah sesuai
	2	Atribut dan konten sudah sesuai
	3	Atribut dan konten sudah sesuai
	4	a. Bantuan dan fasilitas pemberi waralaba ke penerima waralaba menjadi "*sub main*" di atribut no.3 hak dan kewajiban b. Atribut yang masuk ke hak dan kewajiban *adalah technical and analisissupport* dan pengelolaan *merk* c. Atribut penentuan harga terpisah jadi pola sendiri
	5	Atribut investasi tempat terpisah jadi pola sendiri
	6	Atribut dan konten sudah sesuai
	7	a. Atribut dan konten Tata cara pembayaran sudah sesuai b. "*Sub main*" Investasi Pendukung masuk dalam *sub main* no.3 hak dan kewajiban.
	8	Atribut dan konten sudah sesuai
	9	Atribut dan konten sudah sesuai
	10	Atribut dan konten sudah sesuai

UU No. 42 Tahun 2007 tentang Waralaba pada dokumen perjanjian waralaba memberikan gambaran teknis kepada proners agar rancangan dokumen dapat berjalan secara efektif. Pada Akhirnya Atribut tersebut diaplikasikan pada klausul undang-undang untuk menjadi dokumen kerjasama.

pada petinggi proners. Harapannya dapat memberikan perbaikan-perbaikan pada out put dokumen perjanjian sehingga memberikan hasil yang maksimal. Pada penelitian ini FGD dilakukan pada tanggal 19 Maret 2014. Berikut ini adalah rincian hasil yang diperoleh dari FGD Atribut dan konten yang sudah sesuai ada 7 atribut yaitu nomor 1, 2, 3, 6, 8, 9, dan 10. Atribut yang perlu perbaikan ada 3 atribut. Atribut pertama tentang bantuan dan fasilitas pemberi waralaba ke penerima waralaba no. 4. Hal yang perlu diperbaiki ada 3 yaitu 1. Bantuan dan fasilitas pemberi waralaba ke penerima waralaba menjadi "*sub main*" di atribut no.3 hak dan kewajiban, 2. Atribut yang masuk ke hak dan kewajiban adalah *technical and analisis support* dan pengelolaan *merk*, dan 3. Atribut penentuan harga terpisah jadi pola sendiri.

Atribut kedua tentang Wilayah Usaha no. 5. Hal yang perlu diperbaiki adalah Atribut sub main pada investasi tempat. Atribut invetasi tempat terpisah jadi pola sendiri. Atribut ketiga tentang tata cara pembayaran. Hal yang perlu diperbaiki adalah atribut sub main pada Invetasi Pendukung. Atribut invetasi pendukung masuk dalam sub main no.3 hak dan kewajiban.

Tabel 7. Hasil FGD Pakar Hukum

Tanggal	Pasal	Pendapat
19 April 2014	Ket. Pihak Kerjsama	1. Penambahan tanggal dan tempat kerjasama 2. Penambahan Kata "Pihak Kedua"
	1	Perbaikan kata-kata pada ayat 1. tentang penghilangan "pihak I"
	2	konten sudah sesuai
	3	konten sudah sesuai
	4	Penambahan kata-kata tentang perlunya berita acara (dokumen kesepakatan) tambahan untuk membuat cabang.
	5	1. Perbaikan dan perubahan kata-kata hak dan kewajiban pada perlunya keterangan hak dan kewajiban pihak pertama terlebih dahulu baru menjelaskan hak dan kewajiban pihak kedua. 2.Pada Hak pihak kedua ayat 1 Perubahan kata kesepakatan menjadi perjanjian 3.Pada Hak pihak kedua ayat 2 Perubahan kata kontrak menjadi jangka waktu perjanjian 4.Pada Hak pihak kedua ayat 13 penambahan kata tentang persetujuan tertulis dari pihak pertama.

Pada Tabel 7. Hasil FGD Pakar hukum menjelaskan tentang salah satu pasal yang direkomendasikan oleh pakar hukum tentang dokumen kerjasama CV. Proners Layanan Prima. Usulan diskusi proners lalu diwujudkan sebagai dokumen kerjasama waralaba. Hal ini di legalkan bersama pakar hukum untuk membuat dokumen kerjasama lebih layak dihadapan hukum. Hasil yang diperoleh dari FGD dokumen adalah perbaikan pada 12 atribut. Pertama, pada awal dokumen ditambahkan 1. Penambahan tanggal dan tempat kerjasama dan 2. Penambahan Kata "Pihak Kedua". Perbaikan pertama perlunya tanggal berupa angka dan bukti tempat kerjasama, dimana antara pihak pertama dan kedua saling mengikat kerjasama sebab agar keterangan waktu dan tempat kerjasama jelas dihadapan hukum. Perbaikan kedua ditambahkannya kata pihak kedua karena sebelumnya belum ada keterangan mitra sebagai pihak kedua.

Kedua, Perbaikan kata-kata pada ayat 1. tentang penghilangan "pihak I". Hal tersebut dilakukan karena sebelumnya terdapat penulisan pihak I dan penulisan (pihak pertama), sehingga perlunya penghilangan antara salah satunya. Ketiga pada pasal 4 yaitu Penambahan kata-kata tentang perlunya berita acara (dokumen kesepakatan) tambahan untuk membuat cabang usaha. Sebelumnya, pada pasal 4 tidak memuat keterangan tentang perlunya berita acara (dokumen kesepatan), hal tersebut diperlukan karena untuk mengatur lancarnya *management* dan *supporting* usaha mitra ke depan.

Keempat, perbaikan kata-kata pada pasal 5 tentang hak dan kewajiban, yaitu 1. perlunya penjelasan hak dan kewajiban pihak pertama terlebih dahulu baru menjelaskan hak dan kewajiban pihak kedua, 2.Pada Hak pihak kedua ayat 1 Perubahan kata kesepakatan menjadi perjanjian,3.Pada Hak pihak kedua ayat 2 Perubahan kata kontrak menjadi jangka waktu perjanjian, 4.Pada Hak pihak kedua ayat 13 penambahan kata tentang persetujuan tertulis dari pihak pertama.

Kelima, Perbaikan kata-kata pada pasal 6 ayat 2 tentang legalisasi surat perjanjian pada notaris/pejabat yang berwenang menjadi beban kedua belah pihak. Hal tersebut menunjukan perlunya pengawasan kepada notaris/pejabat yang berwenang karena agar dokumen kerjasama kuat dihadapan hukum.

KESIMPULAN

Berdasarkan permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Pola waralaba yang dibentuk untuk CV. Proners Layanan Prima terdiri dari 10 atribut, yaitu Atribut kegiatan usaha, Franchise fee dan royalty fee, technical and analisis support, pengelolaan merk, investasi pendukung, penentuan harga, investasi tempat, wilayah usaha, jangka waktu perjanjian, dan tata cara pembayaran.

2. Dokumen perjanjian kerjasama waralaba di CV. Proners Layanan Prima dirancang untuk pedoman dalam proses kerjasama waralaba yaitu : Jenis Hak Kekayaan Intelektual, Kegiatan Usaha, Hak dan Kewajiban, Wilayah Usaha, Jangka Waktu Perjanjian, Tata Cara Pembayaran, Kepemilikan, perubahan kepemilikan, dan hak ahli waris, penyelesaian perselisihan,perubahan-perubahan, tata cara perpanjangan. Pengakhiran, dan Pemutusan Perjanjian.

DAFTAR PUSTAKA

Bukit, Eva Karota. 2008. Perawatan Kesehatan di Rumah (*Home Health Care*). Jurnal Ilmu Keperawatan. Universitas Sumatera Utara.

Fitriani, Dewi Irma. 2009. Strategi Pengembangan Bisnis Waralaba Lembaga Pendidikan Primagama

Handoyo, Natanael. 2011. Analisis Faktor Pemilihan Bisnis Franchise Bakso Kepala Sapi di Semarang. Skripsi. Universitas Katolik Soegijapranata.

Hernoko, Agus Yudha.Hukum, 2008, Perjanjian Azas Proporsionalitas Dalam Kontrak Komersial, Laksbang Mediatama, Yogyakarta,. Hal.1

Irwanto. 2006. *Focussed Group Discussion*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

Muhhamad, Harry dan Akbar, Rofian. 2011. "Siapa yang Paling Prospektif" Franchise Utama Bisnis Franchise 2012. Franchise hal 42-44.

Pangeran, Andi. 2012. Implementasi Konsep Waralaba Sebagai Upaya Penyerapan Tenaga Kerja dan Penciptaan Wirausaha Baru. Eco-Entrepreneurship "Improving Performance by Improving Environment". Jurnal Fakultas Ekonomi. Universitas Negeri Semarang.

Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2007 Tentang Waralaba.

Peranturan Menteri Kesehatan Tahun 2011 Tentang Klinik

Prasetyo, yoyok bekti., Djauhari, Thontowi., dan Kumboyono. 2012. Matahari *Homecare* Sebagai Terobosan Bisnis di Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Malang. Volume 9 hal 67-72. Universitas Muhammadiyah Malang.

Sari, Krisyalia Wahyu. 2009. Perlindungan Hukum Bagi Pelaku Usaha Waralaba. Thesis. Universitas Diponegoro.

Noersasongko, Edi. 2005 Analisis Pengaruh Karakteristik Individu, Kewirausahaan, dan Gaya Kepemimpinan Terhadap Kemampuan Usaha Serta Keberhasilan Usaha Pada Usaha Kecil Batik di Jawa Tengah. Disertasi. Universitas Merdeka Malang

Nur, Sufian. 2011. Strategi Keunggulan Bersaing Franchise Syariah CV. Cinta Umiku. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2007 Tentang Waralaba

Undang-Undang Nomor 9 Tahun 1995 Tentang Usaha Kecil.

Undang-undang Nomor 36 Tahun 2009 Tentang Kesehatan

TREN KEILMUAN MANAJEMEN KEUANGAN DI BIDANG REKAYASA DAN BISNIS

Wahyudi Sutopo[1], Citra Kusuma[2]
[1]Grup Riset Rekayasa Industri dan Tekno Ekonomi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[2]Asisten Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-632110
Email: [1]wahyudisutopo@gmail.com,[2]citrakusuma93@gmail.com

ABSTRAKS
Manajemen keuangan merupakan ilmu yang sangat luas dan dapat diterapkan dalam berbagai bidang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tren keilmuan manajemen keuangan di bidang rekayasa dan bisnis di dunia maupun di Indonesia. Data yang diteliti adalah seluruh artikel yang menggunakan keyword "manajemen keuangan" dalam database Scopus. Kemudian analisis dipersempit berdasarkan pengarang dengan afiliasi Departemen Teknik Industri dariIndonesia maupun dari dunia Internasional. Data dianalisis dengan menggunakan teknik analisis deskriptif. Secara umum, artikel manajemen keuangan banyak ditulis di Amerika Serikat dengan subjek area Medicine, Social Sciences, dan Engineering. Sedangkan secara spesifik pada departemen Teknik Industri,artikel didominasi oleh penulis dari Georgia Institute of Technology, Amerika Serikat. Bidang kajian Financial Management yang ditulis oleh para ahli Teknik Industri di dunia adalah tentang investment, profitability, risk management, financial data processing, mathematical model for finance, dan portoflio management. Di Indonesia, artikel manajemen keuangan belum banyak ditulis. Sehingga masih banyak peluang bagi civitas akademika jurusan Teknik Industri untuk mengembangkan riset mengacu dengan bidang kajian yang ditulis oleh para ahli Teknik Industri di dunia internasional.

Kata kunci: *Indonesia, manajemen keuangan, Scopus, teknik industri, tren keilmuan.*

PENDAHULUAN

Manajemen keuangan adalah ilmu yang mempelajari aktivitas perusahaan yang berhubungan dengan bagaimana memperoleh dana, menggunakan dana, dan mengelola asset sesuai dengan tujuan perusahaan secara menyeluruh (Sonny, 2003). Sedangkan menurut Sutrisno (2003), manajemen keuangan diartikan sebagai semua aktivitas perusahaan dengan usaha-usaha mendapatkan dana perusahaan dengan biaya yang murah serta usaha untuk menggunakan dan mengalokasikan dana tersebut secara efisien. Seperti ilmu-ilmu lainnya, manajemen kauangan juga mengalami perkembangan kelimuan. Terdapat empat tahap perkembangan ilmu manajemen keuangan (Bringham and Houston, 2001). Tahap pertama dimulai pada tahun 1900-an dan merupakan awal pertama kali keilmuan ini muncul. Pada saat ini, fokus utama dari manajemen kauangan adalah aspek legalias dari proses *merger* perusahaan, pembentukan perusahaan baru, dan penerbitan sejumlah instrumen keuangan perusahaan guna memperoleh dana segar dari pasar modal. Tahap kedua dimulai pada tahun 1930-an, yaitu ketika ekonomi dunia, khususnya Amerika Serikat, mengalami resesi yang cukup berat. Oleh karena itu, fokus dari keilmuan berhubungan dengan masalah kebangkrutan perusahaan, reorganisasi perusahaan, dan pembentukan regulasi pasar modal. Tahap ketiga dimulai pada akhir tahun 1940-an. Tahap ini merupakan tahun terjadinya perubahan sudut pandang ilmu manajemen keuangan, yaitu dari sudut pandang manajemen internal perusahaan ke sudut pandang pihak luar atau *stakeholder*. Tahap terakhir dimulai pada akhir tahun 1950-an. Tahap ini merupakan pengembangan dari tahap ketiga dengan sudut pandang ilmu manajemen *stakeholder*dan masih berlaku hingga sekarang. Selain itu, pada tahap ini mulai dikembangkan pengertian memaksimalkan nilai pemegang saham sebagai tujuan utama dari manajemen perusahaan.

Dalam bidang akademik, manajemen keuangan merupakan materi pembelajaran yang tergolong dalam *social science*. Manajemen keuangan dipelajari dalam fakultas teknik, ekonomi, pertanian, kesehatan, dan lain-lain. Salah satu jurusan dalam fakultas teknik yang mempelajari ilmu manajemen keuangan adalah teknik industri. Mata kuliah manajemen keuangan dipelajari di berbagai universitas di Indonesia. Mata kuliah ini dapat tergolong sebagai mata kuliah wajib ataupun mata kuliah pilihan. Di Universitas Sebelas Maret, ilmu manajemen keuangan dipelajari sebagai mata kuliah pilihan dengan 2 SKS. Di jurusan Teknik Industri IT Telkom, ilmu manajemen keuangan dipelajari sebagai mata kuliah wajib dengan 3 SKS. Sedangkan di jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya, dipelajari sebagai mata kuliah pilihan dengan 3 SKS. Kompetensi yang diharapkan dari mahasiswa teknik industri yang

mempelajari manajemen keuangan adalahmampu menguasai teknik-teknik analisis laporan keuangan, melakukan pengorganisasian, pengelolaan, dan pengendalian keuangan untuk menjaga fungsi likuiditas dan profitabilitas dalam ruang lingkup perusahaan. Hal ini dapat digunakan untuk memperkuat kompetensi kemampuan Analisis dan Estimasi Biaya yang merupakan mata kuliah wajib di jurusan Teknik Industri. Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari Analisis dan Estimasi Biaya adalah mampu menggunakan teknik analisis dan estimasi biaya produksi, menyusun biaya produksi dalam laporan keuangan, dan menggunakan informasi biaya produksi sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengendalian operasi perusahaan (Sutopo dkk, 2014).

Tren keilmuan ini dapat dilihat salah satunya dari seberapa banyak orang-orang yang menyumbangkan pemikirannya dalam jurnal-jurnal ekonomi.Artikel tersebut dapat dikumpulkan untuk kemuadian dilakukan suatu analisis sehinggga dapat diketahui bagaimana perkembangan ilmu pengetahuan mengenai manajemen keuangan.

Penelitian ini bertujuan unutk mengetahui tren keilmuan manajemen keuangan di bidang rekayasa dan bisnis di dunia maupun di Indonesia sehingga dapat diidentifikasi arah penelitian di masa depan. penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Chemmanur dan Fulghieri, 2013. Mereka memproyeksikan bidang kajian riset entrepreneurial finance dan inovasi di masa depan berdasarkan atas artikel yang dihasilkan oleh Jurnal "The Review of Financial Studies" pada tahun 2013. Artikel review lainnya juga dilakukan oleh Ritzberger, 2008 dan Currie dan Pandher, 2010. Mereka mereview beberapa jurnal dan akhirnya membuat peringkat jurnal tersebut berdasarkan kualitas. Ritzberger memberi peringkat jurnal di bidang ekonomi. Sedangkan Currie dan Pandher memberi peringkat jurnal lebih detail dalam bidang keuangan

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode penelitian yang digunakan meliputi penentuan keyword, time horizon, seleksi artikel, dan analisis.

a) Penentuan Sumber Jurnal

Dalam penelitian ini, artikel-artikel didapatkan dari sebuah database artikel yang bernama Scopus. Scopus adalah *database* terbesar didunia saat ini yang berisi bibliografi abstrak dan kutipan untuk artikel jurnal ilmiah dari berbagai penerbit di seluruh dunia dan mencakup jurnal-jurnal non bahasa Inggris (Lia, 2012). Di dalam Scopus terdapat hampir20.500 dokumen yang terdaftar dari pertengahan tahun 1960 (Dess, 2005) dari lebih dari 5.000 penerbit internasional.

Scopus dipilih dalam penelitian ini, karena Scopus merupakan database artikel terlengkap jika dibandingkan dengan database yang ada, seperti *Google Scholar* dan *Web of Science*.Penelitian sudah pernah dilakukan oleh Bakkalbasi pada tahun 2006 mengenai perbandingan ketiga mensin pencari jurnal tersebut.

b) Time Horizon

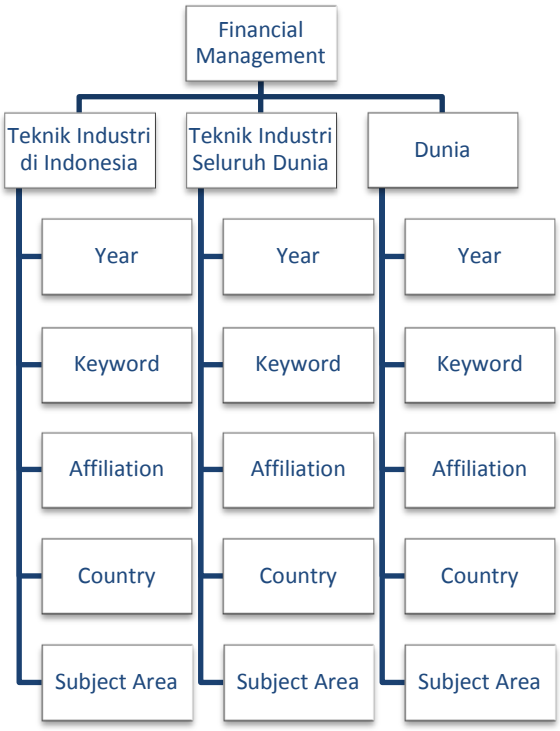
Dalam pencarian menggunakan Scopus, dapat ditentukan selang tahun penerbitan artikel jurnal. *Time horizon* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *all years*, yaitu dari tahun awal penerbitan artikel sampai dengan tahun sekarang. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui sejak kapan artikel dengan tema ini terindeks di Scpus dan bagaimana perkembangannya dari tahun ke tahun.

c) Seleksi Artikel

Artikel dicari dalam Scopus dengan berdasarkan beberapa kategori, seperti pengarang, afiliasi, keyword, country, dll. Dalam penelitian ini, pencarian artikel akan didasarkan pada keyword. Artikel yang akan diteliti yaitu artikel dengan tema manajemen keuangan.Terdapat tiga macam data yang diolah dalam penelitian ini, yaitu artikel dengan keyword berupa "financial management", artikel financial management dengan pengarang berafiliasi teknik industri di seluruh dunia, dan artikel financial management dengan pengarang berafiliasi teknik industri di Indonesia. Pencarian data dilakukan pada tanggal 15 April 2014.

d) Analisis

Dari hasil artikel yang ditampilkan dalam Scopus, dilakukan suatu analisis yang akan menjelaskan tren penulisan artikel bertemakan manajemen keuangan. Gambar 1 menjelaskan tentang metode analisis dalam penelitian ini. Analisispada tiga data yang telah disebutkan dilakukan per dekade berdasarkan subject area, tahun, afiliasi, keyword, dan negara. Scopus akan menampilkan semua data yang diperlukan untuk analisis.Akan tetapi dalam penelitian ini diambil lima data terpopuler dari subject area, afiliasi, keyword, dan negara.

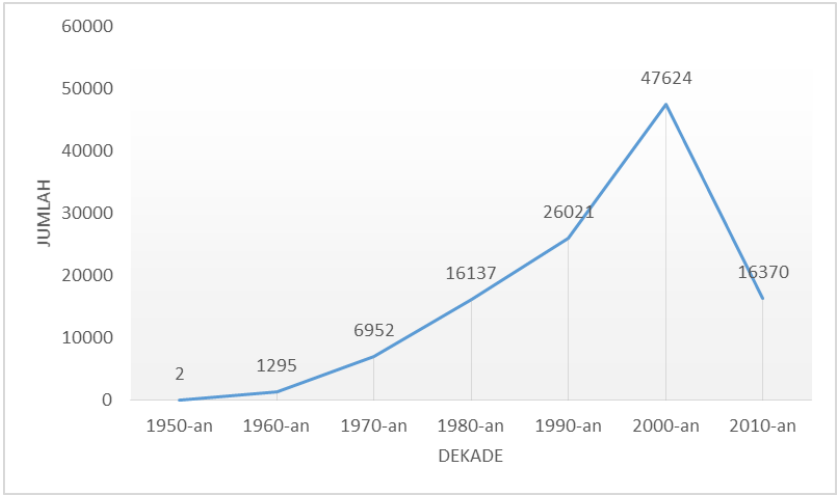


Gambar 1. Bagan Metode Analisis Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Perkembangan Artikel Manajemen Keuangan di Seluruh Dunia

Data yang dianalisis pada bagian ini adalah artikel manajemen keuangan di seluruh dunia. Gambar 1 menunjukkan perkembangan jumlah artikel per dekade.Grafik menunjukkan bahwa selalu terjadi peningkatan jumlah artikel manajemen keuangan dari dekade ke dekade. Artikel manajemen keuangan yang pertama kali terindeks Scopus terdapat pada dekade 1950-an tepatnya tahun 1951. Pada awal dekade terdapat 2 buah artikel. Jumlah ini terus meningkat hingga pada dekade 2000-an mencapai 47.624 artikel. Untuk dekade 2010-an terdapat 16.370 artikel dan tentu saja masih akan terus mengalami peningkatan mengingat data diolah pada bulan April 2014.



Gambar 2. Grafik Perkembangan Artikel Manajemen Keuangan di Dunia

Pada Tabel 1, menjelaskan keyword, afiliasi, negara, dan subject area yang populer pada dekade tertentu. Pada awal terindeksnya artikel dalam Scopus, *keyword* yang digunakan adalah *article*, *hospital administration*, *hospital management*, *economics*, dan *hospital*. Sebagian besar keyword mengarah ke bidang kesehatan. Oleh karena itu, pengarang berafiliasi di Cedars-Sinai Medical Center, University of

California Los Angeles, dan The American Physiological Society yang semuanya berada di negara Amerika Serikat. Artikel-artikel tersebut mempunyai *subject area* berupa *medicine*, *nursing*, *multidisciplinary*, dan *psychology*.

Tabel 1. Data Artikel Financial Management

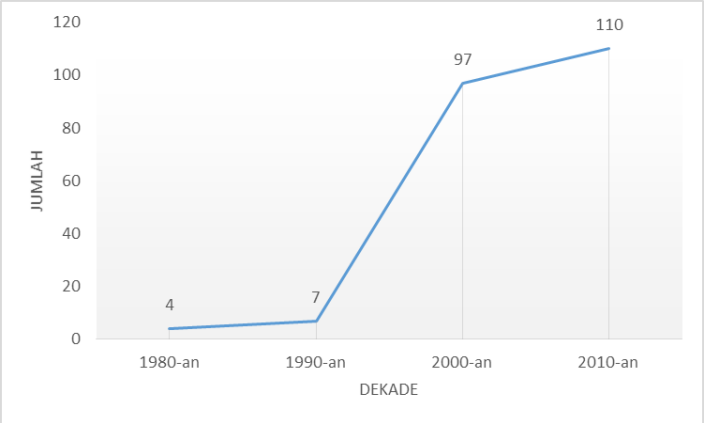
Dekade	Keyword	Affiliation	Country	Subject Area
	Article (30)	Cedars-Sinai Medical Center (1)	United States (2)	Medicine (24)
	Hospital Administration (24)	University of California, Los Angeles (1)		Nursing (5)
1950-an	Hospital Management (24)	The American Physiological Society (1)		Multidisciplinary (1)
	Economics (5)			Psychology (1)
	Hospital (3)			
	Article (1.312)	Scottish Woodland Owners Association (2)	United States (25)	Medicine (1.020)
	Financial Management (1,291)	National Institutes of Health, Bethesda (2)	United Kingdom (5)	Multidisciplinary (161)
1960-an	United States (668)	Harvard University (2)	Austria (1)	Dentistry (60)
	Financing, Government (549)	University of California, Riverside (2)	Netherlands (1)	Nursing (53)
	Research Support (529)	Research Station for Fruit Growing (1)		Health Professions (36)
	Article (6.474)	UC Berkeley (8)	United States (479)	Medicine (6.080)
	United States (4.150)	Ohio State University (7)	United Kingdom (69)	Nursing (580)
1970-an	Financing, Government (3.142)	National Cancer Institute (7)	Germany (33)	Social Sciences (388)
	Human (1,829)	University Michigan Ann Arbor (7)	Canada (31)	Engineering (270)
	Financial Management (1.431)	National Institutes of Health, Bethesda (6)	France (23)	Health Professions (214)
	Article (14.317)	The University of North Carolina at Chapel Hill (27)	United States (2.082)	Medicine (14.012)
	United States (11.141)	VA Medical Center (26)	United Kingdom (238)	Nursing (2.052)
1980-an	Financial Management (7.982)	Ohio State University (20)	Germany (91)	Social Sciences (1.197)
	Economics (5.935)	University of Pennsylvania (17)	France (63)	Engineering (1.144)
	Organization and Management (5.890)	Columbia University in the City of New York (17)	Canada (62)	Health Professions (621)
	Article (22.224)	VA Medical Center (72)	United States (4.799)	Medicine (15.240)
	United States (16.715)	The University of North Carolina at Chapel Hill (63)	United Kingdom (1.153)	Social Sciences (3.042)
1990-an	Economics (12.590)	University of Pennsylvania (62)	Canada (329)	Nursing (2.460)
	Human (12.447)	The World Bank (53)	Australia (223)	Engineering (1.520)
	Organization and Management (9.763)	University of Washington Seattle (51)	Germany (216)	Health Professions (1.481)
	Human (56.038)	University of California, San Francisco (286)	United States (15.528)	Medicine (27.278)
	Article (26.196)	University of Toronto (277)	United Kingdom (5.333)	Social Sciences (6.750)
2000-an	United States (18.575)	VA Medical Center (275)	Australia (1.989)	Engineering (5.011)
	Economics (12.543)	London School of Hygiene & Tropical Medicine (239)	Canada (1.854)	Business, Management and Accounting (4.688)
	Priority Journal (10.462)	Organisation Mondiale de la Santé (238)	Germany (1.819)	Nursing (4.242)
	Human (16.723)	London School of Hygiene & Tropical Medicine (126)	United States (4.511)	Medicine (9.809)
	Article (7.338)	Organisation Mondiale de la Santé (110)	China (1.418)	Business, Management and Accounting (1.900)
2010-an	Economics (4.524)	VA Medical Center (100)	United Kingdom (1.375)	Engineering (1.399)
	United States (4.034)	University of Toronto (97)	Australia (647)	Social Sciences (1.278)
	Priority Journal (3.062)	Harvard Medical School (95)	Canada (585)	Computer Science (1.191)

Selama beberapa dekade yaitu dari dekade 1950 hingga 1990-an, *article* merupakan *keyword* yang paling populer. Setelah itu, dari dekade 2000-an hingga sekarang, peringkat pertama *keyword* terpopuler adalah *human*. Lima besar afiliasi mengalami perbedaan untuk setiap dekade. Pada dekade 2010-an afiliasi yang menjadi lima besar terpopuler adalah London School of Hygiene & Tropical Medicine, Organisation Mondiale de la Sante, VA Medical Center, University of Toronto, dan Harvard Medical School. Sebagian besar afiliasi tersebut berada di United States. Mulai dari dekade awal saat artikel dipublish hingga saat ini, United Stated menjadi negara penyumbang artikel terbesar. Pada dekade 2010-an, negara yang menjadi penyumbang artikel terbesar yaitu United States, China, United Kingdom, Australia, dan Canada.

Subject area yang terdapat pada awal dekade mengarah ke bidang kesehatan yaitu nursing, multidisciplinary, dan psychology. Ilmu kesehatan sedang berkembang pada masa itu. Pada dekade 1970-an, ilmu engineering mulai masuk dalam lima besar subject area terpopuler dan menduduki peringkat ke-4. Pada dekade 2000-an, ilmu engineering naik peringkat menjadi peringkat ke-3 terpopuler. Bersamaan dengan hal tersebut, ilmu business, management, and accounting juga masuk menjadi lima besar subject area terpopuler dengan menduduki peringkat ke-4. Hanya berselang satu dekade, ilmu business, management, and accounting naik peringkat menjadi peringkat ke-2 dan ilmu engineering masih bertahan pada peringkat ke-4. Sehingga pada dekade 2010-an, subject area yang masuk menjadi lima besar terpopuler adalah medicine; business, management, and accounting; engineering; social sciences; dan computer science.

b) Perkembangan Artikel Manajemen Keuangan dengan Afiliasi Teknik Industri di Dunia

Pada bagian ini, menjelaskan data artikel manajemen keuangan dengan pengarang yang berafiliasi dari teknik industri di seluruh dunia. Berdasarkan database Scopus, dihasilkan sebanyak 218 artikel. Artikel Manajemen Keuangan dengan pengarang yang berafiliasi Teknik Industri pertama kali terindeks Scopus pada dekade 1980-an dengan jumlah 4 artikel. Jumlah artikel terus berkembang dari dekade ke dekade hingga pada dekade 2010-an mencapai 110 dan akan terus mengalami peningkatan.



Gambar 3. Grafik Perkembangan Artikel Manajemen Keuangan dengan Afiliasi Teknik Industri di Dunia

Tabel 2 menjelaskan mengenai keyword, afiliasi, negara, dan subjek area yang populer pada artikel manajemen keuangan dengan pengarang yang berafiliasi Teknik Industri. Keyword yang populer pada awal dekade yaitu data processing – financial application, financial management, hospital, human, dan information system. Pada dekade yang sama, yaitu dekade 1980-an, artikel dihasilkan di Amerika Serikat dengan University of Iowa sebagai penyumbang terbanyak. Subjek area yang dibahas yaitu berupa siochemistry, genetics and molecular biology, engineering, decision sciences, dan mathematics.

Selama beberapa dekade, Amerika Serikat selalu lebih unggul dari negara yang lain disusul oleh Iran, Italia, Turki, dan Korea Selatan. Pada dekade 2010-an, universitas penyumbang artikel terbanyak yaitu Georgia Institute of Technology. Keyword yang populer pada dekade ini yaitu investment, financial data processing, article, financial management, dan risk management. Sedangkan subjek area yang populer adaah engineering; computer science; business, management, and accounting; decision sciences; dan environmental science.

Tabel 2. Data Perkembangan Artikel Financial Management Berbasis Teknik Indusri di Dunia

Dekade	Keyword	Affiliation	Country	Subject Area
1980-an	DATA PROCESSING - Financial Applications(2)	University of Iowa(2)	United States(3)	Biochemistry, Genetics and Molecular Biology(2)
	Financial Management(2)	Lamar University(1)		Engineering(2)
	Hospital(2)	University of Central Florida(1)		Decision Sciences(1)
	Human(2)			Mathematics(1)
	Information Systems(2)			
1990-an	Article(3)	T State University Greensboro(1)	United States(6)	Engineering(4)
	Economics(3)	Poly-Scientific Blacksburg(1)	China(1)	Decision Sciences(3)
	Financial management(3)	New Mexico State University Las Cruces(1)	Hong Kong(1)	Social Sciences(3)
	Female(2)	The University of Hong Kong(1)	Iran(1)	Business, Management and Accounting(2)
	Human(2)	Brigham Young University(1)	Thailand(1)	Mathematics(2)
2000-an	Financial data processing(34)	University of Pittsburgh(4)	United States(49)	Engineering(56)
	Investments(21)	University of Wisconsin Madison(4)	Iran(8)	Computer Science(24)
	Decision making(19)	Pennsylvania State University(3)	Canada(7)	Business, Management and Accounting(16)
	Technology(17)	National Chiao Tung University Taiwan(3)	Taiwan(7)	Decision Sciences(15)
	Finance(16)	National Taipei University of Technology(3)	Turkey(7)	Social Sciences(12)
2010-an	Investments(27)	Georgia Institute of Technology(4)	United States(31)	Engineering(45)
	Financial data processing(26)	Northwestern University(4)	Iran(13)	Computer Science(38)
	Article(25)	Pohang University of Science and Technology(4)	Italy(10)	Business, Management and Accounting(23)
	Financial management(24)	Amirkabir University of Technology(3)	Turkey(10)	Decision Sciences(21)
	Risk management(23)	The Royal Institute of Technology KTH(3)	South Korea(8)	Environmental Science(20)

Untuk Indonesia, perkembangan artikel keilmuan manajemen keuangan masih sangat sedikit. Hanya terdapat satu artikel yang terindeks Scopus pada tahun 2011. Subjek area yang digunakan yaitu business, management, and acounting dan enginnering. Keyword dalam artikel tersebut adalah agro-industry, buffer stock, costs, decision variables, financial institution, dan industrial engineering. Artikel ini merupakan hasil tulisan dari Universitas Sebelas Maret dan Institut Teknologi Bandung.

c) Implikasi Managerial

Di Indonesia, artikel manajemen keuangan belum banyak ditulis. Sehingga masih banyak peluang bagi civitas akademika jurusan Teknik Industri untuk mengembangkan riset sesuai dengan bidang kajian yang ditulis oleh para ahli Teknik Industri di dunia. Riset yang dilakukan dapat bercermin pada Georgia Institute of Technology dimana universitas ini merupakan penyumbang artikel manajemen keuangan dengan jumlah terbanyak. Sedangkan bidang kajian Financial Management yang ditulis adalah tentang investment, profitability, risk management, financial data processing, mathematical model for finance, dan portoflio management.

SIMPULAN

Ilmu manajemen keuangan merupakan ilmu yang sangat luas dan dapat diterapkan dalam semua bidang. Ilmu ini juga mengalami perkembangan dan ditandai dengan jumlah artikel terindeks Scopus yang terus bertambah dari dekade ke dekade. Negara penyumbang artikel terbanyak adalah Amerika Serikat. Untuk artikel manajemen keuangan dengan pengarang yang berafiliasi Teknik Industri didominasi oleh Georgia Institute of Technology. Sedangkan perkembangan artikel di Indonesia belum terlihat di dunia. Menurut database Scopus, hanya terdapat satu artikel yang dihasilkan. Oleh karena itu, masih banyak peluang bagi civitas akademika jurusan Teknik Industri untuk mengembangkan riset sesuai dengan bidang kajian yang ditulis oleh para ahli Teknik Industri di dunia.

PUSTAKA

Bakkalbasi, N., Bauer, K., Glover, J., & Wang, L. (2006). *Three Options For Citation Tracking: Google Scholar, Scopus, and Web of Science.* New Haven: Biomedical Digital Libraries.

Brigham, E. F., & Houston, J. F. (2011). *Fundamentals of Financial Management.* Mason: Nelson Education, Ltd.

Chemmanur, T. J., & Fulghieri, P. (2014). Entrepreneurial Finance and Innovation: An Introduction and Agenda for Future Research. *The Review of Financial Studies*, 1-19.

Currie, R. R., & Pandher, G. S. (2010). Finance Journal Rankings and Tiers: An Active Scholar Assessment Methodology. *Journal of Banking &Finance*, 1-14.

Dess, H. M., 2005. *Scopus*. Piscataway, New Jersey.

Herwansyah, D., 2004. *Estimasi Anggaran Biaya Konstruksi dan Rencana Penjadwalan Tahap Desain pada Pembangunan Kampus BSI Margonda – Depok*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma.

Lia, 2012. *UB 20 Tertinggi dalam Scopus*, Retrieves from http://prasetya.ub.ac.id/berita/UB-20-Tertinggi-dalam-Scopus-8403-id.html, on 7th August 2013.

Nash, K., 2013. *Pengertian Manajemen Keuangan Menurut Para Ahli*, Retrieves from http://kangnas.blogspot.com/2013/05/pengertian-manajemen-keuangan-menurut-para-ahli.html, on 12nd August 2013.

Ritzberger, K. (2008). A Ranking of Journals in Economics and Related Fields. *German Economic Review*, 402-430.

Scopus. (2014, April 15). Retrieved from http://www.scopus.com/results/results.url?sort=plf-f&src=s&st1=financial+management&sid=84C4839DC113507EEDFA61A4D464BC8E.y7ESLndDIsN8cE7qwvy6w%3a20&sot=b&sdt=b&sl=25&s=KEY%28financial+management%29&origin=searchbasic&txGid=84C4839DC113507EEDFA61A4D464BC8E

Scopus. (2014, April 15). Retrieved from http://www.scopus.com/results/results.url?sort=plf-f&src=s&st1=financial+management&st2=industrial+engineering&sid=84C4839DC113507EEDFA61A4D464BC8E.y7ESLndDIsN8cE7qwvy6w%3a80&sot=b&sdt=b&sl=61&s=%28KEY%28financial+management%29+AND+AFFIL%28industrial+engineering%29%29&origin=searchbasic&txGid=84C4839DC113507EEDFA61A4D464BC8E.y7ESLndDIsN8cE7qwvy6w%3a8

Sumiati & Sugiharto, T., (2002). Studi Kelayakan Proyek Pengembangan Perkebunan Pisang Abaca dengan Menggunakan Analisis Peranggaran Modal, *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*,

Sutopo, W., dkk. (2014). *Analisis & Estimasi Biaya.* Surakarta: UNS Press.

OPTIMISASI MODEL KEAMANAN PANGAN PADA SISTEM MANAJEMEN INDUSTRI PAKAN UNGGAS

Legis Tsaniyah[1], Hartisari Hardjomidjojo[2], Sapta Rahardja[3]
[1,2,3]Program StudiTeknologi Industri Pertanian, Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor
Email: legis.tsaniyah@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Pakan unggas diformulasi dari bahan baku jagung, protein kedele, tepung ikan, dedak, obat-obatan, air dalam bentuk steam, dan acap kali diperkaya dengan Meat Bovine Meal (MBM). Obat-obatan yang sering ditambahkan adalah growth promotor yang berisi berbagai vitamin, antibiotik, dan metilen blue. Sebagian besar bahaya keamanan pangan pada pakan bersumber dari bahan-bahan pakan tersebut dalam bentuk bioakumulasi. Konsentrasi antibiotik pada pakan menurut WHOdiperbolehkan 0 – 3 µg/kg, di mana ideks bioakumulasi antibiotic pada daging ayam adalah 13,78 . Aflatoksin diperbolehkan pada ransum pakan unggas sebesar 50 ppb (SNI Pakan, 1995) dan indeks Bioakumulasinya diperhitungkan 73,00.Faktor bioakumulasi yang dimasukkan dalam model, yakni : residu obat-obatan ternak, danaflatoksin pada jagung maupun tepung kedele yang masing-masing direpresentasikan sebagai jagung atau kedele basah. Model minimisasi resikokeamanan pangan $Z = 13{,}78\ X_1 + 9{,}96\ X_2 + 11{,}28 X_3$ *Kondisi optimalnya adalah Indeks Bioakumulasi maksimum 10,55 per kg produksi pakan. Verifikasi model yang dilakukan terhadap formulasi dua industri pakan di Indonesia yang telah menerapkan Sistem Manajemen Keamanan Pangan ISO 22000:2005 menghasilkan indeks Bioakumulasi 1,24 per kg produksi (pabrik Medan) dan 1,93 per kg produksi (pabrik Surabaya). Kedua industri tersebut masih menunjukkan tingkat resiko keamanan pangan lebih rendah dari kondisi optimal.*

***Kata kunci**: Optimisasi, Resiko Keamanan Pangan, Industri Pakan Unggas*

PENDAHULUAN

Sistem manajemen keamanan pangan merupakan suatu sistem yang dirancang untuk menyediakan dan memperoleh produk yang memenuhi persyaratan keamanan pangan. Sistem ini merupakan proses pengendalian bahaya pangan dan pendeteksian bahaya keamanan pangan sedini mungkin yang berpeluang mengontaminasi produk. Pengendalian bahaya pangan pada sebuah industri pangan adalah harga mutlak dalam pengelolaan produksi untuk menghasilkan produk yang aman dikonsumsi. Penerapan sistem keamanan pangan pada industri pakan adalah salah satu upaya pencegahan bahaya keamanan pangan untuk produk pangan hasil peternakan. Penerapan sistem keamanan pangan pada industri pakan belum banyak dilakukan. Melihat pentingnya sistem keamanan pangan pada industri pakan yang menjadi bagian dalam rantai pasok produk pangan olahan peternakan ini, maka pengendalian bahaya keamanan pangan pada pengelolaan produksi pakan perlu dilakukan.

Penerapan sistem manajemen keamanan pangan pada industri pakan dimulai dari pengawasan bahan baku yang masuk sampai pengelolaan produk pakan jadi. *Quality control* sebagai unit pengawasan pada setiap unit dan melakukan penjagaan terhadap kemungkinan bahaya keamanan pangan yang masuk ke dalam produk.Pengawasan yang dilakukan berdasarkan informasi bahan berbahaya yang digunakan pada produk pakan. Bahaya pangan yang bersifat fisik, kimia dan biologis menjadi perhatian pengelolaan sistem ini. Pengetahuan mengenai sistem manajemen keamanan pangan dan penerapannya pada industri dapat menjadi dasar dalam pengelolaan produksi pakan yang aman.

Sistem manajemen kemanan panganyang didisain pada industri pakan bertujuan untuk : a) menganalisis sistem pengelolaam produksi pakan untuk mengetahui tingkat keamanan pangan pada produk pakan; b) merancang bangun sistem manajemen yang dapat memberikan jaminan keamanan pangan pada sistem pengelolaan produksi pakan; c) mengidentifikasi bahan berbahaya bagi pangan pada produk pakan.

KEAMANAN PANGAN PADA PRODUK PAKAN

Sistem Keamanan Pangan Produk Pakan

Sistem keamanan pangan pada produk pakan di Indonesia belum berkembang, di mana sejumlah penelitian mengarahkan produk pakan tersebut menggunakan bahan baku limbah pertanian. Sukria dan Krisnan (2009) mengidentifikasi limbah industri gula, sawit, coklat, dan sejumlah limbah pertanian lain sebagai bahan baku pakan ternak. Pada praktek di Industri Pakan moderen di Indonesia, hampir tidak

ada limbah pertanian yang dipergunakan. Pada produksi pakan unggas, perebutan bahan baku jagung sangat tampak bersaing dengan pangan dan energi.

Industri pakan moderen di Indonesia saat ini sebagian besar telah menerapkan sistem manajemen mutu berbasis ISO 9001:2008, namun untuk menjamin keamanan pangannya belum ditemukan standar yang sesuai. Beberapa industri menerapkan sistem manajemen keamanan pangan berbasis ISO 22000:2005 dan HACCP. Bahkan publikasi terakhir dari Badan Standar Nasional (BSN, 2013), belum tersedia ruang lingkup akreditasi untuk sertifikasi sistem manajemen keamanan bahan pakan.

Eropa telah mengeluarkan petunjuk pelaksanaan sistem manajemen keamanan pangan untuk pakan, di mana menurut *European Food Safety Authority* (EPSA, 2010) merujuk kepada Regulasi EC No. 178/2002. Rangkaian penerapan sistem keamanan pangan untuk pakan di Eropa merujuk pula kepada ketentuan *Food Drugs Administration* (FDA) untuk keamanan pangan dan ketentuan CODEX pada penggunaan obat-obatan.

Aspek Penting Keamanan Pangan pada Produk Pakan

Pakan ternak, khususnya pakan unggas diformulasi dari bahan baku Jagung, protein kedele, tepung ikan, dedak, obat-obatan, air dalam bentuk steam, dan acap kali diperkaya dengan *Meat Bovine Meal (*MBM). Obat-obatan yang sering ditambahkan adalah growth promotor yang berisi berbagai vitamin, antibiotik, dan metilen blue. Dari bahan-bahan tersebut sebagian besar bahaya keamanan pangan pada pakan bersumber.

1) Obat Hewan

Menurut ketentuan CODEX dalam CAC/RCP 38 Tahun 1993, obat-obatan masih boleh dipergunakan sepanjang masih memenuhi ketentuan *Maximum residu limit for veterinery drugs* (MRLVD), di mana besarannya dapat dilihat pada lampiran yang dikeluarkan lembaga tersebut. Obat-obatan yang masih dapat dipergunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok Antimikroba yang masih boleh dipergunakan pada hewan dan manusia

β-lactam	Penisilin amoksilin, ceftiofur
Makritida dan linkosamid	Tilosin, tilmikosin, tulatromisin, linkomisin
Aminoglikosida	Gentamisin, neomisin
Flurokuinolon	Enrofloksasin, danoflaksosin
Tetrasiklin	Tetrasiklin, oksitetrasiklin, klortetrasiklin
Sulfonamida	Beragam
Streptogramins	Virginiamisin
Polipeptida	Basitrasin
Fenikol	Florfenikol
Fleuromultilin	Tiamulin

Sumber : USDA (2011).

Penggunaan antimikroba pada pakan dan peternakan mendapat perhatian penting di mana menurut Lees dan Potter (2012) yang diberikan baik secara alamiah maupun sintetik dalam beberapa kasus penelitiannya telah menimbulkan resistensi. Lebih jauh Tashome *et al.* (2012) menyimpulkan bahwa penggunaan antibiotik yang tidak dikendalikan telah menyebabkan kerusakan lingkungan yakni tanah dan air daerah peternakan itu sendiri.

Menurut *National Office of Animal Health* Amerika Serikat (NOAH, 2001), *antibiotic growth promoters* dipergunakan untuk membantu pertumbuhan hewan dalam mencerna makanannya lebih efisien, menghasilkan keuntungan sehingga ternak menjadi lebih kuat. Keuntungan lain penggunaan zat perangsang pertumbuhan adalah mampu mengendalikan mikroba patogen seperti *Salmonella, Campylobacter, Eschericia coli,* dan *enterococci* (Hughes dan Heritage, 2011). Namun demikian penggunaan zat perangsang tumbuh tersebut di Eropa sangatlah dibatasi.

2) Mikotoksin

Bahan baku sereal seperti jagung, kedele, dan dedak sangat berhubungan erat dengan kapang, di mana telah diketahui bahwa sejumlah kapang menghasilkan racun yang dinamakan mikotoksin. Menurut Cisnileanu *et al.* (2008), mikotoksin adalah metabolit yang dihasilkan oleh kapang di mana apabila terhisap saja dapat menyebabkan sakit bahkan kematian pada ternak maupun manusia. Spesies terkenal

adalah *Aspergillus flavus* yang menghasilkan aflatoksin type B sementara *Aspergillus parasiticus* dan *Aspergillus nomius* menghasilkan aflatoksin type B aflatoksin type G.

Kapang lain yang ditemukan pada produk pakan adalah Fusarium dan Penicillium yang juga menghasilkan toksin baik selama panen serealia ataupun selama penyimpanan pada pengolahan bahan tersebut menjadi pakan. Fusarium mengasilkan toksin Fumonsin, Trikoteken dan zearalanon yang juga mengganggu pencernaan ternak. Sementara Penicillium menghasilkan Ochratoksin penyebab kerusakan pada bagian hati (Binder, 2008).

Penemuan aflatoksin pada produk pakan ayam komersial diteliti oleh Kajuna *et al*. (2013), di mana secara mengejutkan 68% sampel mereka mengandung aflatoksin. Konsentrasi aflatoksin yang ditemukan pada pakan ternak tersebut adalah beragam dari 9,4μg/kg hingga 35,8 μg/kg. Kosentrasi tersebut melebihi batas yang diberikan WHO 5μg/kg.

3) Biogenik Amin

Biogenik amin umumnya ditemukan pada bahan yang difermentasi atau protein yang mengalami kerusakan. Menurut EFSA (2011), Biogenik amin diklasifikasi menjadi heterosiklik (histamin dan tiramin), alifatik (putresin dan kadaverin), aromatik (tiramin dan feniletilamin). Pada pakan ternak histamin diperoleh dari tepung ikan.

Tepung ikan ditambahkan ke dalam formulasi pakan untuk memberikan asupan protein, disamping protein dari kedelai. Daging ikan yang mengandung protein dengan asam amino histidin, dalam proses produksi tepung diuraikan oleh bakteri proteolitik menjadi histamin. Bagi manusia yang tidak memiliki ketahan cukup terhadap histamin, maka akan mengalami alergi saat masuk ke dalam tubuhnya.

Tepung ikan hasil penelitian Kennedy *et al*. (2004) mengandung histamin mencapai 138,2 μg/g bahkan beberapa di antaranya ada yang mlebihi 200 μg/g. Batas maksimum yang diijinkan WHO untuk histamin adalah 0,02 μg/g. Di Indonsia, beberapa pabrik pengolahan tepung ikan hanya memanfaatkan sisa kepala dan ikan yang sudah tidak segar lagi sehingga potensi kerusakan proteinnya menjadi sangat tinggi.

4) Kadar Air

Kadar air dalam formulasi pakan, dikaitkan dengan dua hal yakni mencegah pertumbuhan kapang yang dapat menghasilkan aflatoksin dan mempertahankan daya rekat bentuk pelet. Pada praktek di industri moderen, air selain dipertahankan pada bahan antara 7-15%, juga diberikan dalam bentuk Steam saat pembentukan pelet.

Kadar air pada produk pakan dipertahankan tidak lebih dari 15%, karena menurut Cotty dan Jaime-Garcia (2007) keadaan lembab sangat memicu pertumbuhan kapang dan berpotensi menghasilkan toksin. Secara teoritik bahkan kadar air hendaknya tak lebih dari 7% untuk memastikan tidak ada kapang yang tumbuh, namun produk pakan tidak dapat dibentuk menjadi pelet apabila terlalu kering.

5) Metilen Biru

Upaya tambahan untuk mempertahankan kadar air 15% dan tidak terserang kapang, pada produk pakan ditambahkan Metilen Biru. Metilen biru dikenal sebagai anti jamur dan biasa dipergunakan pada ikan air tawar. Sifat antimikrobial metilen biru tampak pada Staphylococcus aureus dan *Enterococcus faecalis* (Gueorgieva *et al.,* 2010).

Penelitian Riha *et al.* (2005) memperlihatkan bahwa metilen biru dapat memperbaiki daya tahan memori dengan cara meningkatkan pengambilan oksigen pada otak. Bahan tersebut tidak berbahaya bagi ternak.

6) Logam Berat

Logam berat dikhawatirkan masuk melalui residu pertisida organo logam, *Steam* dan korosif mesin produksi. Perawatan mesin produksi menjadi cara terbaik untuk pencegahan keropos dinding peralatan.

Sementara logam berat dari *steam* dicegah selain melalui perawatan pemipaan juga pemilihan obat-obat Boiler yang tidak mengandung senyawa logam. Logam berat teridentifikasi pada *Steam* saat dilakukan penyaringan menggunakan karbon aktif, dimana Cu(II) dan Pb(II) dapat dipisahkan (Zaini *et al.,* 2010).

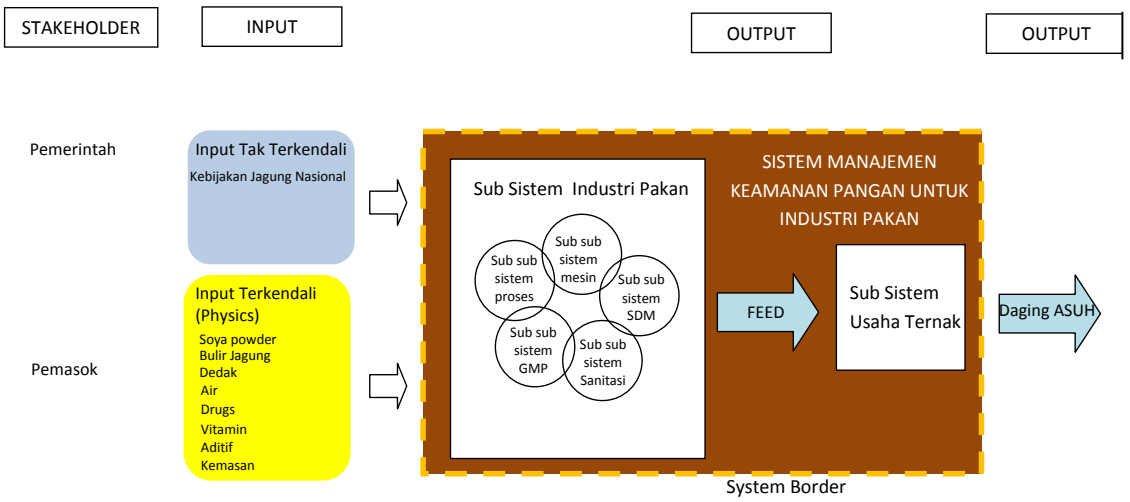
REKAYASA MODEL KEAMANAN PANGAN PRODUK PAKAN

Konsep Dasar Sistem Manajemen Keamanan Pangan Produk Pakan

Konsepsi dasar analisis dan disain system keamanan pangan pada industry pakan adalah upaya pengendalian resiko seminimal mungkin pada rantai industry pakan, dengan prinsip *from table to farm* atau dari lahan hingga hidangan. Sebagai sasaran akhir adalah konsumen yang mengkonsumsi daging dari ternak, sementara konsumen antara adalah ternak itu sendiri.;

Faktor keamanan pangan yang perlu dipertimbangkan dalam system manajemen keamanan pangan industry pakan adalah : 1) aspek bahan baku; 2) aspek produksi; 3) aspek peralatan produksi; 4) aspek

lingkungan dan infrastrukrur; dan 5) aspek manusia. Rantai produksi pakan dalam ruang lingkup rancangan system adalah pasokan bahan baku, system produksi industry pakan, dan peternakan. Secara umum rancangan system tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Sistem Manajemen Keamanan Pangan pada Industri Pakan

Pada analisis dan disain sistem manajemen keamanan pangan di industri pakan yang dirancang pada tulisan ini, secara khusus hanya membahas sub sistem produksi di industri pakan. Pengendalian formulasi menjadi fokus disain sistem, sehingga ditemukan permodelan yang bertujuan untuk meminimisasi resiko keamanan pangan.

Model Matematika Keamanan Pangan Pada Produk Pakan

Formulasi pakan telah dilakukan oleh Saxena (2012) dengan pendekatan program non linear di mana telah berhasil memaksimalkan pertambahan berat hewan.Saxena tahun sebelumnya (2011) telah berhasil mengoptimalkan penambahan berat sapi menggunakan pemprograman linear tersebut.

Investigasi permasalahan pencampuran pakan dilakukan oleh Rahman *et al*. (2010) menggunakan pendekatan teknik Hibrida Algoritma Genetik.Penelitan tersebut berhasil melakukan kajian terhadap minimisasi biaya pencampuran pada formulasi pakan ternak.

Formulasi yang dibuat dalam tulisan ini adalah khusus untuk meminimalkan resiko keamanan pangan pada produk pakan.Bahaya (Hazard) dalam bahan pakan diformulasikan sebagai fungsi dari:

1. Residu obat (R_1), akibat penggunaan obat ataupun *growth promotor* ternak
2. Kandungan Histamin (R_2), akibat penggunaan tepung ikan sebagai sumber protein
3. Mikotoksin (R_3), akibat penggunaan serealia (jagung, kedele, dedak)
4. Anti jamur (R_4), akibat penggunaan steam dan kadar air yang tinggi
5. Logam berat (R_5)akibat penggunaan steam dan perawatan mesin yang kontak dengan pakan.

Resiko keamanan pangan diformulasikan sebagai bahaya (hazard) yang dapat timbul dari formulasi keamanan pangan.

$$H\ (\text{Hazard}) = f\ (R_1, R_2, R_3, R_4, R_5) \quad (1)$$

Atau ditarik hubungan linear

$$H = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 \quad (2)$$

Histamin ditetapkan sebagai fungsi penggunaan tepung ikan, sementara penggunaan tepung ikan maksimum adalah 10% dari Berat Jagung (J) maka dapat ditulis

$$R_2 = 0.1\ J \times 0{,}01 \text{ kadar histamin maksimum diizinkan} = 0{,}001\ J \quad (3)$$

Mikotoksin diperoleh dari penggunaan serealia (Jagung =J, Dedak=D, Kedelai=E) Atau tepatnya dari kandungan kadar air bahan tersebut yang maksimum 10%

$$R_3 = 0{,}1\ (J+D+E) \quad (4)$$

Metilen biru dipergunakan maksimum 3% dari berat air dalam bahan

$$R_4 = 0{,}15\ (J+D+E) \times 3/100 = 0{,}0045\ (J+D+E) \quad (5)$$

Dan Logam berat adalah fungsi dari steam

$$R_5 = 0{,}05\ (J+D+E) \quad (6)$$

Dilakukan Penyusunan Model baru,

$$H = R_1 + 0{,}001J + 0{,}1\,(J+D+E) + 0{,}0045\,(J+D+E) + 0{,}05\,(J+D+E) \quad (7)$$
$$= R_1 + 0{,}001J + 0{,}1J + 0{,}1D + 0{,}1E + 0{,}0045J + 0.0045D + 0.0045E + 0{,}05J + 0.05D + 0.05E$$
$$= R_1 + 0{,}1055J + 0{,}1545\,D + 0.1545E$$

Dedak dipergunakan sebagai fungsi Jagung yakni

$D = 0{,}2\,J$ sehingga fungsi disederhanakan

$$H = R_1 + 0{,}1055J + 0{,}0309\,J + 0.1545E = R_1 + 0{,}1364\,J + 0.1545\,E \quad (8)$$

Dengan demikian dilakukan penulisan ulang FUNGSI TUJUAN

$$\mathbf{Z = X_1 + 0{,}1364\,X_2 + 0.1545\,X_3}, \quad (9)$$

Di mana $X_1 = R_1$; $X_2 = J$, dan $X_3 = E$

Minimumkan Z

Fungsi kendala
$0 \geq X_1 \geq$ lihat Tabel Codex
$X_2 + X_3 \leq 1000$ gram untuk 1000 Ton Produksi, yakni jagung dengan kadar air mencapai 15%

Dalam produksi pakan, penggunaan tepung kedele adalah untuk memperkaya kadar protein, maka konsentrasinya umumnya tidak lebih besar dari Jagung. Penelitian Frikha (2011) memperlihatkan penggunaan tepung kedele hanya 28,96% dari ransum dan obat-obatan yang dipergunakan dalam bentuk premix adalah 0,37%. Dengan demikian diformulasikan fungsi pembatas lain adalah $2X_1 + X_3 \leq 320$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimisasi Model Keamanan Pangan

Model matematika yang telah dirancang untuk keamanan pangan, belum memiliki nilai dasar seragam dalam fungsi tujuannya. Satu peubah (X_1) menggunakan satuan ppm, sementara dua peubah lain (X_2, X_3) menggunakan satuan gram. Penyetaraan satuan dapat digunakan menggunakan indeks harga dengan satuan biaya (Rupiah) atau indeks keamanan pangan, seperti banyaknya faktor bioakumulasi.

Faktor bioakumulasi dihitung sebagai faktor pengali kemampuan bahan berbahaya untuk menjadi beberapa kali lipat jumlahnya dalam tubuh ternak yang mengkonsumsi bahan pakan tersebut secara terus-menerus. Dalam studi kasus ini, setidaknya ada dua macam bahaya keamanan pangan yang dimasukkan dalam model, yakni : 1) residu obat-obatan ataupun *growth promotor* ternak (X_1), dan 2) aflatoksin pada jagung (X_2) maupun tepung kedele (X_3) yang masing-masing direpresentasikan sebagai jagung atau kedele basah.

Menurut WHO, konsentrasi obat antibiotik yang masih ditolerir pada bahan pakan adalah 0 - 3µg/kg. Sementara itu menurut Rusiana dan Ismawardani (2012) di dalam makalah Seminar SEAMO (*Southeast Asian Ministers of Education Organization*) dan Tromed RCCN (*Tropical Medicine Regional Center for Community Nutrition*), kandungan antibiotik pada daging ayam di pasar Indonesia mencapai 41,35% dari *Maximum Residual Limit* (MRL). Nilai *Maximum Residual Limit* antibiotik daging ayam adalah 100 µg/kg. Maka indeks bioakumulasi antibiotik pada daging ayam adalah 41,35/3 atau 13,78.

Aflatoksin diperbolehkan pada ransum pakan unggas sebesar 50 ppb (SNI Pakan, 1995) atau senilai 0,05 mg/kg berat badan. Adapun nilai maksimum yang ditemukan pada unggas adalah 3,65 mg/kg berat badan, sehingga indeks bioakumulasinya dapat diperhitungkan sebagai 3,65/0,05 atau 73,00.

Berdasarkan informasi tambahan tersebut, maka fungsi tujuan dalam permodelan resiko keamanan pangan produksi pakan ternak menjadi

$$Z = 13{,}78\,X_1 + (0{,}1364 * 73)\,X_2 + (0.1545*73)\,X_3, \quad (10)$$
$$\mathbf{Z = 13{,}78\,X_1 + 9{,}96\,X_2 + 11{,}28}X_3 \text{ dalam indeks Bioakumulasi}$$

Minimumkan Z atau Indeks Resiko Bioakumulasi
Fungsi kendala
$X_2 + X_3 \leq 1000$ gram untuk 1000 Ton Produksi, yakni jagung dengan kadar air mencapai 15%
$2X_1 + X_3 \leq 320$ gram
$X_1 \leq 15$mg, dihitung dari panduan WHO 3 µg/kg.

Penyelesaian menggunakan aljabar linear, metoda substitusi sederhana sebagai berikut,

$X_2 + X_3 = 1000$ $\quad$ $X_2 - 2X_1 = 680$

$2X_1 + X_3 = 320$ $\quad$ $2X_1 = 30$ $+$

$X_2 - 2X_1 = 680$ $\quad$ $X_2 = 710$ $-$

Dengan demikian $X_3 = 290$ dan $X_1 = 15$ dan kondisi Optimum Resiko Keamanan Pangan pada produksi pakan adalah,

Z = 13,78 (15) + 9,96(710) + 11,28(290)

= 206,70 + 7071,60 + 3271,20 = 10.549,50 Bioakumulasi per Ton Produksi Pakan atau 10,55 per kg produksi pakan.

Analisis Indeks Resiko Keamanan Pangan Beberapa Formula

Menggunakan kondisi optimal hasil perhitungan tersebut di atas, dilakukan analisis terhadap beberapa formulasi yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terhadap pakan unggas, untuk mengamati apakah berada di atas atau di bawah indeks resiko keamanan pangan optimal. Apabila indeks resiko berada di atas kondisi optimal, maka produk tersebut beresiko tinggi terhadap keamanan pangan.

Telah dilakukan pengumpulan data terhadap dua pabrik pakan di Medan dan di Surabaya sebagaimana Tabel 2. Data dari bagian pembelian bahan baku pada bulan yang sama menunjukkan bahwa perusahaan di Surabaya menerima sekitar 35% jagung yang kadar air 15% atau lebih, sementara perusahaan di Medan hanya mentoleransi hingga 25% jagung basah dengan kadar air 15% atau lebih, Adapun data hasil pengujian terhadap tepung kedele impor menunjukkan bahwa di Medan tidak ada yang memiliki kadar air lebih dari 7% (standar), sementara 5% Tepung kedele di Surabaya Basah.

Tabel 2. Laporan Produksi dan Penggunaan Bahan Pabrik Pakan,

Bahan	Pakan Medan (Ton)	Pakan Surabaya (Ton)	Keterangan
Jagung	500.0	400.0	
Soya Meal	312.0	250.0	
Tepung Ikan	50.0	40.0	
Dedak	132.7	105,0	
CPO	18.7	15,0	
Dicalcium phosphate	7.7	6,2	
Calcium carbonate	18,3	14,3	
Sodium chloride	3.5	2,8	
Premix	4.0	3,5	Pabrik Surabaya tanpa Antibiotik
Methionine hydroxy analogue	2.0	1,8	
l-Lysine–HCl,	0.8	0.6	
Jumlah	1049,7	839,2	

Bagian Produksi Perusahaan Maret-April, 2011

Perhitungan yang dilakukan pada hasil produksi pabrik pakan di Medan pada produksi 1000 kg, diperoleh:

- Jumlah jagung basah = (500/1049,7)*1000* 25% = 119,08 kg
- Jumlah kedele basah = 0
- Antibiotik = (4/1049,7)*1000 = 3,81 kg

Indeks Resiko Keamanan Pangan

Z = 13,78 (3,81) + 9,96(119,08) + 11,28(0)

= 52,50 + 1186,04 + 0 = 1238,54 Bioakumulasi per Ton produksi atau 1,24 per kg produksi. Masih berada di bawah kondisi optimal resiko.

Perhitungan yang dilakukan pada hasil produksi pabrik pakan di Surabaya pada produksi 1000 kg, diperoleh:

- Jumlah jagung basah = (400/839,2)*1000* 35% = 166,83 kg
- Jumlah kedele basah = (400/839,2)*1000* 5% = 23,83 kg
- Antibiotik = 0 kg.

Indeks Resiko Keamanan Pangan

Z = 13,78 (0) + 9,96(166,83) + 11,28(23,83)

= 0 + 1661,63 + 268,80 = 1930,43 Bioakumulasi per Ton produksi atau 1,93 per kg produksi. Masih berada di bawah kondisi optimal resiko.

Kedua perusahaan tersebut telah menerapkan system manajemen keamanan pangan ISO 22000:2005, sehingga telah memiliki persyaratan yang ketat terhadap bahan baku yang dibeli. Setiap bahan baku yang masuk ke perusahaan, terlebih dahulu diuji mutu dan keamanan pangannya oleh Quality Control, sehingga produk yang tidak memenuhi persyaratan sebagian besar ditolak.

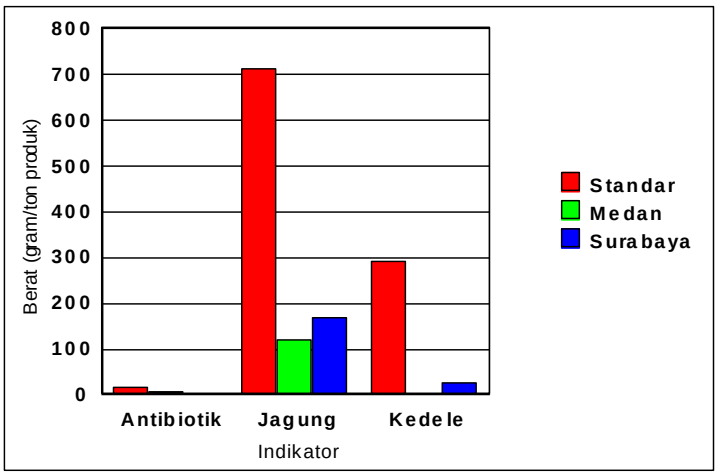
Penggunaan antibiotic juga sangat dikendalikan, kecuali atas permintaan pelanggan untuk formula perlakuan khusus pada peternakan tertentu. Dengan demikian, data yang disajikan pada Laporan produksi bulanan, belum tentu dipergunakan untuk keseluruhan- batch produksi pada bulan tersebut.

Hasil evaluasi produksi pada kedua perusahaan tersebut di atas, menunjukkan hasil di mana resiko keamanan pangan pada produksi pakan di kedua perusahaan masih berada dalam batas aman, sebagaimana disajikan pada Gambar 2.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Analisis dan disain sistem manajemen kemanan pangan pada industri pakan telah berhasil mengetahui tingkat keamanan pangan pada produk pakan dengan menggunakan sejumlah indicator kunci seperti kadar antibiotic, mikotoksin, biogenic amin, logam berat, dan beberapa indicator lainnya. Model matematik yang dirancang berhasil membangun hubungan antara sejumlah indicator dalam bahan baku pakan sehingga dapat dilakukan proses optimisasi untuk meminimumkan resiko keamanan pangan.



Gambar 2. Posisi indicator keamanan pangan pada produksipakan, kondisi optimal (standar), pabrik pakan di Medan dan Surabaya

Konstruksi model matematika yang dibangun berhasil menyederhanakan indeks resiko keamanan pangan pada industri pakan dengan tiga peubah, di mana masing-masing peubah merepresentasikan bahaya residu antibiotika, mikotoksin pada jagung dan mikotoksin pada tepung kedele.

Optimalisasi dilakukan melalui minimisasi resiko pada fungsi tujuan, di mana satuan pengukurannya adalah indeks bioakumulasi. Bioakumulasi adalah penumpukan bahan berbahaya pada daging unggas yang berpeluang besar dikonsumsi oleh manusia. Hasil optimalisasi menunjukkan bahwa indeks bioakumulasi pada formulasi pakan unggas tidak boleh lebih dari 10,55 per kg produk pakan. Kondisi optimal tersebut memungkinkan penggunaan obat antibiotik pada nilai 15 mg/1000 gram, jagung dengan kadar air ≥15% sebanyak 710 mg/1000 gram, dan tepung kedele dengan kadar air ≥ 7% sebanyak 290 mg/1000 gram.

Uji coba model untuk mengevaluasi hasil produksi pakan pada dua industri pakan nasional dilakukan di Medan dan di Surabaya. Hasilnya menunjukkan bahwa indeks bioakumulasi pabrik pakan di Medan hanya 1,24 sementara pabrik pakan di Surabaya 1,93. Hasil evaluasi terhadap kedua perusahaan penghasil pakan tersebut masih memiliki indeks bioakumulasi yang aman, artinya produk pakan kedua perusahaan tersebut masih aman bagi ternak dan manusia.

.

Saran

Beberapa indicator keamanan pangan pada produksi pakan dalam kasus ini disederhanakan, seperti misalnya konsentrasi logam, kadar histamine, dan beberapa bahan pengendali kapang. Perlu disusun permodelan yang lebih khusus terhadap sejumlah parameter sehingga menjadi lebih akurat.

Penelitian perlu diperluas dengan melakukan verifikasi pada beberapa industry pakan dengan data lebih banyak, tidak hanya satu bulan. Selain itu, verifikasi juga perlu dilakukan untuk grup industry berbeda.

Formulasi pakan yang dianalisis lebih spesifik kepada ayam pedaging, belum pada kelompok ayam petelur dan kelompok unggas lainnya. Disain untuk berbagai jenis pakan sesuai peruntukannya perlu untuk diteliti lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Binderm E.M. 2007. Managing the risk of mycotoxins in modern feed production. *Biomin GmnH, Industry*. 21.

Cismileanu, A., Georgeta V., Viviana C., dan Minodora I. 2008. Determination of Aflatoxin B1 in Cereal-based Feed by a High-performance Chromatographic Method. *Lucrari Stiintifice Medicina Veterinara* Vo. XLI.

Codex. 1993. Reccomended International Code of Practice for Control of The Use of Veterinary Dugs. CAC/RCP 38.

Cotty, P. J. dan Ramon Jamie-Garcia. 2007. Influences of climate on aflatoxin producing fungi and aflatoxin contamination. *Int.J.Food Microbiol.* 119

EPSA. 2010. Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making. *EPSA J.* 8(6).

EPSA. 2011. Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EPSA J.* 9(10).

Frikha, M., H.M. Safaa1, M.P. Serrano2, E. Jiménez-Moreno, R. Lázaro, G.G. Mateos. 2011. Influence of the main cereal in the diet and particle size of the cereal on productive performance and digestive traits of brown-egg laying pullets. *Anim. Feed Sci. and Technol*. 164

Gueorgieval, T., Slavcho D., Violeta D., Vasil K., Marieta B., Vanya M., Ivan A., Vaselin K. 2010. Susceptibility of S. Aureus to Methylene Blue Haemotoporphyrin, Phtalocyanines Photodynamic Effects. *J. IMAB-Anno Preceed.* Vol 16, book 4.

Kajunam FF., B.A. Emba, dan RD. Mosha. 2013. Surveillance of aflatoxin B_1 contamination in chicken commercial feed in Morogoro, Tanzania. *Lifestock Research for Rural Development* 25 (3).

Kennedy, B., I. Karunasagar, dan I. Karunasagar. 2004. Histamine Level in Fishmeal and Shrimp Feed Marketed in India. *Asian Fish. Sci.* 17

Lees, P. Dan T. Potter. 2011. Antimicrobial Resistance in farm Animals: Origins, Mechanisms, Avoidance, Implication.. *J. Research and Dev*. 172

Moritz, J.S., A. S. Parsons., N. P. Buchanan., W. B. Calvalcanti., K. R. Cramer., dan R. S. Beyer. 2005. Effect of Gelatinizing Dietary Starch Through Feed Processing on ZerotoThree-Week Broiler Performance and Metabolism. *Poultry Science Association.*

Rahman, A.R, Chooi-Leng Ang, dan Razamin R. 2010. *Investigating Feed Mix Problem Approaches*: An Overview and Potentian Solution. *J. World Aca.of Sci, Eng. And Technol*. 46

Regassa, T.H., Richard K.K, Charles S.W., Richard F.R., dan Akwasi A.A. 2007. Atibiotic Use in Animal Production: Environmental Concerns. *University of Nebraska-Lincoln Extension* RP196.

Riha, P.D., Alekshandra K. Bruchey, David J. E., dan F.Gonzalez-Lima. 2005. Memory facilitation by methylene blue: Dose-dependent effect on behaviour and brain oxygen consumption. *Europian J. Pharmacolgy* 511

Saxena, P., Vinay P., dan Vinod K. 2012. Programming Technique for Animal Diet Formulation: A Non-linear Approach. *J.Int.J.of Dood. Sci. And Nutrition. Eng*. 2(5)

Saxena, P. 2011. Application of Nonlinear Programming for Optimization of Nutrien Requirements for Maximum Weight Gain in Buffaloes. *J.Int.J.of Dood. Sci. And Nutrition. Eng*. 1(1)

Shahid, Mohammad., Trivendra Tripathi, Farrukh Sobia, Shagufta Moin, Mashiatullah Shiddiqui, dan Rahat Ali Khan. 2009. Histamin, Histamine Receptor, and their Role in Immunomodulation: An Updated Systematic Review. *The Open Immun. J.* 2.

Yucesoy, Mine, Nuran Esen, dan Nuran Yulug. 2001. Use of Chromogenic Tube and Methyl Blue-Sabouraud Agar for the Identification of Candida Albican Strains. *Kobe J.Med.Sci*. 47

Zaini, M.A.A., Yoshimasa A., Motoi M. 2010. Adsorption of Heavy Metals onto activated carbons derived from polyacrylonitrile fiber. *J. Hazardous Material* 180.

DESAIN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MELALUI PERBAIKAN METODE KERJA DAN PERANCANGAN ULANG FASILITAS PENDUKUNG PROSES *FINISHING* PADA PT. LECES (PERSERO) PROBOLINGGO

Rony Prabowo
Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Email : rony_prabowomt@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Adanya keterlambatan dalam memenuhi pesanan, khususnya pada Finishing Tahap 2 di departemen buku tulis. Pada bagian ini juga sering terjadi adanya keluhan dari para pekerja bahwa mereka harus bekerja dengan membungkuk karena ukuran tinggi kursi dan meja yag tidak sesuai. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan metode kerja yang lebih efektif dan efisien dengan cara melakukan pengukuran waktu kerja pada metode kerja lama dan kemudian dicari alternatif terbaik yang lebih efektif dan efisien, serta melakukan pengukuran metode kerja baru yang nantinya digunakan untuk mencari waktu kerja yang lebih singkat dan output standar yang lebih banyak serta dapat meningkatkan produktivitas juga. Sedangkan tujuan yang kedua adalah memberikan gambaran tentang rancangan meja dan kursi yang ergonomic sebagai penunjang dari proses finishing, yang tentunya harus sesuai dengan anthopometri dimensi tubuh populasi pekerja PT. Leces (Persero) Probolinggo pada Finishing Tahap 2 di departemen buku tulis.

Kata Kunci : *Ergonomi, perancangan fasilitas kerja, waktu standard dan output standard*

PENDAHULUAN

Manusia mempunyai peranan yang sangat penting dalam melakukan suatu pekerjaan karena manusia bagian dari sistem kerja, juga merupakan variabel hidup dengan beragam sifat dan kemampuan yang berbeda-beda guna pencapaian sistem kerja yang berhasil sesuai dengan harapan kalangan industri. Hal ini berkembang secara terus-menerus dengan nama *human factor engineering* atau ergonomic.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi, Pengertian dan Ruang Lingkup Teknik Tata Cara Kerja

Tata cara kerja merupakan suatu ilmu yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan rancangan terbaik dari sistem kerja. Komponen sistem kerja terdiri dari manusia, bahan, peralatan dan perlengkapan kerja serta lingkungan kerja fisik yang diatur sedemikian rupa untuk menghasilkan efisiensi dan efektifitas yang tinggi. Beberapa prinsip pengaturan metode kerja antara lain ergonomi, studi gerakan dan ekonomi gerakan. Sedangkan teknik-teknik pengukuran kerja yang dapat dipergunakan adalah pengukuran waktu, pengukuran tenaga dan pengukuran dampak psikologis dan sosiologis.

Pengembangan metode untuk mengefektifkan dan mengefisienkan kerja dilakukan dengan jalan mencari, mengembangkan dan menerapkan metode kerja yang lebih efektif dan efisien dengan tujuan akhir adalah waktu penyelesaian pekerjaan akan lebih singkat dan mudah untuk dikerjakan. Analisis metode kerja ini ditekankan pada empat macam komponen yaitu pekerja, material, mesin dan peralatan, serta lingkungan kerja fisik.

Kondisi Lingkungan Kerja Fisiik Mempengaruhi Aktivitas Manusia

Faktor – faktor yang mempengaruhi aktivitas manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor baik dari eketernal dan internal. Beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi lingkungan kerja terkait dengan keadaan di sekitar tempat kerja adalah : temperatur, kelembaban udara, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau-bauan, warna dan sebagainya.

Studi Gerakan untuk Menganalisa Metode Kerja yang Efisien dan Efektif

Motion Study adalah studi tentang gerakan-gerakan yang dilakukan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya. Dengan studi ini diharapkan diperoleh gerakan-gerakan standar untuk penyelesaian suatu pekerjaan, yaitu rangkaian gerakan-gerakan yang efektif dan efisien. Adapun prinsip-prinsip ekonomi gerakan jika dihubungkan dengan penggunaan badan/anggota tubuh manusia :

a. Manusia memiliki kondisi fisik dan struktur tubuh yang memberikan keterbatasan dalam melaksanakan gerakan kerja.
b. Bila memungkinkan kedua tangan (yang sama-sama dibutuhkan untuk melakukan seperti halnya dalam proses perakitan) harus memulai dan menyelesaikan gerakannya dalam waktu yang bersamaan
c. Kedua tangan jangan menganggur pada waktu yang bersamaan kecuali waktu istirahat
d. Gerakan tangan harus simetris dan berlawanan arah
e. Untuk menyelesaikan pekerjaan, maka hanya bagian-bagian tubuh yang memang diperlukan saja yang berkerja agar tidak terjadi penghamburan tenaga dan kelelahan yang tidak perlu.
f. Hindari gerakan yang patah-patah karena akan cepat menimbulkan kelelahan
g. Pekerjaan harus diatur sedemikian rupa sehingga gerak mata terbatas pada bidang yang menyenangkan tanpa perlu sering mengubah fokus.

Studi Pengukuran dan Penetapan Waktu Kerja

Pengukuran Kerja adalah metode peneta pan keseimbangan antara jalur manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Untuk melakukan perhitungan waktu baku (*standar time*) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metode kerja yang terbaik, perlu diterapkan teknik-teknik dan prinsip-prinsip pengukuran kerja (*work measurement* atau *time study*). Adapun pengukuran waktu kerja ini akan berhubu ngan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang digunakan menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku ini sangat diperlukan sekali untuk :

a. Perancangan kebutuhan tenaga kerja (*man power planning*)
b. Estimasi biaya – biaya upah karyawan atau pekerja
c. Penjadwalan produksi dan penganggaran
d. Perancangan sistem dan pemberian bonus dan intensif bagi karyawan atau pekerja yang berprestasi
e. Indikasi keluaran (output) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja yang memiliki kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Teknik – teknik pengukuran waktu kerja ini dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Pengukuran waktu langsung, yaitu pengu kuran yang dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan yang diukur dijalankan. Dua cara yang termasuk di dalamnya adalah cara pengukuran kinerja dengan mengguna kan jam henti (*stop watch time study*) dan sampling kerja (*work sampling*).
2. Penguikuran waktu kerja secara tidak langsung, yaitu pengukuran yang dilaku kan hanya dengan melakukan perhitun gan waktu kerja dengan membaca tabel-tabel waktu yang tersedia jika diketahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan atau elemen-elemen gerakan. Dua cara yang termasuk di dalamnya yaitu waktu baku (*standard data*) dan waktu gerakan (*predetermined time system*).

Pengukuran Waktu Baku Dengan Jam Henti (*Stop Watch Time Study*)

Metode ini sangat baik diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama.

Beberapa asumsi-asumsi dasar dalam pengukuran waktu baku dengan jam henti adalah sebagai berikut :

1. Metode dan fasilitas untuk menyelesai kan pekerjaan harus sama dan dibakukan terlebih dahulu sebelum kita mengaplikasikan waktu baku ini untuk pekerjaan serupa.
2. Operator harus memahami secara benar prosedur dan metode pelaksanaan kerja sebelum dilakukan pengukuran kerja. Operator – operator yang akan dibebani dengan waktu baku ini diasumsikan memiliki keterampilan dan kemampuan yang sama dan sesuai untuk pekerjaan tersebut. Untuk itu persyaratan mutlak untuk memilih operator yang akan dianalisa waktu kerjanya benar-benar memiliki tingkat kemampuan rata-rata.

3. Kondisi lingkungan fisik pekerjaan juga relatif tidak jauh berbeda dengan kondisi fisik pada saat pengukuran kerja dilakukan
4. Performance kerja mampu dikendalikan pada tingkat yang sesuai untuk seluruh periode kerja yang ada.

Sedangkan kriteria-kriteria yang harus dipenuhi di dalam pengukuran tersebut adalah :

1. Pekerjaan tersebut harus dilaksanakan secara repetitive dan dan uniform
2. Isi atau macam pekerjaan ini harus homogen
3. Hasil kerja (output) harus dapat dihitung secara nyata (kuantitatif) baik secara keseluruhan maupun untuk tiap-tiap elemen kerja yang berlangsung
4. Pekerjaan tersebut cukup banyak dilaksanakan dan teratur sifatnya sehingga akan memadai untuk diukur dan dihitung waktu bakunya.

Penetapan Jumlah Siklus Kerja yang Harus Diamati

Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dari siklus kerja satu ke siklus kerja yang lain, sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal dan serempak, namun tiap-tiap elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu dapat diselesaikan dalam waktu yang sama. Standar kesalahan harga rata-rata suatu data :

$$\sigma x = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \qquad (1)$$

σx = standar deviasi dari distribusi rata-rata
σ = standar deviasi dari populasi data yg ada
N = jumlah pengamatan

Analisa Keragaman Data

Kesalahan dalam proses penetapan pada saat mulai atau berakhirnya suatu elemen kerja yang seharusnya dibaca dari stopwatch adalah mungkin terjadi, oleh sebab itu dilakukan uji keseragaman data untuk memastikan bahwa data yang kita peroleh seragam. Penentuan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) adalah sebagai berikut :

BKA = X + 3 SD
BKB = X - 3 SD

X = Rata-rata hasil pengukuran
SD = Standar deviasi data hasil pengukuran

Westing House System's Rating

Westing house membuat table performance rating yang berisi nilai-nilai angka berdasarkan tingkatan yang ada untuk masingp-masing faktor tersebut. Untuk menormalkan waktu yang ada maka hal ini dilakukan dengan jalan mengalikan waktu yang diperoleh dari pengukuran kerja dengan jumlah keempat rating faktor

1. Untuk keterampilan atau skill Westing House membagi menjadi 6 kelas yaitu : Super Skill, Excelent Skill, Good Skill, Average Skill, Fair Skill, Poor Skill
2. Untuk Usaha atau Effort Westing House membagi menjadi 6 kelas yaitu : Super Effort, Excelent Effort, Good Effort, Average Effort, Fair Effort, Poor Effort

Kondisi Kerja

Kondisi fisik lingkungan seperti pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan atau kondisi diluar kemampuan operator untuk merubahnya. Oleh sebab itu faktor kondisi sering disebut sebagai faktor manajemen, karena pihak lain inilah yang berwenang merubah atau memperbaikinya.

Konsistensi

Faktor ini perlu diperhatikan karena pada setiap pengukuran waktu angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama, waktu penyelesaian yang ditunjukkan pekerja selalu berubah-ubah dari satu siklus ke

siklus lainnya, dari jam ke jam bahkan dari hari ke hari. Selama ini masih dalam batas-batas kewajaran, masalah tidak timbul, tetapi juga variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan.

***Performance* Rating**

Rating faktor pada dasarnya digunakan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah.
Waktu Normal = Waktu Pengamatan x {rating faktor(%)/100}

Kelonggaran Waktu

1. Kelonggaran Waktu untuk kebutuhan pribadi (*personal allowance*)
   Seperti minum sekedarnya untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman untuk menghindarkan kejenuhan.
2. Kelonggaran Waktu untuk menghilang kan rasa Lelah (*fatique allowance*)
   Kelelahan fisik manusia bisa karena pekerjaan membutuhkan konsentrasi dan pikiran. Hal ini sering menimbulkan kelelahan fisik dan mental dari pekerja. Waktu yang dibutuhkan untuk istirahat tergantung pada individu yang bersangkutan, interval waktu dari siklus kerja dimana pekerja akan mendapatkan beban kerja penuh, kondisi lingkungan fisik pekerjaan dan faktor-faktor lainnya
3. Kelonggaran Waktu karena keterlambatan (*delay allowance*)
   Disebabkan oleh faktor-faktor yang sulit untuk dihindari (*unvoidable delay*) misal kesalahan mesin, operator atau hal lain di luar kontrol. Apabila terjadi kerusakan dan perbaikan berat terpaksa harus dilaksanakan, operator biasanya akan ditarik dari stasiun kerja ini sehingga delay yang terjadi akan dikeluarkan dari pertimbangan untuk menetapkan waktu baku untuk proses kerja tersebut.

Waktu standar = waktu normal x {100% : (100% - %Allowance)}

Ergonomi

Ergonomic adalah suatu aplikasi ilmu pengetahuan yang memperhatikan karakteris tik manusia untuk dipertimbangkan dalam perancangan dan penataan sesuatu yang digunakan sehingga antara manusia dan benda yang digunakan tersebut terjadi interaksi yang lebih efektif dan nyaman.

Analisa ergonomi akan meliputi hal-hal yang berkaitan dengan : (1) Anatomi (struktur), fisiologi dan anthopometri (ukuran) tubuh manusia, (2) Psikologi dan fisiologi mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam mengendalikan tingkah laku manusia, (3) kondisi-kondisi yang dapat menciderai baik dalam waktu pendek maupun panjang serta membuat kecelakaan kerja atau tidak nyaman.

Anthopometri

Anthopometri merupakan studi yang berkait an dengan dimensi tubuh manusia baik secara linier maupun anguler. Datanya dapat diapli kasikan antara lain : (1) peranca ngan area kerja seperti stasiun kerja, (2) pe rancangan peralatan kerja, (3) perancangan produk konsumtif, (4) perancangan lingku ngan kerja fisik.

Sedangkan sumber variabilitas dalam anthopometri antara lain : (a) Populasi yang random atau acak, (b) jenis kelamin, (c) usia, (d) suku, (e) pekerjaan, (f) keterbatasan fisik, (g) pertimbangan pakaian.

Perancangan Stasiun Kerja

Terdapat dua aspek penting dalam perancangan stasiun kerja yaitu :

1. Penentuan area kerja horizontal, penentuan batas area kerja horizontal sangat penting untuk memastikan bahwa benda kerja sudah ada dalam jangkauan tangan. Area kerja horizontal dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu area kerja normal dan area kerja maksimal.
2. Ketinggian Tempat Kerja, terdapat tiga dasar ketinggian permukaan meja yaitu : (a) ketinggian yang sesuai untuk kerja duduk, (b) ketinggian yang sesuai untuk kerja berdiri, (c) ketinggian yang sesuai untuk duduk berdiri.

Metode Keja Lama

(1) Elemen 1 = mengambil dari mesin potong atau tumpukan hasil Shift II, III kemudian melakukan penyortiran dan perhitungan menjadi 25 buku dalam posisi berbeda tiap 5 buku tulis; (2) Elemen 2 = memberi label dan memasukkan dalam plastic; (3) Elemen 3 = menutup plastic dan mengisolasi kemudian menumpuknya; (4) Elemen 4 = menyiapkan beberapa kardus dalam bentuk lipatan dengan cara mengisolasi bagian bawah kardus dan meletakkan kardus di atas kayu plang; (5) Elemen 5 = mengambil buku yang sudah terbungkus plastic per 25 buku (satu pak) dan dimasukkan ke dalam kardus sebanyak 20 pak, kemudian menutup bagian atas dengan isolasi.

Analisa dan Pembahasan

Data Waktu Proses Fisihing II Bagian Buku Tulis Shift 1

Tabel 1. Waktu pengamatan (detik) selama 30 siklus

Elemen Kerja	1/11 /21	2/12 /22	3/13 /23	4/14 /24	5/15 /25	6/16 /26	7/17 /27	8/18 /28	9/19 /29	10/2 0/30
1	18	17	19	20	18	19	18	17	19	20
	21	17	20	19	21	20	19	19	17	19
	20	21	19	18	20	21	19	18	17	20
2	18	18	20	19	17	18	20	19	19	20
	18	19	17	17	17	18	19	20	19	19
	18	19	19	20	18	19	20	19	19	18
3	14	13	16	12	16	14	13	13	14	13
	15	16	14	14	13	14	13	12	14	15
	15	16	14	14	13	12	13	12	13	13
4	16	14	15	15	14	16	15	14	15	14
	15	15	15	14	15	16	15	14	14	15
	16	14	15	14	13	14	15	16	15	14
5	24	23	25	27	24	25	28	26	23	25
	26	25	27	26	25	28	24	23	23	25
	27	26	28	26	25	24	23	26	25	26

Tabel 2. Analisa kecukupan data dari hasil pengukuran waktu kerja metode lama pada shift 1 di finishing II buku tulis

Elemen Kerja	N	ΣX^2	ΣX	$(\Sigma X)^2$	N'	Keterangan
1	30	10878	570	324900	11,08	Data cukup
2	30	10480	560	313600	6,38	Data cukup
3	30	5729	413	170569	19,06	Data cukup
4	30	6530	442	195364	6,9	Data cukup
5	30	19220	758	574564	8,8	Data cukup

Tabel 3. Analisa keseragaman data untuk waktu yang dibutuhkan pada proses di Finishing II buku tulis shift 1

Elemen Kerja	N	X	SD	BKB	BKA	N^t	Keterangan
1	30	19	1,29	15,13	22,87	11,08	Data Seragam
2	30	18,67	0,96	15,79	21,55	6,38	Data Seragam
3	30	13,77	1,22	10,11	17,43	19,06	Data Seragam
4	30	14,73	0,78	12,39	17,07	6,9	Data Seragam
5	30	25,27	1,53	20,68	29,86	8,8	Data Seragam

Penentuan *Performance Rating*

Skill = +0,08 (C2 Excellent); Effort = +0,1 (C1 Excellent); Condition = +0,02 (B Excellent); Consistency = +0,01 (C Good Consistency)

Total Performance Operator = 0,08 + 0,1 + 0,2 + 0,01 = +0,21

Perhitungan Waktu Normal

X1 = 19 dtk; X2 = 18,67 dtk; X3 = 13,77 dtk; X4 = 14,73 dtk; X5 = 25,27 dtk, sehingga waktu normalnya : Wn1 = 22,99 dtk; Wn2 = 22,59 dtk; Wn3 = 16,66 dtk; Wn4 = 17,82 dtk; Wn5 = 30,58 dtk.
Jadi Total Waktu Normal = 110,64 dtk = 1,88 mnt

Perhitungan Allowance

Yaitu pengukuran kelonggaran yang digunakan pekerja untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah, dan waktu keterlambatan karena kerusakan mesin.

Tabel 4. Pengukuran waktu longgar dalam menit selama 10 hari (metode jam henti)

Waktu Longgar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣX	X
1. Personal Allowance	35	30	40	29	30	35	30	28	27	25	309	30,9
2. Fatique Allowance	20	18	20	25	21	15	20	25	18	23	205	20,5
3. Delay Allowance	25	15	20	18	19	16	25	20	20	18	196	19.6

Berdasarkan perhitungan dalam satu shift kerja, maka dapat dilihat :
a. Personal Allowance = (30,9/480) x 100% = 6,4%
b. Fatique Allowance = (20,5/480) x 100% = 4,3%
c. Delay Allowance = (19,6/480) x 100% = 4,3%
TotalAllowance=6,4%+4,3%+4,08%= 14,78%

Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar

$$\text{Waktu Standar} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100\%}{100\% - \%Allowance}$$

= 0,0307 x [100% : (100%-14,78%)] = 0,0360 jam/kardus

Output Standar = 1/Ws = 1/0,0360 = 27,78 = 28 kardus/jam

Bila satu siklus dilakukan oleh empat orang, sedangkan satu grup dilakukan delapan orang. Maka output yang yang dihasilkan oleh satu grup per shift adalah :

2 x 28 x 8 (jam) = 448 kardus/shift

Dan bila dalam satu shift yang bekerja ada tiga grup, maka output yang dihasilkan oleh finishing II Buku tulis pada shift 1 adalah :
3 x 448 = 1344 kardus/shift = 672.000 buku/shift; karena satu kardus berisi 500 buku maka : 1344 x 500=672.000 buku/shift

Metode Kerja Baru

Untuk metode kerja baru akan dibuat seefektif dan seefisien mungkin agar diperoleh waktu standar yangf lebih pendek. Hal ini dilakukan dengan cara mengurangi elemen-elemen kerja yang kurang efektif dan menggabungkan antara elemen satu dengan elemen berikutnya. Adapun langkah-langkah selanjutnya adalah sama dengan metode yang lama. Sehingga elemen-elemen kerja tersebut setelah dieefektifkan menjadi :

a. Elemen 1 = mengambil buku dari mesin potong atau tumpukan, menyortir dan menghitung menjadi 25 buku dengan posisi terbalik-balik per buku
b. Elemen 2 = memberi label kemudian memasukkan dalam kantong plastik lalu menutup kantong tersebut dan mengisolasinya (mengepaknya)
c. Elemen 3 = menyiapkan kardus kemudian memasukkan satu persatu pak-pakan buku tersebut sampai 20 pak dan menutup kardus dengan isolasi

Tabel 5. Data waktu (metode baru) untuk proses finishing II bagian buku tulis pada Shift 1. waktu pengamatan (detik) selama 30 siklus

Elemen Kerja	1/11 /21	2/12 /22	3/13 /23	4/14 /24	5/15 /25	6/16 /26	7/17 /27	8/18 /28	9/19 /29	10/20/ 30
1	17	16	17	18	16	17	18	19	17	16
	17	20	16	17	18	17	17	19	16	17
	18	16	16	17	16	17	18	19	20	16
2	27	26	28	29	30	26	27	26	26	27
	25	26	27	27	28	30	29	26	27	28
	29	29	28	27	26	27	28	27	28	29
3	35	37	39	40	36	37	36	38	40	39
	38	38	40	39	39	38	36	40	38	39
	40	36	37	38	38	39	36	39	38	39

Analisa Kecukupan Data

Tabel 6. Kecukupan data waktu waktu yang dibutuhkan untuk Finishing 2 bagian buku tulis pada Shift 1

$N' < N$

Elemen Kerja	N	ΣX^2	ΣX	$(\Sigma X)^2$	N'	Keterangan
1	30	9021	519	269361	11,77	Data cukup
2	30	22627	823	677329	5,47	Data cukup
3	30	43532	1142	1304164	3,44	Data cukup

Analisa Keseragaman Data

Tabel 7. Analisa keseragaman data waktu yang dibutuhkan pada proses finishing II pada Shift 1 dengan menggunakan metode kerja baru :

Elemen Kerja	N	X	SD	BKB	BKA	N'	Keterangan
1	30	17,3	1,20	13,7	20,9	11,77	Data Seragam
2	30	27,43	1,30	25,53	31,33	5,47	Data Seragam
3	30	38,06	1,43	33,77	33,77	3,44	Data Seragam

Penentuan Performance Rating

Untuk metode baru dengan menggunakan Westing House System's rating hasilnya :
Skill = +0,08 (C2 Excellent skill); Effort = +0,1 (C1 Excellent Effort); Condition = +0,02 (B Excellent); Consistency = +0,01 (C good consistency). Sehingga total performance = +0,21

Perhitungan Waktu Normal

Nilai X1 = 17,3 dtk; X2 = 27,43 dtk; X3 = 38,06 dtk sehingga nilai waktu normalnya :
Wn1 = X1 x 121% = 17,3 x 1,21 =20,93 dtk;
Wn2 =X2 x 121%= 27,43 x 1,21 =33,19 dtk;
Wn3 =X3 x 121%= 38,06 x 1,21 =46,05 dtk;
Total Wn = 100,17 dtk = 1,6695 mnt = 0,0278 jam

Perhitungan Allowance

a. Personal Allowance = 6,4%
b. Fatigue Allowance = 4,3%
c. Delay Allowance = 4,08% sehingga Total Allowance = 6,4%; + 4,3% + 4,08% = 14,08%

Perhitungan Waktu Standar dan Output Standar

$$\text{Waktu Standar} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100\%}{100\% - \%Allowance}$$

= 0,0278 x [100% : (100%-14,08%)] = 0,0323 jam/kardus

Output Standar = 1/Ws = 1/0,0323 = 30,95 = 31 kardus/jam

Bila satu siklus dilakukan oleh empat orang, sedangkan satu grup dilakukan delapan orang. Maka output yang yang dihasilkan oleh satu grup per shift adalah :

2 x 28 x 8 (jam) = 496 kardus/shift

Dan bila dalam satu shift yang bekerja ada tiga grup, maka output yang dihasilkan oleh finishing II Buku tulis pada shift 1 adalah :

3 x 496 = 1488 kardus/shift = 744.000 buku/shift; karena satu kardus berisi 500 buku maka : 1448 x 500=744.000 buku/shift

Perbandingan antara Metode Kerja Lama dan Metode Kerja Baru

Metode Kerja Lama	Metode Kerja Baru
1. Elemen 1 menyortir dan menghitung per 25 buku 2. Elemen 2 memberi label dan memasukkan dalam plastik 3. Elemen 3 menutup plastik dan mengisolasi kemudian menumpuknya 4. Elemen 4 menyiapkan beberapa kardus dalam bentuk lipatan dengan cara mengisolasi bagian bawah kardus 5. Elemen 5 mengambil buku dari tumpukan yang sudah terbungkus plastik per 25 buku atau 1 pak dan memasukkan ke dalam kardus sebanyak 20 pak serta menutup bagian atas dengan isolasi 6. Waktu Standar = 0,0360 jam/ kardus. Output Standar = 29 kardus/jam 7. Elemen 1,2,3 dilakukan oleh 1 operator per elemen per siklus, sedangkan elemen 4 dan 5 dilakukan oleh 1 operator per siklus	1. Elemen 1 menyortir dan menghitung per 25 buku 2. Elemen 2 memberi label kemudian memasukkan ke dalam kantong plastik lalu menutup kantong tersebut dan mengisolasinya 3. Elemen 3 menyiapkan kardus kemudian memasukkan satu per satu pak-pakan buku tersebut sampai 20 pak dan menutup kardus dengan isolasi 4. Waktu standar = 0,0323 jam/kardus output standar = 31 kardus/jam 5. Dilakukan oleh 1 operator per elemen per siklus

Dari perbandingan antara metode kerja baru yang lebih sedikit :

1. Jumlah elemen pada metode kerja baru lebih sedikit
2. Adanya perbedaan jenis pekerjaan antara metode lama dan metode kerja baru pada elemen 2 dan 3 metode kerja baru, dimana elemen 2 adalah gabungan dari elemen 2, 3 untuk metode kerja lama, sedangkan elemen 3 pada saat menyiapkan kardus dan memasukkan buku serta mengisolasinya
3. Adapun perbedaan output standar dan waktu standar yaitu Ws lebih singkat dan output standar lebih banyak pada metode kerja baru

4. Jumlah pekerja yang dipekerjakan lebih sedikit, sehingga akan mengurangi upah yang dikeluarkan oleh PT. Kertas Leces (Persero) Probolinggo

Sedangkan adanya perbedaan jenis pekerjaan ini disebabkan oleh :

1. Kurangnya pencahayaan pada malam hari untuk melakukan aktivitas yang membutuhkan konsentrasi dan ketelitian yang tinggi, serta kejelian penglihatan para pekerja
2. Pada malam hari (Shift 1 dan 2) sulit didapatkan tenaga kerja wanita yang bersedia dipekerjakan pada malam hari karena daerah tersebut tergolong sepi dan rawan bagi keselamatan mereka saat dalam perjalanan
3. Lebih mahalnya upah yang harus diberikan kepada para pekerja yang bekerja pada shift tersebut, khususnya wanita yang memiliki ketelitian lebih dibandingkan dengan pria

Untuk mengantisipasi keterlambatan pengiriman maka pada Shift 1 dilakukan tindakan :

1. Lembur sampai batas tertentu dimana kondisi memungkinkan untuk melakukan aktivitas tersebut, termasuk kondisi tubuh pekerja dan lingkungannya
2. Memperbanyak pekerja yang bertugas pada Shift 1 antara pukul 07.00 – 15.00 WIB

Perancangan Ulang Meja dan Kursi sebagai Fasilitas Penunjang Proses Produksi

Terdapat keluhan dari para pekerja yang bertugas di Finishing II Buku tulis, bahwa ukuran untuk tinggi kursi tidak sesuai dengan ukuran tinggi meja. Akibatnya sering para pekerja mengalami gangguan dalam melakukan pekerjaannya. Di sini terlihat bahwa ukuran untuk tinggi kursi hampir sama dengan tinggi meja, untuk tebal paha dan toleransi tidak diperhitungkan, sehingga seringkali kerepotan untuk meletakkan kaki dalam posisi yang benar, selain itu pekerja melakukan tugasnya harus membungkuk. Setelah dilakukan desain ulang maka diperoleh perbandingan :

Meja Lama	Meja Baru
1. Tinggi meja terasa rendah dan seringkali harus membungkuk 2. Panjang meja dipergunakan untuk area kerja horisontal oleh tiga pekerja 3. Tinggi kaki meja terasa rendah dengan kondisi tinggi kursi hampir sama dengan tinggi meja sehingga tidak ada ruang untuk lutut bergerak 4. Pijakan kaki berada di samping kaki meja sehingga seringkali lutut membentur alas meja bagian bawah	1. Tinggi meja disesuaikan dengan tinggi siku posisi duduk dan kelonggaran agar permukaan kerja tetap di bawah siku serta memberikan ruang bagi lutut untuk bergerak 2. Panjang meja dipergunakan untuk area kerja horizontal oleh dua pekerja. 3. Tinggi kaki meja disesuaikan dengan persentil ke 95 tinggi lutut pria ditambah allowance agar masih ada ruang untuk lutut 4. Pijakan diletakkan memanjang antara lebar meja di bagian kaki kiri dan kanan agar lutut tidak sering membentur bagian bawah alas meja dan kaki bisa dalam kondisi rileks

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT. Kertas Leces (Persero) Probolinggo pada Finishing II Buku Tulis dapat disimpulkan :

1. Peningkatan produktivitas dilakukan dengan cara mengurangi elemen-elemen kerja yang kurang efektif dan menggabungkan menjadi satu elemen kerja, maka diperoleh waktu standar yang lebih singkat dan output standar lebih banyak.
2. Adanya perbedaan jenis pekerjaan antara Shift 1 dengan Shift 2 dan 3 yang diakibatkan kondisi lingkungan fisik (termasuk pencahayaan) dan tenaga kerja wanita yang tidak mendukung untuk bertugas di malam hari.
3. Mengurangi kelelahan terlalu dini akibat kerja dengan kondisi tubuh membungkuk dan memberikan kenyamanan dalam melakukan pekerjaan dengan jalan merancang ulang meja dan kursi yang ergonomis sebagai fasilitas penunjang dan kelancaran kerja

Saran

Diharapkan PT. Kertas Leces (Persero) Probolinggo untuk memberikan elemen-elemen kerja yang lebih efektif dan efisien kepada para pekerja, khususnya bagian finishing karena banyak menggunakan tenaga manusia secara manual serta diperlukannya perbaikan fasilitas pendukung produksi yang dirasa belum memberikan rasa nyaman bekerja dalam melakukan proses produksi.

PUSTAKA

Barnes, R.M. (2004). *Motion and Time Studi : Desing and Measurement of Work 7th Edition.* John Wiley & Sons

Sritomo Wignjo Soebroto. (2001). *Teknik Tata Cara dan Pengukuran Kerja*. Jakarta Guna Widya

Nurmianto Eko. (1999). *Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta. Guna Widya

Iftikar Z, Sutalaksana, Ruhuna Anggawisastra dan John H. Tjakra Atmadja. (1999). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung. Jurusan Teknik Industri ITB

Ronald E. Walpole dan Raymond Myers. (1995). *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung. ITB

PERENCANAAN KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN GUNA MENCAPAI EKSPEKTASI PENDAPATAN MAKSIMUM DENGAN PENDEKATAN RANTAI MARKOV DI CV. ALEXTRA TRAVEL

Suparjo
Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya,
Email : parjo_itats@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Maintenance merupakan fungsi dalam suatu perusahaan yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi lain seperti produksi. Oleh sebab itu apabila perusahaan mempunyai peralatan atau fasilitas, maka perusahaan itu akan selalu berusaha untuk tetap dapat mempergunakan peralatan atau fasilitas tersebut. Dalam usaha untuk dapat menggunakan peralatan tersebut agar kegiatan produksi berjalan terus, maka dibutuhkan suatu kegiatan pemeliharaan dan perawatan. CV. Alextra merupakan suatu perusahaan pelayanan jasa angkutan darat berupa colt diesel dengan rute jurusan Pacitan – Surabaya. Dimana setiap beroperasi selalu menggunakan armada-armada colt diesel. Jadi jika dikaitkan dengan rutinitas atau aktivitasnya dalam pengangkutan penumpang maka perlu adanya kebijakan dalam hal perawatan mesin, dimana mesin yang dimaksud adalah mesin colt diesel, dengan tujuan diperoleh kebijakan perawatan yang tepat guna mengoptimalkan pendapatan. Metode yang dipergunakan dalam menentukan kebijakan adalah dengan menggunakan Rantai Markov. Dalam penelitian ini membagi kondisi mesin menjadi tiga state yaitu baik, gangguan dan rusak. Dengan rantai Markov dapat diketahui matrik probabilitas transisi dan nilai ekspektasi pendapatan per kondisi mesin. Hasil akhir dari enumerasi sempurna metode ini adalah kebijakan optimal untuk mesin Daihatsu mengambil kebijakan ke –8 yaitu mengadakan overhaul jika mesin dalam kondisi gangguan atau rusak dengan ekspektasi pendapatan sebesar Rp 97.275.753,97 dan untuk mesin Toyota dengan mengambil kebijakan ke-7 yaitu mengadakan overhaul jika mesin dalam kondisi baik atau rusak dengan ekspektasi pendapatan sebesar Rp 58.650.017,027.

Kata kunci : *state, enumerasi sempurna, kebijakan, overhaul, rantai markov*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keberhasilan suatu industri dalam mencapai target produksinya sangat tergantung pada kelancaran proses produksinya. Kelancaran proses produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kesiapan mesin, kelancaran bahan baku (*raw material*), energi dan tenaga kerja. Untuk mendukung mesin dalam keadaan siap pakai atau baik maka perlu diadakan kegiatan perawatan yang teratur dan terencana baik. Mesin dan peralatan yang terkondisi baik akan dapat meningkatkan efisiensi dan produktifitas dari system produksi. Tetapi mengingat keterbatasan kemampuan mesin dan peralatan, serta tingginya kerugian yang timbul akibat proses produksi yang terhambat maka usaha-usaha perawatan mesin dan peralatan menjadi faktor yang berpengaruh dalam mencapai keuntungan yang sebesar-besarnya.

Diperlukan suatu usaha-usaha untuk pengendalian dan perencanaan perawatan mesin dan peralatan yang optimal sehingga dapat menurunkan ongkos produksi. Dan dalam jangka panjang perusahaan akan mengalami kerugian jika mengabaikan masalah perawatan.

CV. Alextra merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri jasa pelayanan transportasi dalam bentuk pelayanan jasa angkutan colt diesel. Dalam hal ini output dari produksi berupa jasa angkutan (*traveling*). Jadi dalam proses produksinya perusahaan ini melibatkan mesin-mesin dari *colt diesel* itu sendiri. Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksinya maka perlu diadakan perawatan mesin dan peralatan. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam perencanaan dan pengendalian perawatan mesin adalah dengan menggunakan rantai Markov.

Rumusan Masalah

Bagaimanakah cara merencanakan kebijaksanaan (*policy*) perawatan mesin untuk mencapai ekspektasi pendapatan yang maksimal ?

Tujuan
Mampu merencanakan kebijaksanaan (*policy*) perawatan mesin untuk mencapai ekspektasi pendapatan yang maksimal.

LANDASAN TEORI

Perawatan

Perawatan (Assauri, 1987) merupakan suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/pergantian yang diperlukan agar dapat diperoleh suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan yang direncanakan.
Jenis Perawatan :

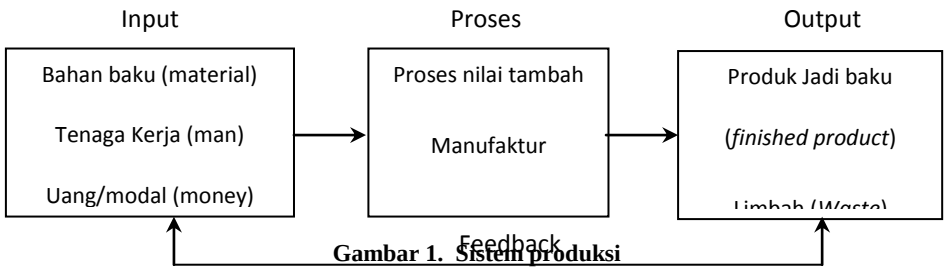
a. Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*). Menjaga agar mesin-mesin tidak mengalami kerusakan yang dapat merugikan suatu proses produksi.
b. Perawatan perbaikan (*breakdown maintenance*). Untuk memperbaiki mesin-mesin yang rusak agar dapat beroperasi kembali atau siap pakai.

Tujuan utama perawatan :

a. Kemampuan berproduksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi tidak terganggu.
c. Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan di luar batas serta menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
d. Untuk mencapai tingkat biaya *maintenance* serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien secara keseluruhan.
e. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan pekerja.
f. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan, dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan yang sebaik mungkin dan total biaya terendah.

Sistem Produksi

Sistem produksi adalah suatu sistem yang mengubah sekumpulan input menjadi output yang mempunyai nilai tambah (*value added*).



Gambar 1. Sistem produksi

Produktivitas

Produktivitas merupakan perbandingan antara output yang diproduksi dengan unit sumber daya yang digunakan selama terjadinya proses. Hubungan produktivitas dengan perawatan adalah produktivitas yang dinyatakan dalam ukuran-ukuran efektifitas sistem yaitu sebagai kemungkinan keberhasilan sistem produksi dalam memenuhi target produksi pada suatu waktu tertentu dan kondisi operasi tertentu.

Efektivitas Sistem dan Availability

Beberapa ukuran efektifitas sistem yang digunakan dalam perawatan antara lain *availability* (kesiapan pakai) yaitu keadaan dimana sistem dapat beroperasi dengan memusatkan pada suatu saat tertentu dan kondisi tertentu. Elemen waktu yang digunakan dalam menentukan *availability* adalah sebagai berikut :

1. Waktu operasi. Yaitu waktu selama alat beroperasi dengan suatu cara atau kondisi yang dapat diterima operator.
2. Waktu delay. Yaitu waktu selama pemakaian alat tidak diperlukan lagi, karena adanya kelonggaran yang diberikan pada operator.

3. Down time. Yaitu waktu total dimana pemakaian alat pada kondisi tidak dapat diterima untuk operasi.

Klasifikasi Kondisi Kerusakan

Untuk menghitung nilai probabilistik transisi dari suatu proses Markov dalam masalah ini maka sistem mesin akan dikelompokkan sesuai dengan kondisi kerusakannya.

a. Kondisi baik. Dimana mesin dapat digunakan untuk beroperasi dengan ketentuan-ketentuan yang disetujui seperti keadaan masih baik.
b. Kondisi gangguan. Dimana mesin dapat beroperasi dengan baik, namun terkadang terjadi gangguan atau kerusakan kecil yang dapat menggagalkan sistem.
c. Kondisi Rusak. Dimana mesin tidak dapat dipergunakan untuk dapat beroperasi sehingga proses produksi terhenti.

Model dengan Stage Tidak Terbatas

Perilaku jangka panjang dari suatu proses markov ditandai ketidak bergantungannya pada state awal (*initiate state*) dari sistemnya. Terdapat dua metode yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan dengan stage yang tidak terbatas ini. Metode pertama disebut enumerasi sempurna yang mengenumerasi seluruh *stationary policy*, hingga diperoleh solusi optimumnya. Metode ini hanya dapat digunakan apabila jumlah total *stationary policy*-nya tidak terlalu besar sehingga masih dapat dihitung. Metode kedua adalah *policy iteration*, yang mampu mengurangi kesulitan perhitungan pada metode pertama. Metode kedua ini bersifat efisien dalam arti dapat mencapai solusi optimum dalam jumlah iterasi yang kecil.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Kondisi Mesin

Dalam penelitian ini kondisi mesin terbagi menjadi tiga yaitu kondisi baik (B), kondisi gangguan (G) dan kondisi rusak (R).

a. Ciri-ciri mesin dalam kondisi baik (B) yaitu : (a) mesin dalam kondisi baru buatan tahun 2000 ke atas, (b) mesin colt dapat berjalan ± 15.000 km tanpa perbaikan, (c) hanya dilakukan cek preventif harian secara kontinyu tanpa perbaikan sama sekali, (d) cek understeel dan cek motor dalam keadaan baik, (e) colt dibeli dalam keadaan baru dari dealer.
b. Ciri-ciri mesin dalam kondisi gangguan (C) yaitu : (a) mesin dirakit dibawah tahun 2000, (b) pengoperasiannya tidak memenuhi/tidak pada kapasitasnya, (c) terjadi kebocoran pada radiator, (d) selang udara aus, (e) terjadinya pedal gas yang putus, (f) mesin sudah waktunya dilakukan peenggantian *spare part*, (g) waktu perbaikan apabila terjadi gangguan hanya sebentar tidak sampai satu hari.
c. Ciri-ciri mesin dalam kondisi rusak (R) yaitu : (a) mesin colt dalam kondisi mati atau tidak bisa jalan sama sekali, (b) terlepasnya plat kopling, (c) *injection pump* (*bosh pump*) tidak berfungsi, (d) butuh waktu perbaikan lama 2 mingguan sampai lebih.

Klasifikasi Mesin

Tabel 1. Klasifikasi Mesin Daihatsu

No.	Nama Colt	No. Polisi	Kelas	Kapasitas	Mesin	
					Merek	Tahun
1.	Alextra 1	AE 6834 ZA	Eksekutif	10	Daihatsu	2005
2.	Alextra 2	AE 7329 ZA	Eksekutif	10	Daihatsu	2004
3.	Alextra 3	AE 3856 ZA	Bisnis	12	Daihatsu	2000
4.	Alextra 4	AE 1631 ZA	Bisnis	12	Daihatsu	2003
5.	Alextra 5	AE 9535 ZA	Ekonomi	15	Daihatsu	1998
6.	Alextra 6	AE 3875 ZA	Ekonomi	15	Daihatsu	1998
7.	Alextra 7	AE 2854 ZA	Ekonomi	15	Daihatsu	1994

Tabel 2. Klasifikasi Mesin Toyota

No.	Nama Colt	No. Polisi	Kelas	Kapasitas	Mesin	
					Merek	Tahun
1.	Alextra 8	AE 7351 ZA	Bisnis	12	Toyota	2005
2.	Alextra 9	AE 4926 ZA	Bisnis	12	Toyota	2004

3.	Alextra 10	AE 5934 ZA	Bisnis	12	Toyota	2002
4.	Alextra 11	AE 5373 ZA	Ekonomi	15	Toyota	1999
5.	Alextra 12	AE 9457ZA	Ekonomi	15	Toyota	1998

Kondisi transisi mesin tanpa maintenance

Tabel 3. Transisi State Mesin dan Pendapatan Mesin Daihatsu

No.	Nama Colt	Mei 2012	Juni 2012	Pendapatan (Rp)
1.	Alextra 1	B	B	23.500.000
2.	Alextra 2	B	B	17.800.000
3.	Alextra 3	B	B	15.400.000
4.	Alextra 4	R	B	14.600.000
5.	Alextra 5	G	R	12.300.000
6.	Alextra 6	B	R	-4.900.000
7.	Alextra 7	R	R	-6.500.000
8.	Alextra 8	B	R	3.200.000
9.	Alextra 9	G	B	11.200.000
10.	Alextra 10	G	B	8.600.000
11.	Alextra 11	R	B	8.400.000
12.	Alextra 12	B	G	7.200.000

Pengambilan Kebijakan (*Policy*) Jangka Panjang

Tabel 3. Stasionary Policy

Stasionary Policy	Tindakan
1	Tidak melakukan *overhoul* sama sekali
2	*Overhoul* tanpa memperhatikan kondisi mesin
3	*Overhoul* jika mesin dalam keadaan baik
4	*Overhoul* jika mesin dalam keadaan gangguan
5	*Overhoul* jika mesin dalam kondisi rusak
6	*Overhoul* tanpa memperhatikan kondisi mesin
7	*Overhoul* jika mesin dalam kondisi baik atau rusak
8	*Overhoul* jika mesin dalam kondisi gangguan atau rusak

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisis Mesin Colt

Tanpa Maintenance

$$\text{Periode 1} = \begin{bmatrix} 0.75 & 0.25 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad \text{Periode 6} = \begin{bmatrix} 0.177978 & 0.822022 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

riks pr ila tanpa diadakan *maintenance* sama sekali. Probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik juga 75%. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 25%. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi gangguan 100%. Sedangkan mesin akan berkondisi rusak setelah sebelumnya berkondisi rusak 100%. Hal tersebut bisa terjadi karena mesin yang mengalami gangguan atau rusak tidak diadakan perawatan atau perbaikan sama sekali.

Pada periode 6, probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik sebsar 17,798%. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 82,22022%. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi gangguan 100%. Sedangkan

mesin akan berkondisi rusak setelah sebelumnya berkondisi rusak 100%. Hal tersebut bisa terjadi karena mesin yang mengalami gangguan atau rusak tidak diadakan perawatan atau perbaikan sama sekali

Dengan Maintenance

Periode 1 = $\begin{bmatrix} 0.75 & 0.25 & 0 \\ 0.667 & 0.333 & 0 \\ 0 & 0.5 & 1 \end{bmatrix}$ Periode 6 = $\begin{bmatrix} 0.727372 & 0.272628 & 0 \\ 0.727372 & 0.272628 & 0 \\ 0.702380 & 0.281995 & 0.015625 \end{bmatrix}$

riks probabilitas transisi mesin Daihatsu periode satu apabila Probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik juga 75%. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 25%. Probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi gangguan 25%. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi gangguan 33,3%. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi rusak sebesar 50%. Sedangkan mesin akan berkondisi rusak setelah sebelumnya berkondisi rusak 50%.

Pada periode 6, probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik sebesar 72,7372%. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 27,2628%. Probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi gangguan 72,7372%. Probabilitas mesin berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi rusak 70,238%. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi rusak 28,1995%. Sedangkan probabilitas mesin rusak setelah sebelumnya berkondisi rusak sebesar 1,5625%.

Setelah dibandingkan nampak bahwa nilai probabilitas meningkat ke arah mesin menjadi terkondisi lebih baik setelah diadakan *maintenance*.

Analisis Mesin Toyota
Tanpa Maintenanc

Periode 1 = $\begin{bmatrix} 0.75 & 0.25 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ Periode 6 = $\begin{bmatrix} 0.177979 & 0 & 0.822021 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Matriks periode 1 merupakan matriks probabilitas transisi mesin Toyota periode satu apabila diadakan *maintenance*. Probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik juga 75%. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 25%. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi gangguan 100%. Sedangkan mesin akan berkondisi rusak setelah sebelumnya berkondisi rusak 100%. Hal tersebut bisa terjadi karena mesin yang mengalami gangguan atau rusak tidak diadakan perawatan atau perbaikan sama sekali.

Pada periode 6, probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik sebsar 17,798%. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 82,22022%. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi gangguan 100%. Sedangkan mesin akan berkondisi rusak setelah sebelumnya berkondisi rusak 100%. Hal tersebut bisa terjadi karena mesin yang mengalami gangguan atau rusak tidak diadakan perawatan atau perbaikan sama sekali

Dengan Maintenance

Periode 1 = $\begin{bmatrix} 0.75 & 0 & 0.25 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ Periode 6 = $\begin{bmatrix} 0.177979 & 0.762695 & 0.059326 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

Matriks periode 1 merupakan matriks probabilitas transisi mesin Daihatsu periode satu apabila diadakan *maintenance*. Probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik juga 75%. Probabilitas mesin berkondisi rusak setelah sebelumnya berkondisi baik 25%. Probabilitas mesin

akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi gangguan 100%. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi rusak 100%.

Pada periode 6, probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik sebesar 17,7979%. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 76,2695%. Probabilitas mesin akan berkondisi rusak setelah sebelumnya berkondisi baik 5,9329%. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi rusak 70,238%. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi gangguan 100%. Sedangkan probabilitas mesin gangguan setelah sebelumnya berkondisi rusak sebesar 100%.

Setelah dibandingkan nampak bahwa nilai probabilitas meningkat ke arah mesin menjadi terkondisi lebih baik setelah diadakan *maintenance*.

Pengambilan *Policy*

a. *Policy* 1 Tanpa Melakukan *Overhoul* sama sekali

Probabilitas jangka panjang mesin berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik 75% dengan ekspektasi pendapatan sebesar Rp 164.087.500. Probabilitas mesin berkondisi gangguan sebelumnya berkondisi baik 25% dengan ekspektasi pendapatan Rp 9.260.500. Dari perhitungan tersebut diperoleh ekspektasi pendapatan per periode sebesar 12.643.735,35.

b. *Policy* 1 Tanpa Memperhatikan Kondisi Mesin

Probabilitas jangka panjang mesin berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik 75% dengan ekspektasi pendapatan Rp 145.156.000. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 25% dengan ekspektasi pendapatan Rp 26.444.000. dari perhitungan tersebut diperoleh ekspektasi pendapatan per periode sebesar Rp 86.617.734,91

c. *Policy* 3 *Overhoul* Jika Mesin dalam Kondisi Baik

Probabilitas jangka panjang mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik 75% dengan ekspektasi Rp 145.156.000. Probabilitas mesin dengan kondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 25% dengan ekspektasi pendapatan Rp. 7.443.850. Dari perhitungan tersebut diperoleh ekspektasi pendapatan per periode sebesar Rp 12.643.931,73.

d. *Policy* 4 *Overhoul* Jika Mesin Dalam Kondisi Gangguan

Probabilitas jangka panjang mesin berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik 75% dengan ekspektasi pendapatan Rp 164.087.500. Probabilitas mesin berkondisi gangguan setelah sebelumnya baik 25% dgn ekspektasi pendapatan Rp 9.260.500,-. Probabilitas mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi gangguan 66,7% dgn ekspektasi pendapatan 26.444.000,-. Ekspektasi pendapatan per periode sebesar Rp 49.459.6809.88.

e. *Policy* 5 *Overhoul* Jika Mesin Dalam Kondisi Rusak

Probabilitas dalam jangka panjang jika mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik 75% dengan ekspektasi sebesar Rp 164.087.500,-. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik adalah 25% dengan ekspektasi pendapatan Rp 9.260.500,-. Sehingga pendapatan per periode sebesar 42.052.141,43.

f. *Policy* 6 *Overhoul* Jika Mesin Dalam Kondisi Baik atau Gangguan

Probabilitas dalam jangka panjang mesin akan berstatus baik setelah sebelumnya berkondisi baik adalah 75% dengan ekspektasi pendapatan Rp 145.156.000,-. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 25% dengan ekspektasi pendapatan Rp 7.443.850,-. Sehingga pendapatan per periode sebesar 42.354.331,75.

g. *Policy* 7 *Overhoul* Jika Mesin Dalam Kondisi Baik atau Rusak

probabilitas dalam jangka panjang mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik adalah 75% dengan ekspektasi pendapatan Rp 145.156.000,-. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumya berkondisi baik sebesar 25% dengan ekspektasi pendapatan Rp 7.443.850. Diperoleh ekspektasi per periode Rp 42.052.112,12.

h. *Policy* 7 *Overhoul* Jika Mesin Dalam Kondisi Baik atau Rusak

Probabilitas dalam jangka panjang mesin akan berkondisi baik setelah sebelumnya berkondisi baik 75% dengan ekspektasi pendapatan Rp 164.087.500. Probabilitas mesin akan berkondisi gangguan setelah sebelumnya berkondisi baik 25% dengan ekspektasi 9.260.500.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan analisis data untuk mesin Daihatsu maupun Toyota maka diketahui bahwa nilai probabilitas meningkat ke arah mesin menjadi terkondisi lebih baik setelah diadakan *maintenance*.
2. Untuk kebijakan perawatan mesin Daihatsu jangka panjang dengan mengambil *policy* ke-8 yaitu mengadakan *overhoul* jika mesin dalam kondisi gangguan atau rusak dengan ekspektasi pendapatan total sebesar 97.275.753,97.
3. Untuk kebijakan perawatan mesin Toyota jangka panjang dengan mengambil *policy* ke-7 yaitu mengadakan *overhoul* jika mesin dalam kondisi baik atau rusak dengan ekspektasi pendapatan 58.650.017,027. Ekspektasi pendapatan per periode sebesar Rp 97.275.753,97.

Saran

1. Penjadwalan perbaikan layak diterapkan karena mampu menghemat biaya secara keseluruhan
2. Diperlukan adanya koordinasi antar departemen sebelum perbaikan dilakukan
3. Dalam penanganan repair di bengkel *maintenance* diperlukan kartu status mesin yang berisi tentang jenis kerusakan dan waktu kerusakan.

PUSTAKA

Assauri, Sofjan. (1978). *Manajemen Produksi*, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia

Dewi Widyowati. (2002). "*Analisa Pangsa Pasar Berdasarkan Perilaku Konsumen Terhadap Pemakaian Sabun Detergen dengan Rantai Markov*.Tugas Akhir, Jurusan Teknologi Industri Fakultas Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Doni Iwan Kristanto. (2005). *Perencanaan Sistem Kebijakan Perawatan yang Optimal Berdasarkan Reliability Centered Maintenance II.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Dymyati, Tjutju Tarliah. (1987). *Operations Research.* Sinar Baru. Bandung

Firman Hajili. (2004). *Penjadwalan Aktivitas Perawatan Mesin Pesawat Jenis PT 6A dengan Keterbiasaan Tenaga Kerja dengan Menggunakan Critical Chain Buffer Management dan Alogaritma Brooks*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

I Wayan Suletra. (1998). *Perencanaan Persediaan Suku Cadang Mesin dengan Menggunakan Analisa Rantai Markov*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

MODEL IMPLEMENTASI MANAJEMEN KUALITAS BERDASARKAN ISO 9001:2008 DAN *QUALITY AWARD*

[1]Retno Wulan Damayanti
[1]Jurusan teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: rwd@ft.uns.ac.id

ABSTRAKS
Manajemen kualitas merupakan keseluruhan aspek fungsi manajemen yang menetapkan dan menerapkan kebijakan kualitas pada produk, fokus pada konsumen, serta orientasi pada karyawan dengan menyediakan pendekatan integral dengan isu-isu organisasi. Seiring perkembangan kebutuhan dan keinginan konsumen, kualitas dari masa ke masa juga semakin kompleks, dan membawa konsekuensi kepada ketepatan manajemen/pengelolaannya pula. Kompleksitas ini berdampak pada perkembangan model manajemen kualitas untuk mendukung keberhasilan implementasi kualitas di organisasi. Model manajemen kualitas yang sering dipergunakan organisasi, antara lain Quality Management System ISO 9001:2008. Selain itu, meningkatnya persaingan industri juga mendorong industri dan organisasi di dunia membuat kompetisi di bidang kualitas organisasi, yaitu dengan penyelenggaraan Quality Award. Aspek-aspek yang menjadi konten kompetisi Quality Award ini, selanjutnya juga dipergunakan sebagai model manajemen kualitas oleh beberapa organisasi di dunia, untuk mencapai tujuan kualitas organisasinya. Beberapa Quality Award yang sering dipergunakan menjadi acuan manajemen kualitas antara lain model Deming Prize (DP), Japan Quality Award (JQA), Malcolm Baldrige National Quality Award (MBNQA), dan European Quality Award (EQA). Kajian literatur dilakukan untuk mengidentifikasi elemen yang menjadi fokus dari model-model manajemen kualitas tersebut. Model manajemen kualitas versi ISO 9001:2008, model DP, model JQA, model MBNQA, dan model EQA, kesemuanya mengedepankan manajemen kepemimpinan (leadership) untuk kesuksesan keseluruhan program kualitas di organisasi. Selain itu, elemen lain yang ada di semua model manajemen kualitas adalah manajemen SDM, manajemen proses, manajemen konsumen, serta manajemen perbaikan berkelanjutan. Elemen spesifik yang hanya ada pada beberapa model manajemen kualitas adalah, pembelajaran organisasi (learning) yang hanya ada pada model JQA dan model EQA, elemen budaya organisasi hanya ada di model MBNQA, serta elemen manajemen hasil pada dampak sosial yang hanya ada di model EQA. Model manajemen kualitas EQA merupakan model manajemen kualitas yang dikembangkan terakhir dan memiliki entitas manajemen yang paling lengkap. Model EQA memberikan perhatikan pada keseimbangan antara proses internal manajemen kualitas (seperti model DP) dan fokus pada kondisi ekstrinsik yaitu kepuasan konsumen (seperti model JQA dan MBNQA, serta dampak sosial terhadap masyarakat luas.

Kata kunci : *Manajemen Kualitas, ISO 9001:2008, Quality Award*

PENDAHULUAN

Berbagai metode manajemen, yang salah satunya adalah manajemen kualitas diterapkan untuk mencapai efektifitas organisasi. Definisi manajemen kualitas berdasarkan ISO 8402 adalah keseluruhan aspek fungsi manajemen yang menetapkan dan menerapkan kebijakan kualitas (Aisyati dkk, 2009). Hardjono et al (2006) menyatakan bahwa manajemen kualitas yang baik adalah mengintegrasikan perhatian pada kualitas produk, fokus pada konsumen, dan orientasi pada karyawan dengan menyediakan pendekatan integral dengan isu-isu organisasi. Berdasarkan definisi tersebut, maka manajemen didefinisikan sebagai kreasi dari sistem organisasi, dimana ketika dipergunakan oleh anggota organisasi, dapat membimbing mereka untuk meningkatkan nilai produk atau jasa kepada konsumen.

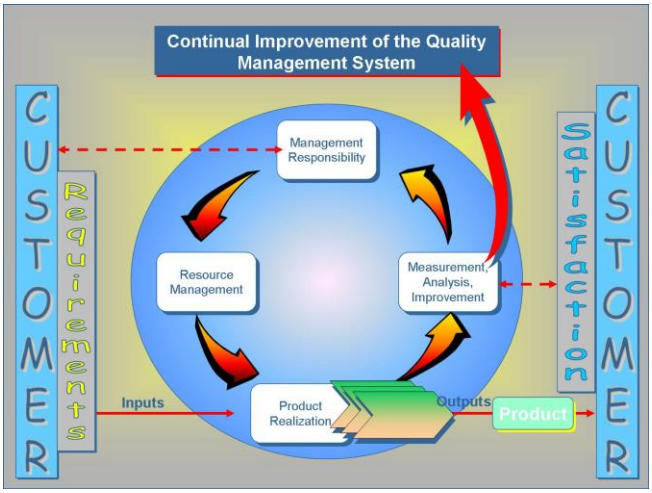
Pernyataan bahwa kualitas adalah penting dapat diterima secara umum, namun tidak ada definisi tunggal mengenai kualitas. Terdapat beberapa definisi kualitas dari para pakar sebagai berikut (Mitra, 2008) antara lain Crosby berpendapat bahwa kualitas berarti kesesuaian terhadap persyaratan. Crosby juga mengemukakan pentingnya melibatkan setiap orang pada proses dalam organisasi. Sedangkan Deming berpendapat bahwa kualitas berarti pemecahan masalah untuk mencapai penyempurnaan terus-menerus. Menurut ISO 9000:2000, kualitas adalah derajat karakteristik yang melekat pada produk yang mencukupi persyaratan/keinginan. Maksud derajat atau tingkat, berarti selalu ada peningkatan setiap saat. Sedangkan karakteristik pada istilah tersebut berarti hal-hal yang dimiliki produk, yang dapat terdiri dari berbagai macam, antara lain karakteristik fisik, karakteristik perilaku, dan karakteristik sensori.

Untuk mengintegrasikan keseluruhan proses dan fungsi setiap unit dalam organisasi guna mencapai tujuan kualitas, diperlukan manajemen kualitas. Manajemen kualitas adalah proses identifikasi dan administrasi aktivitas-aktivitas yang diperlukan untuk mencapai tujuan kualitas organisasi (Juran, 2010).

Seiring perkembangan kebutuhan dan keinginan konsumen, kualitas dari masa ke masa juga semakin kompleks, dan membawa konsekuensi kepada ketepatan manajemen/pengelolaannya pula. Kompleksitas ini berdampak pada perkembangan model-model manajemen kualitas untuk mendukung keberhasilan implementasi dan aplikasi kualitas di organisasi.

MODEL MANAJEMEN KUALITAS

Model manajemen yang mengakomodasi kualitas secara sistem, antara lain model sistem manajemen kualitas (*Quality Management System*) dari ISO 9001:2008. Model ini secara konsep menyatakan bahwa setiap organisasi yang berorientasi kualitas untuk memenuhi kepuasan konsumen, membutuhkan sinergi pengelolaan yang berkesinambungan. Dukungan entitas organisasi yang terdiri dari tanggung jawab manajemen dan manajemen sumber daya diperlukan untuk pengelolaan proses dalam realisasi produk. Keseluruhan proses dan aktivitas senantiasa diukur, dianalisis, dan dikembangkan sebagai upaya perbaikan berkelanjutan (*continous improvement*). Model ISO 9001:2008 secara grafik ditampilkan pada Gambar 1.

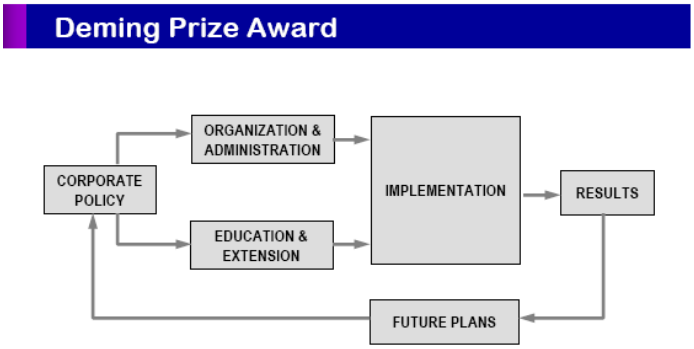


Gambar 1. Model manajemen kualitas ISO 9001:2008
Sumber : ISO (2012), Management System Standard, http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards.htm

Perkembangan kualitas juga berdampak pada persaingan industri-industri di dunia untuk menghasilkan produk (barang dan jasa) yang dianggap berkualitas bagi konsumen. Untuk mengasilkan produk yang berkualitas, diyakini bahwa organisasi atau industri tersebut memiliki konsep kualitas organisasi yang baik pula. Hal ini yang mendorong industri dan organisasi di dunia membuat kompetisi di bidang kualitas organisasi, yaitu dengan penyelenggaraan *Quality Award*.

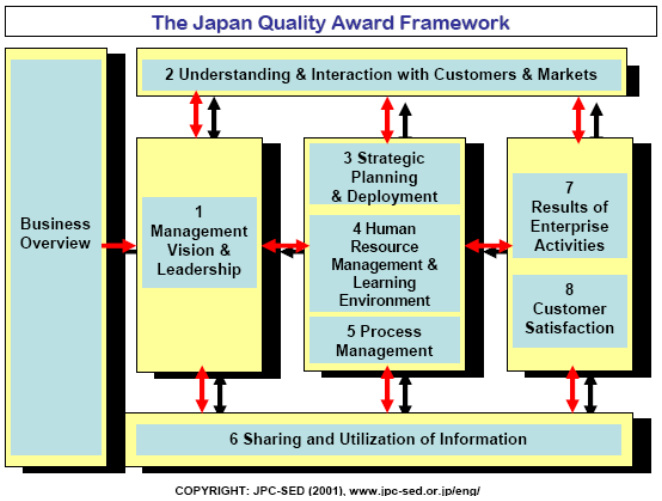
Aspek-aspek yang menjadi konten kompetisi *Quality Award*, selanjutnya dipergunakan sebagai model manajemen kualitas oleh beberapa organisasi di dunia, untuk mencapai tujuan kualitas organisasinya. Beberapa *Quality Award* yang sering dipergunakan menjadi acuan manajemen kualitas antara lain model *Deming Prize* (DP), *Japan Quality Award* (JQA), *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA), dan *European Quality Award* (EQA) (Damayanti dan Irianto, 2005).

Model *Deming Prize* (DP) berkembang pertama kali di Jepang pada tahun 50-an. DP memandang kualitas produk atau jasa berawal dari kebijakan yang ditetapkan perusahaan untuk mencapai tujuan. Kebijakan perusahaan tersebut digunakan untuk mengatur sumber daya manusia (SDM) organisasi dan administrasi, dengan memberikan pendidikan serta pelatihan guna mendukung terciptanya suatu proses yang lebih baik. Dengan proses yang lebih baik akan diperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan yang diharapkan dan dapat menjadi suatu koreksi untuk perencanaan selanjutnya. Model DP ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2.Model manajemen kualitas Deming Prize (DP)
Sumber : JUSE (2012), The Deming Prize,
http://www.juse.or.jp/e/deming/index.html

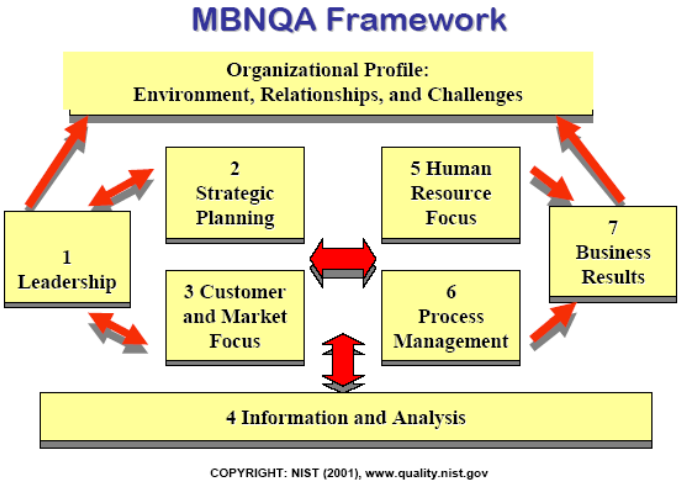
Selain Deming Prize, model manajemen kualitas yang dipakai oleh organisasi-organisasi di Jepang mengacu pada model *Japan Quality Award* (JQA). Model ini lebih kompleks dibandingkan DP. Terdapat 8 entitas yang harus diperhatikan untuk menjadi organisasi yang berkualitas. Entitas pertama adalah manajemen kepemimpinan yang mampu mengarahkan visi dan misi organisasi keseluruh aspek di dalam organisasi untuk mencapai tujuan. Penentuan visi ini didasarkan dari pandangan bisnis, pemahaman dan interaksi dengan konsumen, dan penyebaran informasi serta komunikasi. Hal krusial dari ini adalah kemampuan pimpinan sebagai *driver* dalam menangkap isu eksternal organisasi untuk dikelola dengan memanfaatkan semua potensi internal organisasinya. Entitas lain yang menjadi pendukung adalah perencanaan strategis dan penyebarannya, SDM dan kemampuan penciptaan suasana pembelajaran bagi seluruh SDM (*learning environment*), dan manajemen proses. Entitas-entitas ini disinergikan untuk mencapai hasil organisasi yang baik dan kepuasan konsumen. Model JQA ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar3. Model Manajemen Kualitas *Japan Quality Award*
Sumber : JPC (2001), Japan Quality Award,
http://www.jpc-sed.or.ip/eng/

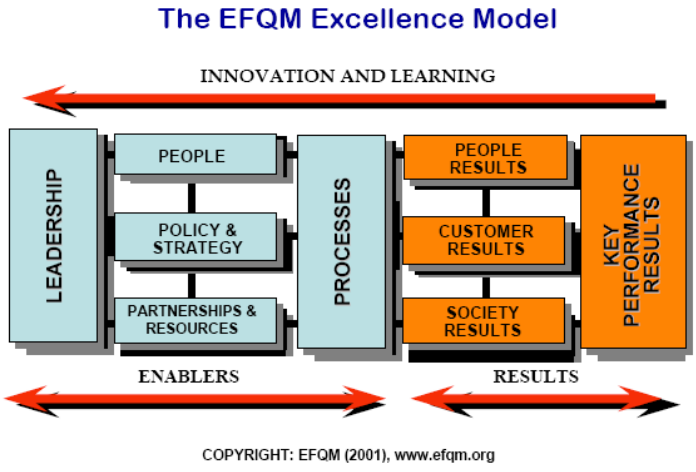
Model manajemen kualitas berbasis *award* juga berkembang di benua Amerika dan Eropa. Model *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA) berlaku di Amerika Serikat yang diciptakan pertama kali oleh U.S congress pada tahun 1987. MBNQA memandang kualitas produk atau jasa berawal dari kepemimpinan sebagai *driver* untuk mencapai tujuan perusahaan. Kepemimpinan menciptakan suatu sistem yang terdiri dari elemen-elemen manajemen proses, manajemen sumber daya manusia, perencanaan strategis, serta informasi dan analisis, dimana elemen yang satu dengan yang lain saling memiliki ketergantungan. Sistem yang baik akan menciptakan output yang dapat memuaskan konsumennya dan tentunya hasil bisnis yang sesuai dengan tujuan perusahaan (*goals*). Tingkat kepuasan

konsumen dan hasil bisnis yang tercapai dijadikan suatu koreksi untuk menetapkan kebijakan manajemen puncak selanjutnya (Damayanti, 2007). Organisasi-organisasi di Indonesia terutama Badan Usaha Milik Negara (BUMN) kerap menggunakan MBNQA sebagai manajemen kualitasnya, antara lain TELKOM, PLN, Krakatau Steel, dan Garuda Indonesia. Model MBNQA ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4.Model manajemen kualitas MBNQA
Sumber : NIST (2001), *Malcolm Baldrige National Quality Award*, http://www.nist.gov/baldrige/

Untuk organisasi di wilayah benua eropa, acuan manajemen kualitasnya menggunakan model *European Quality Award* (EQA). Model *European Quality Award* (EQA) dikembangkan oleh *European Foundation ForQuality Management* (EFQM) pada tahun 1991. EQA hampir sama dengan model MBNQA, yaitu memandang kualitas yang baik berawal dari kepemimpinan sebagai kunci utama untuk menciptakan suatu kebijakan perusahaan dan strategi bisnis yang didukung oleh manajemen manusia dan manajemen sumber daya yang optimal. Hubungan yang saling mendukung antar elemen tersebut akan membentuk suatu proses yang baik, sehingga menghasilkan suatu output yang tidak hanya dapat memuaskan konsumen tetapi dapat menimbulkan rasa bangga dan kepuasan bagi karyawannya tanpa mengabaikan fungsi sosial perusahaan (Damayanti, 2006). Model EQA ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5.Model manajemen kualitas EQA
Sumber : EFQM (2001), *European Quality Award*, http://www.efqm.org/

PERBANDINGAN MODEL MANAJEMEN KUALITAS

Setiap model manajemen kualitas yang ada saat ini, baik yang bersumber dari ISO 9001:2008 maupun *quality award*, terdiri dari konten spesifik untuk mencapai tujuan kualitasnya. Tabel 1 menampilkan ringkasan masing-masing perbedaan dan persamaan model manajemen kualitas yang telah dipaparkan.

Tabel 1.Perbandingan konten model manajemen kualitas

Konten Manajemen Kualitas	**ISO 9001:2008**	**Deming Prize**	**JQA**	**MBNQA**	**EQA**
Manajemen kepemimpinan	Direfleksikan melalui mekanisme tanggung jawab manajemen (*management responsibility*)	Direfleksikan melalui kebijakan organisasi (*corporate policy*)	Secara eksplisit diatur dalam entitas kepemimpinan (*leadership*)	Secara eksplisit diatur dalam entitas kepemimpinan (*leadership*)	Secara eksplisit diatur dalam entitas kepemimpinan (*leadership*)
Sumber Daya Manusia	Direfleksikan dalam manajemen/ pengelolaan sumber daya (*resource management*)	Direfleksikan dalam manajemen organisasi dan administrasi (*organization&administration*)	Secara eksplisit diatur dalam entitas manajemen SDM (*human resource management*)	Secara eksplisit dipaparkan dalam fokus SDM (*human resources focus*)	Secara eksplisit dipaparkan dalam pengaturan SDM (*people*)
Manajemen proses	Direfleksikan dalam proses realisasi produk (*product realization*)	Direfleksikan dalam mekanisme implementasi (*implementation*)	Secara eksplisit diatur dalam manajemen proses *(process management*)	Secara eksplisit diatur dalam manajemen proses *(process management*)	Secara eksplisit diatur dalam manajemen proses *(processes)*
Fokus konsumen	Secara eksplisit dinyatakan pada *customer requirement* untuk mencapai *customer satisfaction*	Proses, aktivitas dan entitas mengacu pada hasil yang sesuai standar (*Result*)	Secara eksplisit dinyatakan dalam Pemahaman & interaksi dengan konsumen & pasar untuk mencapai sasaran *customer satisfaction*	Secara eksplisit diatur melalui fokus kepada konsumen dan pasar (*customer focus*)	Secara eksplisit dinyatakan dalam hasil yang dicapai yaitu orientasi pada konsumen (*Customer orientation result*)
Perbaikan berkelanjutan	Dinyatakan secara eksplisit, dalam mekanisme pengukuran (*measurement*) , analisis (*analysis*) dan perbaikan (*improvement*)	Dinyatakan melalui mekanisme untuk melakukan perencanaan masa depan (*future plan*)	Dinyatakan secara eskplisit, bahwa perbaikan berkelanjutan dilakukan dalam mekanisme *strategic planning&deployment*	Dinyatakan melalui mekanisme untuk menghadapi tantangan masa depan (*challanges*)	Dinyatakan secara eskplisit, bahwa perbaikan dicapai melalui inovasi (*innovation*) yang diperoleh dari hasil pembelajaran (*learning*)
Pembelajaran (*learning*)	-	-	Dinyatakan secara spesifik, yaitu	-	Dinyatakan secara spesifik (*innovation&le*

			penciptaan suasana pembelajaran di organisasi (*learning environment*)		*arning*)
Budaya Organisasi (lingkungan kerja)	-	-	-	Dinyatakan secara spesifik bahwa lingkungan kerja atau budaya organisasi (*organization profile*) mempengaruhi keseluruhan proses, aktivitas, dan entitas organisasi.	-
Dampak Sosial	-	-	-	-	Dinyatakan secara spesifik, bahwa suatu organisasi dinyatakan berhasil apabila dapat memberikan hasil ke masyarakat luas (*society result*)

PEMBAHASAN

Model manajemen kualitas versi ISO 9001:2008, model DP, model JQA, model MBNQA, dan model EQA, kesemuanya mengedepankan manajemen kepemimpinan (*leadership*) untuk kesuksesan keseluruhan program kualitas di organisasi. Selain manajemen kepemimpinan, konten lain yang ada di semua model manajemen kualitas adalah manajemen sumber daya manusia, manajemen proses, fokus kepada konsumen, serta perbaikan berkelanjutan. Konten manajemen kualitas spesifik yang hanya ada pada beberapa model adalah pembelajaran (*learning*) yang hanya ada pada model JQA dan model EQA, elemen budaya organisasi hanya ada di model MBNQA, serta hasil dampak sosial yang hanya ada di model EQA. Bohoris (2005) melakukan penelitian berkaitan dengan persamaan dan perbedaan manajemen kualitas berbasis *award* tersebut. Kesimpulan Bohoris adalah elemen yang digunakan dalam model-model tersebut memang berbeda, namun membagi konsep dan prinsip yang sama.

Berdasarkan uraian dan ringkasan Tabel 1, model EQA merupakan model manajemen kualitasyang dikembangkan di era terakhir dan memiliki entitas manajemen yang paling lengkap. Model EQA memberikan perhatikan pada keseimbangan antara proses internal manajemen kualitas (seperti model DP) dan fokus pada kondisi ekstrinsik yaitu kepuasan konsumen (seperti model JQA dan MBNQA) serta dampak terhadap masyarakat luas. Namun model EQA belum secara eksplisit mendeskripsikan mengenai pentingnya elemen budaya organisasi (*culture*).

KESIMPULAN

1. Kepemimpinan (*leadership*) merupakan konten yang dikedepankan dalam implementasi manajemen kualitas, hal ini direfleksikan bahwa *leadership* menjadi konten yang ada di dalam model ISO 9001:2008 maupun pada ke-empat *Quality Award* (DP, JQA, MBNQA, dan EQA).
2. Setelah *leadership*, konten yang juga diutamakan dalam keberhasilan implementasi manajemen kualitas di organisasi adalah sumber daya manusia, manajemen proses, fokus kepada konsumen, serta perbaikan berkelanjutan. Kelima model manajemen kualitas yang dibahasa, juga mengakomodasi hal-hal tersebut.

3. Dari kelima model manajemen kualitas yang dibahas, beberapa diantaranya memiliki konten spesifik yang khas, misalnya seperti pembelajaran organisasi (*learning*) di dalam model JQA dan EQA, serta budaya organisasi (*organization culture*) di dalam model MBNQA.
4. Kelima model manajemen kualitas, walaupun memiliki beberapa konten yang berbeda, namun konsep dan prinsip utama sama (kepuasan konsumen dan perbaikan berkelanjutan).

DAFTAR PUSTAKA

Aisyati, A., Damayanti, RW., Munifah., 2009., "Pengembangan Model Implementasi Manajemen Mutu Standar ISO 9001:2000 Sebagai Pendukung Daya Saing Ekspor Industri Mebel Kayu".,*Jurnal PerformaTeknik Industri UNS.* Vol.4 (1). Hal : 5 – 10.

Damayanti, R.W., dan Irianto, D., 2005., "Faktor-Faktor Keberhasilan Implementasi Six Sigma di Perusahaan Indonesia", *Prosiding Seminar nasional Manajemen Kualitas V*: Aplikasi Teknologi Informasi dalam Manajemen Mutu untuk Peningkatan Produktivitas dan Reliabilitas, Jakarta, 30 Nov – 1 Des 2005.

Damayanti, RW., 2007., "Analisis Budaya Perusahaan Dalam Implementasi Manajemen Kualitas", *Proceeding Industrial Engineering Conference* : Implementing Lean Production Towards Sustainable Industrial Development., UPN Yogyakarta., 26 Juni 2007

European Foundation for Quality Management (EFQM)., 2001., *The Need For A Model*., http://www.efqm.org/efqm-model/the-need-for-a-model, diakses tanggal 20 Januari 20014, jam 6:01 WIB

Hardjono, T.W., S. Ten Have., W.D. Ten Have., 2006., *The European Way to Excellence.*, Directorate-General III Industry, European Commission.

International Standard Organization (ISO)., 2012., *Management System Standard*., http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards.htm, diakses tanggal 17 Desember 2012, jam 5:57 WIB.

JapanProductivityCenter for Socio-Economic Development (JPC-SED)., 2001., *Japan Quality Award*, http://www.jpc-net.jp/eng, diakses tanggal 17 Desember 2012, jam 9:53 WIB.

Juran, J.M., 2010., *Juran's Quality Handbook 6th edition*, The Mac-Graw Hill Companies, USA.

Mitra, Amitava., 2008., *Fundamental of Quality Control and Improvement*., 3rd edition., Prentice Hall, New Jersey.

National Institute of Standard and Technology (NIST)., 2001., *Malcolm Baldrige National Quality Award*, http://www.nist.gov/baldrige/, diakses tanggal 17 Desember 2012, jam 9:58 WIB

Union of Japanese Scientist and Engineers.(JUSE), 2012., *The Deming Prize*, http://www.juse.or.jp/e/deming/index.html, diakses tanggal 17 Desember 2012

ANALISIS BEBAN KERJA FISIK DAN MENTAL OPERATOR PADA STASIUN PENJAHITAN (STUDI KASUS : PERUSAHAAN KONVEKSI AG)

Rahmaniyah Dwi Astuti [1], Aryanto Dwi Nugroho[2]
[1,2]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik,
Universitas Sebelas Maret
E-mail: niyah22@gmail.com

ABSTRAKS

Perusahaan AG merupakan perusahaan konveksi yang menyerap banyak tenaga kerja, ini berarti bahwa peran pekerja sangat berpengaruh terhadap proses produksi perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi beban kerja yang dialami oleh operator jahit pada stasiun penjahitan.Subjek penelitian adalah seluruh operator jahit. Beban kerja yang diukur adalah beban kerja fisik dan mental. Beban kerja fisik diukur berdasarkan perhitungan konsumsi energi sedangkan beban kerja mental diukur menggunakan metode NASA-Task Load Index (NASA-TLX).Hasil perhitungan konsumsi energi didapat nilai sebesar 2.96(Kkal/menit) nilai tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan menjahit merupakan pekerjaan yang ringan dilihat dari segi konsumsi energi. Dari perhitungan NASA-TLX dari perbandingan berpasangan dan pembobotan, diperoleh nilai kebutuhan fisik memiliki score tertinggi sebesar 358,33 (33%) mempengaruhi beban mental operator ketika bekerja. Ini berarti bahwa timbulnya beban mental dikarenakan kerja fisik yang dilakukan operator jahit.

Kata Kunci : *Konsumsi Energi, NASA-TLX, Beban Kerja*

PENDAHULUAN

Perusahaan konveksi AG merupakan perusahaan konveksi yang memproduksi pakaian. Sebagaimana perusahaan konveksi pada umumnya, konveksi AG merupakan perusahaan padat karya yang menyerap banyak tenaga kerja, ini berarti bahwa peran pekerja sangat berpengaruh terhadap proses produksi perusahaan. Kesalahan tersebut akan lebih sering terjadi apabila seseorang bekerja pada kondisi yang tidak ideal. Oleh karena itu diperlukan ergonomi dalam merancang suatu sistem kerja yang memperhatikan kemampuan serta keterbatasan manusia secara fisik dan mental. Sehingga dapat menciptakan kondisi kerja serta lingkungan kerja yang aman, nyaman dan sehat.

Pada konveksi melibatkan beberapa stasiun kerja yaitu, stasiun pola dan potong, stasiun jahit, serta stasiun *finishing.* Berdasarkan hasil wawancara stasiun yang paling sering bermasalah adalah stasiun jahit. Sering sekali target produksi tidak dapat tercapai sesuai dengan waktu yang ditentukan. Apabila hal ini berlangsung terus menerus maka dikawatirkan kepercayaan pelanggan akan turun dan perusahaan akan kehilangan pelanggan. Selain itu kondisi kerja pada stasiun jahit masih belum sesuai dengan standar yang ditetapkan. Berdasarkan permasalahan tersebut maka stasiun penjahitan dijadikan objek penelitian dalam permasalahan ini.

Menjahit merupakan pekerjaan manual, dimana pekerja melakukan gerakan perulangan dengan konsentrasi yang tinggi dalam bekerja. Dalam bekerja penjahit bekerja dengan sikap duduk membungkuk. Mereka bekerja menggunakan kursi tanpa sandaran dan bekerja dengan postur tersebut selama 8 jam. Berdasarkan hasil *questioner* pada 6 orangoperator jahit, 5 orang mengalami keluhan di bagian punggung (83.3%), 4 orang mengalami keluhan pada pergelangan tangan (66.67%), 4 orang menalami keluhan pada leher(66.67%), 3 orang mengalami keluhan pada lengan (50%), dan 1 orang mengalami keluhan pada kaki (16,67%).

Dalam bekerja kondisi lingkungan kerja juga masih belum sesuai dengan standar (Kepmenkes No 1405/Menkes/SK/XI/2002), suhu udara sekitar 30-32^{0}C sedangkan standar pemerintah 18-28^{0}C. Dimana dalam suhu 30^o timbul kelelahan fisik yang ditandai dengan penurunan aktivitas dan daya tanggap serta cenderung untuk melakukan kesalahan dalam pekerjaan (Sritomo,2008). Selain itu adanya debu kapas yangmasih tersisa dalam bahan kain juga mengganggu pernafasan pekerja. Dengan adanya debu tersebut pekerjaan menjahit kadang terhenti akibat bersin ataupun akibat pekerja melakukan aktivitas perlindungan seperti menutup hidung.

Selama menjalankan aktivitas kerja, manusia mengalami dua jenis beban kerja, yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental. Beban kerja fisik menunjukkan seberapa banyak aktivitas fisik yang dilakukan manusia selama bekerja, seperti: mendorong, menarik, mengangkat, dan menurunkan beban.

Sedangkan beban kerja mental merupakan kebutuhan mental seseorang, seperti: memikirkan, menghitung, dan memperkirakan sesuatu.

Pada penentuan beban kerja fisik, salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan menentukan besar konsumsi energi yang dibutuhkan pekerja digunakan persamaan Rakmaniar (2007), Sedangkan untuk mengukur beban kerja mental dapat digunakan metode NASA-TLX, yaitu berdasarkan persepsi subyektif responden yang mengalami beban kerja tersebut. Untuk menerapkan metode ini diperlukan penilaian responden terhadap pekerjaannya.

METODE PENELITIAN

Perhitungan beban kerja fisik dilakukan menggunakan perhitungan *energi expenditure*, sedangkan perhitungan beban kerja mental dilakukan dengan menggunakan metode NASA-TLX. Perhitungan energy expenditur dilakukan untuk mengetahui kriteria beban kerja kegiatan menjahit. Data yang dikumpulkan ada dua, yaitu data denyut jantung dan data hasil kuesioner NASA-TLX. Pengukuran denyut nadi dilakukan pada pagi hari sebelum operator memulai aktivitas kerja dan pada saat melakukan aktivitas kerja. Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data, yaitu: *pulsemeter* yang digunakan untuk mengukur denyut jantung per menit, dan kuesioner NASA-TLX untuk mengukur beban kerja mental

Sedangkan perhitungan beban kerja mental untuk mengetahui faktor yang paling mempengaruhi beban kerja. Faktor tersebut adalah kebutuhan mental (KM), kebutuhan fisik (KF), kebutuhan waktu (KW), usaha (U), performansi (PF), dan tingkat stres (TS).

Langkah-langkah untuk mengukur beban kerja mental dengan NASA-TLX adalah sebagai berikut (NASA). Tahap pembobotan, yaitu operator diminta untuk membandingkan dua dimensi yang dianggap lebih signifikan dalam mempengaruhi beban kerja. Tahap penilaian (*rating*), yaitu operator memberikan peringkat pada setiap dimensi sesuai dengan beban kerja yang dirasakan operator berkaitan dengan enam dimensi NASA-TLX. Rentang skala peringkat tersebut adalah 0-100. Pengolahan pada tahap ini hingga diperoleh tingkat beban kerja adalah sebagai berikut (Hart dan Staveland, 1988): menghitung nilai *product* dengan cara mengalikan *rating* dengan bobot yang diperoleh dari jumlah *tally*; menghitung nilai *Weighted Workload* (WWL) dengan cara menjumlahkan seluruh produk dari enam dimensi; menghitung *Mean WWL Score* dengan cara membagi WWL dengan jumlah total bobot, yaitu 15.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk menentukan besar konsumsi energi yang dibutuhkan pekerja digunakan persamaanRakmaniar (2007) yaitu :

$$Y = 0.014\ HR + 0.017\ B - 1.706 \quad (1)$$

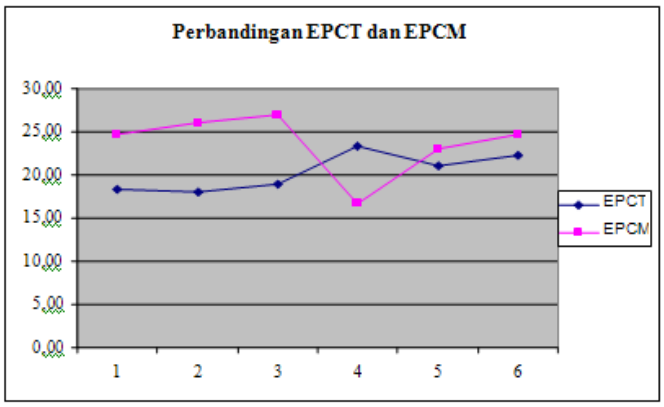
Dimana :

B = Berat badan (kg)
HR = Denyut jantung (denyut/menit), dan
Y = Konsumsi oksigen (liter/menit)
1 liter/menit O2 = 5 kcal/menit Energi

Tabel 3 menunjukkan nilai perhitungan konsumsi energi pada operator jahit

No	Berat Badan (Kg)	HR Istirahat	HR Kerja	HR Pemulihan (detik/menit)					Rata-rata	Konsumsi Oksigen (liter O2 / Menit)	Konsumsi Energi (Kcal/menit)
				1	2	3	4	5			
1	43	83	122	118	115	107	101	96	109,83	0,56	2,81
2	52	87	125	124	120	113	105	97	114,00	0,77	3,87
3	40	79	121	118	112	105	97	92	107,50	0,48	2,40
4	47	77	117	113	110	106	101	94	106,83	0,59	2,94
5	41	82	124	119	117	110	105	94	111,50	0,55	2,76
6	46	78	120	118	114	107	99	95	108,83	0,60	3,00

Setelah dilakukan perhitungan konsumsi energy dihitung besar nilai ECPT (*extracalorie due to peripheral temperature*) dan ECPM (*extra calorie due toperipheral metabolism*). Gambar 1 menunjukkan perbandingan nilai ECPT dan ECPM :



Gambar 1. Perbandingan nilai ECPT dan ECPM

Sebagian besar nilai EPCM>EPCT berarti pekerjaan menjahit lebih mempengaruhi beban kerja dibanding lingkungan. Dari hasil perhitungan konsumsi energi didapat nilai sebesar 2.96(Kkal/menit) nilai tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan menjahit merupakn pekerjaan yang ringan dilihat dari segi konsumsi energi. Dari hasil perhitungan nilai ECPT (*extracalorie due to peripheral temperature*) dan ECPM (*extra calorie due toperipheral metabolism*) terlihat bahwa sebagia besar nilai EPCM lebih besar dari nilai EPCT. Karena sebagian besar nilai EPCM lebih besar dari nilai EPCT ini menunjukkan pekerjaan menjahit memberikan pengaruh lebih besar terhadap tubuh operator daripada lingkungan fisik. Meskipun demikian perbedaan nilai EPCM dengan nilai EPCT tidak terlalu besar dan pada seorang individu terdapat nilai EPCT lebih besar dibanding nilai EPCM. Sehingga upaya perbaikan yang dilakukan tidak hanya pada beban kerja fisik tetapi juga harus memperhatikan lingkungan kerja.

Pengolahan Beban Kerja Mental NASA-TLX merupakan salah satu metode pengukuran beban kerja mental. Tahapan pada metode ini adalah sebagai berikut:

a. Tahap pembobotan (*weighted*).
   Pada tahap ini, operator memilih perbandingan pasangan diskriptor yang dianggap lebih berpengaruh terhadap pekerjaanya (ada 15 pasangan diskriptor).
b. Tahap pemberian peringkat (*rating*).
   Pada tahap ini, operator memberikan penilaian pada setiap deskriptor sesuai dengan persepsi dirasakan operator.
c. Menghitung nilai produk tiap deskriptor dengan mengalikan nilai rating dengan bobot faktor masing-masing descriptor
d. Menghitung nilai WWL (Weighted Workload) yaitu beban kerja yangditimbulkan oleh setiap descriptor dimana WWL = $\sum$ Produk
e. Menghitung rata-rata WWL dengan cara membagi WWL dengan jumlah total bobot yaitu 15

Tabel 4.Tingkat kebutuhan beban kerja

Tingkat Kebutuhan	Total Produk	Rata rata
Kebutuhan Mental	420	70
kebutuhan Fisik	2150	358,33
Kebutuhan Waktu	1820	303,33
Performansi	60	10
Tingkat Stress	765	127,5
Usaha	1300	216,67
Mean WWL Score	434	72,39

Berdasarkan hasil perhitungan perbandingan berpasangan dan pembobotan, diperoleh nilai kebutuhan fisik memiliki *score* tertinggi sebesar 358,33 (33%) mempengaruhi beban mental operator ketika bekerja. Operator merasa pekerjaan menjahit merupakan pekerjaan manual yang didominasi kegiatan fisik.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan perhitungan nilai EPCT dan EPCM terlihat nilai EPCM lebih besar dibanding nilai EPCT. Ini berarti faktor beban kerja fisik lebih memengaruhi kerja operator dibandingkan lingkungan fisik
2. Perhitungan beban kerja mental menunjukkan bahwa kebutuhan fisik dan kebutuhan waktu memberikan beban terbesar yang mempengaruhi kerja mental operator

DAFTAR PUSTAKA

Hart, S. , dan Staveland, Lowell E.1988. *Development of NASA-TLX (Task Load Index).* California: San Jose State University

Hertanti, N.N., Iridiastadi, H. 2007. "Evaluasi Persamaan Penentuan Pengeluaran Energi Bagi Wanita Pada Aktivitas Penanganan Material Secara Manual**"**. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi dan K3 2007*; Semarang, 15-16 November 2007

Indi Rahayu, Ita. 2005. ***Hubungan Antara Sikap Kerja Duduk Terhadap Produktivitas Kerja Pada Penjahit Konveksi Rumah Tangga Panca Daya Sakti Semarang*.**Semarang : Universitas Negeri Semarang.

Sanders, Mark S.dan Ernest, J. McCormick. 1993 . *Human Factors in Engineering and Design*. New York. : McGraw-Hill Inc

Silastuti, Ambar. 2006. *Hubungan Antara Kelelahan Dengan Produktivitas Tenaga Kerja di Bagian Penjahitan PT Bengawan Solo Garment***.**Semarang : Universitas Negeri Semarang.

Wignjosoebroto, Sritomo.2000. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Jakarta : PT. Guna Widya.

ANALISIS KINERJA PENGEMUDI TRUK KONTAINER DENGAN MENGGUNAKAN METODE PLIBEL DAN *OCCUPATIONAL VIBRATION METHOD*

Boy Nurtjahyo Moch.[1], Erlinda Muslim[2], Mars Rekhy[3], Deo G. N. Laksana[4]
[1,2,3,4]Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia,
Kampus Baru UI Depok, 16424, Indonesia
E-mail: [1]boymoch@eng.ui. ac.id, [2]erlinda@eng.ui.ac.id, [3]mars_rekhy@yahoo.co.id, deo_ti2011@yahoo.com

ABSTRAKS
Kebutuhan manusia akan transportasi saat ini adalah suatu hal yang sangat penting. Begitu juga kebutuhan akan perpindahan barang dari satu tempat ke tempat lain. Maka dari itu kinerja pengemudi truk kontainer yang prima adalah hal utama yang ingin diharapkan oleh peneliti pada penelitian ini. Jalanan macet, kondisi jalan yang buruk serta getaran mesin yang besar adalah beberapa faktor yang mempengaruhinya. Fokus penelitian diarahkan pada faktor apa yang beresiko cidera otot pada pengemudi dan seberapa besar getaran pada mesin truk kontainer mempengaruhi kondisi pengemudi. Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi peningkatan kinerja pengemudi truk dan juga nilai edukasi bagi banyak pihak.

Kata kunci:*Ergonomi, Kesehatan dan keselamatan lingkungan, Whole Body Vibration.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini begitu pesatnya, sehingga peralatan sudah menjadi kebutuhan pokok pada berbagai lapangan pekerjaan. Artinya peralatan dan teknologi merupakan penunjang yang penting dalam upaya meningkatkan produktivitas untuk berbagai jenis pekerjaan. Disamping ituakan terjadi dampak negatifnya, bila kita kurang waspada menghadapi bahaya potensial yang mungkin timbul.

Kebutuhan transportasi saat ini adalah hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Manusia setiap hari mengalami hal yang disebut perpindahan tempat. Tidak hanya manusia, tetapi objek lain seperti kendaraan, industri, pertanian, perkebunan, pos, perdagangan, telekomunikasi dan masih banyak yang lainnya juga mengalami apa itu yang disebut dengan transportasi.

Dalam penelitian ini akan mengulas tentangkinerja pengemudi alat transportasi barang atau alat angkut berbobot besar yang lebih dikenal dengan nama truk kontainer. Penelitian ini akan mengkaitkan performa pengemudi truk dengan situasi kerja disekitarnya dengan menggunakan ilmu ergonomi dan beberapa metodenya. Tema ini sangat menarik untuk dijadikan objek penelitian karena truk kontainer merupakan alat transportasi (angkut) yang sangat besar manfaatnya terutama bagi negara industri berkembang dan industri maju. Alat transportasi ini sangat membantu dalam pemindahan barang dalam skala besar dari pelabuhan ke tempat pabrikasi atau sebaliknya dan juga dari tempat pabrikasi ke pelosok-pelosok daerah pemasaran, atau dapat juga untuk hal lainnya.

Kinerja pengemudi truk kontainer yang prima adalah hal utama yang ingin kita harapkan dari hasil penelitian ini. Performa pengemudi sangat mempengaruhi dalam pengendalian truk dan muatannya. Kondisi kerja yang statis dan dalam tempo yang lama dapat menyebabkan gangguan pada si pekerja, getaran mesin dan juga kondisi jalan yang tidak rata juga dapat mengakibatkan menurunnya kondisi fisik. Beberapa hal yang telah disebutkan di atas kerap memicu terjadinya hal-hal yang kurang diinginkan seperti kecelakaan maupun terganggunya kesehatan pengemudi truk.

Fokus penelitian akan diarahkan lebih kepada performa pengemuditruk kontainer di dalam kinerja kesehariannya. Selain dikarenakan faktor keselamatan kerja pengemudi tetapi juga karena muatan yang dibawa adalah barang-barang yang bernilai tinggi sehingga harus dijaga keselamatannya pula. Berbagai resiko tersebut adalah kemungkinan terjadinya kecelakaan lalu lintas, penyakit akibat kerja, ketidak nyamanan kondisi kerja yang berakibat menurunnya produktivitas dan efektivitas kerja, penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan dan kecelakaan akibat kerja yang dapat menyebabkancacatdan kematian.

Ada beberapa metode ergonomi yang digunakan dalam melakukan penelitian dan di dalam penyajian data, secara garis besar dikelompokkan sebagai berikut:

1. Diagnosis, dapat dilakukan melalui wawancara dengan pekerja, inspeksi tempat kerja, penilaian fisik pekerja, ergonomik checklist dan lainnya.
2. Treatment, pemecahan masalah ergonomi akan tergantung data dasar pada saat diagnosis. Kadang sangat sederhana seperti menambah pencahayaan atau merubah temperatur yang sesuai.

3. Rekomendasi, setelah dilakukan analisis dari permasalahan yang ada diharapkan dapat ditemukan solusi yang tepat untuk memperbaiki sistem. Kemudian hasil tersebut direkomendasikan kepada pemilik perusahaan untuk peningkatan produktivitas karyawan.

PLIBEL

Pengamatan dengan metode PLIBEL untuk mengetahui faktor-faktor penyebab cidera otot / *musculosceletal disorder* sehingga dapat diketahui kegiatan yang dilakukan pekerja memiliki faktor resiko atau tidak. Aktivitas pengemudi truk ini secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Pengecekan dan persiapan mesin sebelum beraktivitas.
2. Mengoperasikan kemudi.
3. Menginjak pedal kopling, memasukkan persneling, menginjak pedal gas dan rem.
4. Duduk dengan posisi statis dalam periode waktu tertentu.
5. Berkonsentrasi selama dalam perjalanan demi keselamatan diri dan barang yang dibawa.

Pekerjaan yang telah diklasifikasi tersebut akan menjadi standar pertanyaan yang akan dibuat pada form PLIBEL. Identifikasi dilakukan terhadap 7 orang responden yang dipilih secara acak dengan profesi sebagai supir truk kontainer. Selanjutnya dari form yang telah diisi tersebut akan dikumpulkan dan diolah dengan menggunakan metode PLIBEL yang telah dipilih. Sehingga menghasilkan data tersaji seperti pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Skor Identifikasi Musculosceletal Disorder Pengemudi Truk Kontainer

Nama Pekerja	**Skor Resiko Musculosceletal Disorder**					Jumlah
	Leher, Bahu, Punggung Bagian Atas	**Siku Lengan Lengan Bawah Telapak Tangan**	**Kaki**	**Lutut Pangkal Paha**	**pinggang/ Punggung Bagian bawah**	
Mulyono	10	5	7	7	11	40
Rosidi	8	4	6	7	8	33
Soleh	8	5	6	7	10	36
Aceng	8	5	5	7	8	33
Lukman	10	4	7	7	9	37
Ali	10	5	6	6	9	36
Muksin	8	5	6	7	10	36

Kemudian sebagai pembagi terdapat faktor resiko yang terdiri dari 26 pertanyaan tentang leher, bahu dan punggung, 11 pertanyaan tentang siku, lengan atasa dan lengan bawah, 8 pertanyaan tentang kaki, 8 pertanyaan tentang lutut dan pangkal paha, 21 pertanyaan tentang pinggul yang kami sajikan seperti tabel 2.

Tabel 2. Faktor Resiko Form PLIBEL

	Leher, Bahu, Punggung Bagian Atas	**Siku Lengan Lengan Bawah Telapak Tangan**	**Kaki**	**Lutut Pangkal Paha**	**pinggang/ Punggung Bagian bawah**	**Jumlah Potensi Resiko**
Potensi Resiko Form PLIBEL	26	11	8	8	21	74

Setelah dilakukan rekapitulasi skor seperti tabel di atas kemudian data skor tersebut dirubah ke dalam presentase. Perubahan data skor ke dalam presentase dilakukan dengan rumus sebagai berikut dan tersaji pada tabel 3

$$\%\ \text{Skor Resiko MDs bagian tubuh operator} = \frac{\text{Skor Resiko MDs bagian tubuh operator}}{\text{Skor Potensi Resiko MDs tubuh operator}} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 3. Rekapitulasi Presentase Identifikasi Musculosceletal Disorders.

Nama Pekerja	Skor Resiko Musculosceletal Disorder				
	Leher, Bahu, Punggung Bagian Atas	Siku Lengan Lengan Bawah Telapak Tangan	Kaki	Lutut Pangkal Paha	pinggang/ Punggung Bagian bawah
Mulyono	38,46	45,45	87,50	87,50	52,38
Rosidi	30,76	36,36	75,00	87,50	38,10
Soleh	30,76	45,45	75,00	87,50	47,62
Aceng	30,76	45,45	62,50	87,50	38,10
Lukman	38,46	36,36	87,50	87,50	42,85
Ali	38,46	45,45	75,00	75,00	42,85
Muksin	30,76	45,45	75,00	87,50	47.62
Presentase	34,06	42,85	76,79	85,71	44,20

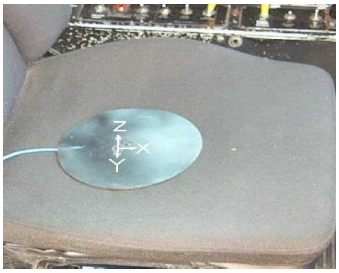
Occupational Vibration

Cara pengumpulan data dengan menggunakan metode ini yakni dengan melakukan pengukuran secara langsung kepada bagaian tubuh pekerja, dengan menggunakan alat ukur getaran (Human Vibration Meter 100/HVM100). Bagian yang diukur yaitu:

1. Lengan tangan pengemudi truk pada saat berkendara atau lebih dikenal dengan *Hand Arm Vibration* (HAV) yaitu dengan cara alat ditempelkan pada roda kemudi dengan menggunakan alat tambahan dan pengukuran dilakukan selama 2 s/d 5 menit (*Handbook ofHuman Factors and Ergonomics Methods*) seperti pada gambar 2.1 di berbagai kondisi jalan dan kemudian hasil dari pengukuran di rata-rata.

Gambar 1. Cara pengukuran HAV

2. Seluruh tubuh pengemudi atau lebih dikenal dengan *Whole Body Vibration* (WBV) dan pengukuran pada pengemudi biasanya dilakukan dengan cara diduduki dan diukur selama 2 s/d 5 menit (*Handbook ofHuman Factors and Ergonomics Methods*) di berbagai kondisi jalan dan kemudian hasil dari pengukuran di rata-rata. Gambar 2.2.



Gambar 2. Cara pengukuran WBV

Alat yang digunakan untuk mengukur hasil getaran baik pada lengan tangan maupun seluruh tubuh adalah HVM 100 dari Larson Davis, gambar 2.3 yang dimiliki oleh Laboratorium Ergonomi Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia.

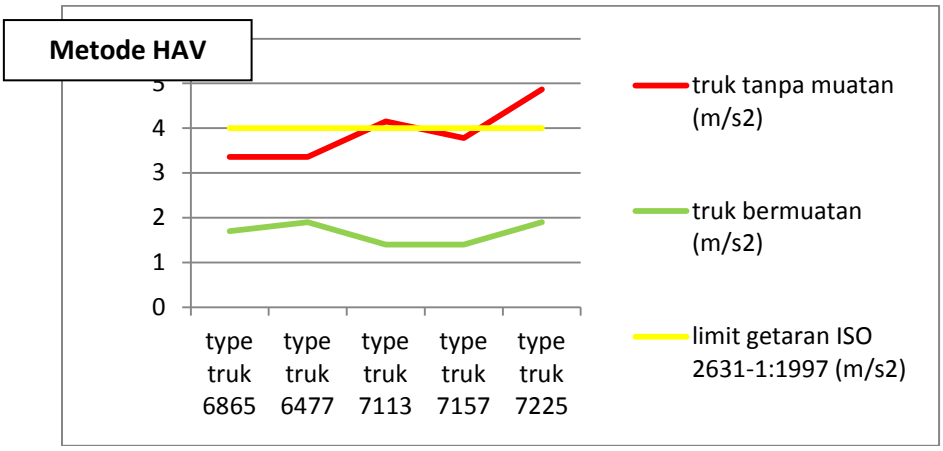
Gambar 3. Alat ukur getaran HVM 100

Hasil dari pengukuran getaran diklasifikasikan dalam pengukuran getaran pada bagian tangan untuk truk tanpa muatan dan bermuatan begitu pula pengukuran getaran pada seluruh tubuh untuk truk tanpa muatan dan bermuatan. Untuk waktu kerja, pengambilan data mengalami kesulitan dikarenakan jam kerja seorang pengemudi sangat bervariasi ditentukan dengan hitungan sekali operasi atau satu rate dan biasanya antara 8 sampai dengan 16 jam dalam satu hari. Tetapi dalam penelitian kali ini waktu kerja diasumsikan sebesar 8 jam dalam satu hari. Terdapat 5 truk kontainer yang diambil sebagai bahan penelitian yakni truk Nissan bermesin diesel. Pengambilan data dengan metode *Hand Arm Vibration* dilakukan dengan 2 tahapan yakni mermuatan dan tanpa muatan. Dalam pengambilan data getaran seluruh tubuh juga dilakukan pada dua kondisi yaitu saat truk tidak bermuatan dan truk bermuatan untuk membandingkan keduanya. Data tersaji pada tabel 4

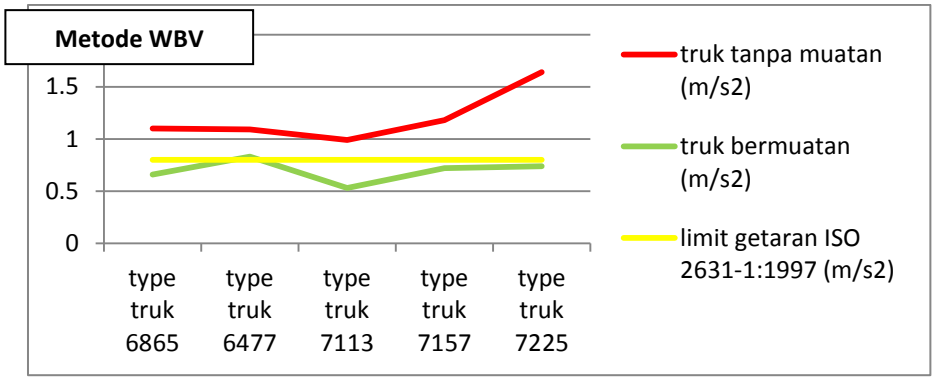
Tabel 4. Pengukuran getaran truk bermuatan dengan metode WBV

Tipe Truck	Tipe Kursi	Route yang dilalui	Hasil dari Pengukuran (m/s2)			
			X-Axis	Y-Axis	X-Axis	Y-Axis
Nissan 6865	Kursi Busa Biasa	Tj. Priok - Sunter	0,44	0,55	0,86	1,1
Nissan 6477	Kursi Busa Biasa	Tj. Priok - Tambun	0,45	0,82	0,56	1,09
Nissan 7113	Kursi Busa Biasa	Tj. Priok - Tangerang	0,43	0,44	0,68	0,99
Nissan 7157	Kursi Busa Biasa	Tj. Priok - Narogong	0,52	0,5	0,93	1,18
Nissan 7225	Kursi Busa Biasa	Tj. Priok - Cibitung	0,54	0,93	0,62	1,64
Limit getaran yang direkomendasikan dalam kurun waktu 4 s/d 8 jam kerja ISO 2631-19(1997)			0,5-0,8	0,5-0,8	0,5-0,8	n/a

Berikut kami sajikan rekapan data pengukuran getaran truk dengan menggunakan metode HAV dibandingkan dengan standarisasi ISO 2631-1: 1997 tentang batas getaran lengan tangan dalam bentuk diagram garis pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik perbandingan getaran truk HAV



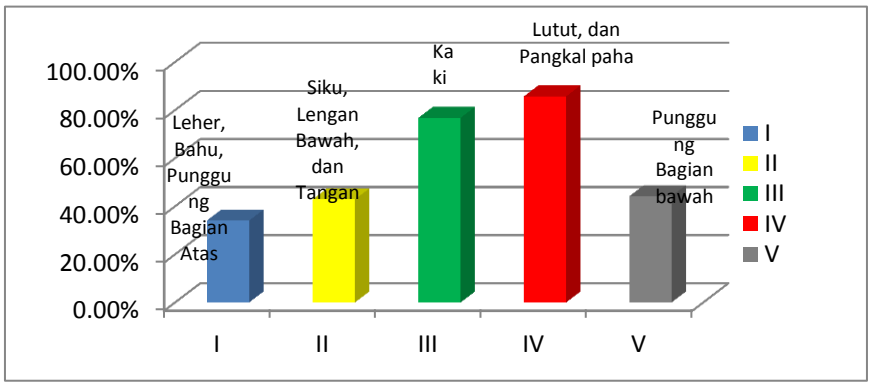
Gambar 5. Grafik perbandingan getaran Truk WBV dengan standarisasi ISO 2631-1 : 1997

Dari data yang diperoleh dapat dilihat bahwa sebagian truk yang beroperasi memiliki getaran yang melebihi standar paparan getaran terhadap pekerja terutama pada getaran di seluruh tubuh yang efeknya lumayan besar bagi kesehatan. Kemudian dari data ini dibandingkan lagi dengan standarisasi getaran yang telah berlaku dan kemudian dapat ditarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis PLIBEL

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai analisis ergonomi metode PLIBEL dan Occupational Vibration terhadap kinerja supir truk terutama kontainer, selain itu juga akan memberikan sedikit masukkan tentang parameter desain tempat duduk yang ergonomis, memberikan informasi kesehatan yang berkaitan dengan efek getaran, dan juga cara mengurangi resiko getaran yang diterima pengemudi.



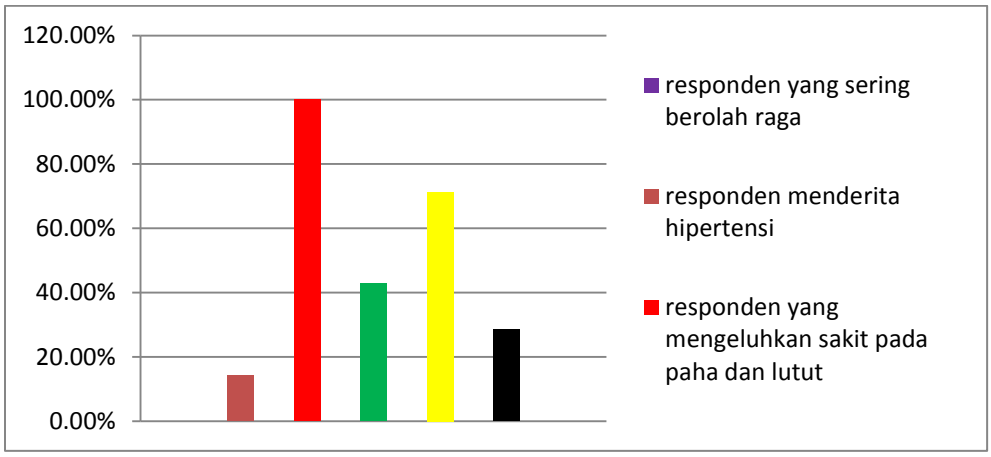
Gambar 6. Grafik tingkat bahaya dari identifikasi form PLIBEL

Dari data pengolahan metode PLIBEL dihasilkan analisis data yang tersaji pada gambar 6 dan diterangkan sebagai berikut.

1. Semua pekerja mengatakan bahwa bagian lutut dan pangkal paha memiliki resiko musculosceletal disorder dengan presentase paling besar karena pekerja mengatakan sering pegal di bagian tersebut yakni sebesar 85,71 %
2. Peringkat ke 2 teratas yakni bagian kaki ditunjukkan dengan presentase sebesar 76,79 %
3. Peringkat tertinggi berikutnya yaitu bagian pinggang atau punggung bagian bawah, dan terbukti beberapa supir mengeluhkan adanya nyeri di bagian pinggang. Dan terpresentasikan sebesar 44,20%.
4. Keluhan terhadap muscullostal berikutnya terdapat pada bagian siku, lengan bawah dan tangan, yaitu sebesar 42,85%.
5. Leher, Bahu, Punggung Bagian Atas terkompensasi sebesar 34,06%.
6. Selain itu dari hasil pengisian kuesioner, didapatkan juga besarnya faktor risiko dari lingkungan / organisasi yang menyebabkan timbulnya MSDs. Didapatkan bahwa besarnya nilai faktor risiko dari lingkungan / organisasi yaitu 6 dari 9 potensi, maka besarnya faktor risiko penyebab MSDs dari lingkungan / organisasi yaitu sebesar 66,67%

Dari analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode PLIBEL diketahui secara umum bahwa resiko bahaya di tempat kerja yang paling besar yaitu cidera pada bagian lutut dan pangkal paha. Hal ini juga sesuai dengan keluhan beberapa pengemudi truk yang menyatakan bahwa pangkal paha sering merasakan otot tertarik/tegang dan lutut yang linu. Dari analisis ini bisa ditarik kesimpulan bahwa hasil dari pengolahan data menggunakan metode PLIBEL menunjukkan kecocokan terhadap jawaban data kuesioner.

Pada gambar 7. menunjukkan semua responden mengeluhkan sakit pada bagian pangkal paha dan lutut yang linu, selain itu data juga menunjukkan tidak satupun responden yang menyempatkan diri untuk melakukan olah raga. Ada sebanyak 28,57% responden atau sejumlah 2 orang menyatakan menderita kencing batu setelah bekerja selama lebih dari 5 tahun sebagai pengemudi.



Gambar 7 Data Kuesioner Kesehatan Responden.

Analisis Occupational Vibration

Dalam analisis *Occupational Vibration* ini akan dibahas seberapa besar pengaruh adanya muatan atau tidak pada truk kontainer terhadap getaran yang dirasakan oleh pengemudi dan efeknya terhadap kesehatan terutama getaran yang diterima oleh seluruh tubuh (*Whole Body Vibration*). Dari hasil pengukuran getaran yang telah dilakukan dengan menggunakan alat HVM 100 terhadap pengemudi truk kontainer didapatkan hasil seperti ditunjukkan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi pengukuran getaran truk tanpa muatan

	Metode HAV (ms2)	Metode WBV (ms2)
Truk Tanpa Muatan 6865	3,36	1,1
Truk Tanpa Muatan 6477	3,36	1,09
Truk Tanpa Muatan 7113	4,15	0,99
Truk Tanpa Muatan 7157	3,78	1,18
Truk Tanpa Muatan 7225	4,87	1,64

Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang objektiv, peneliti juga melakukan pengukuran pada truk kontainer bermuatan seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi pengukuran getaran truk bermuatan

	Metode HAV (ms2)	Metode WBV (ms2)
Truk Bermuatan 6865	1,70	0,66
Truk Bermuatan 6477	1,90	0,83
Truk Bermuatan 7113	1,40	0,53
Truk Bermuatan 7157	1,40	0,72
Truk Bermuatan 7225	1,90	0,74

Dari tabel dapat diketahui bahwa beberapa truk memiliki nilai di atas ambang batas standarisasi getaran yakni di atas 4 m/s2 untuk Hand Arm Vibration dan 0,8 untuk Whole Body Vibration. Selain itu juga, berdasarkan ISO 2631-1: 1997 besar getaran di atas tergolong dalam getaran yang agak tidak menyenangkan

dan tidak nyaman. Hal ini beresiko timbulnya cedera atau penyakit bagi penderitanya menurut beberapa penelitian. Berikut adalah beberapa cidera atau penyakit yang dapat ditimbulkan akibat getaran.
Berikut akan kami paparkan cara-cara dalam mengurangi efek dan resiko cidera tulang punggung

1. Pertama pastikan bahwa mesin yang anda gunakan adalah cukup kuat dan bertenaga untuk jenis pekerjaan yang anda lakukan. Diskusikan dengan atasan anda jika anda merasa kurang yakin.
2. Cek dan pastikan mesin yang anda gunakan terawat dengan baik dan kerusakan telah diperbaiki (seperti suspensi pada mesin ataupun tempat duduk, rem yang pakem, dan power steering serta komponen suspensi yang lain) dan tekanan nya cukup.
3. Laporkan kerusakan pada kendaraan atau permasalahan lain yang berkaitan dengan pekerjaan.
4. Setel tempat duduk yang nyaman bagi anda dan dapat mendukung punggung bagian bawah anda sehingga anda dapat melihat dengan jelas tanpa harus,menoleh, berjinjit, atau melongok.
5. Pastikan anda dapat mengoperasikan semua kontol tanpa harus merentangkan tangan, berputar, merunduk.
6. Pilihlah route dengan kondisi jalan yang baik dengan permukaan yang rata, jika tidak dimungkinkan berkemudilah secara pelan saat melintasi jalan yang tidak rata.
7. Berkemudilah secara bijak dengan cara memindahkan batu besar dan penghalang berbahaya yang merintangi jalan serta penuhilah lubang-lubang yang ada di jalan dengan batu-batu dan kerikil untuk membantu pengemudi yang lain.
8. Ambilah waktu istirahat jika memungkinkan, untuk menghindari duduk pada posisi yang sama dalam waktu yang lama.
9. Jangan meloncat saat turun dari kendaraan atau membuat pergerakan yang adapat membahayakan tulang punggung anda.
10. Beritahukan pada atasan anda jika anda memiliki penyakit pada punggung.
11. Bicarakan dengan perusahaan anda tentang perlunya pelatihan instruksi kerja yang aman dan training.

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisis, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengolahan tingkat keluhan yang dialami oleh operator dalam hal ini pengemudi truk kontainer pada saat melakukan aktivitas kerjanya dengan penyebaran form PLIBEL didapatkan hasil bahwa rasa sakit yang sering dikeluhkan oleh hampir semua pengemudi berupa kram pada pangkal paha dan nyeri di lutut beralasan karena menduduki urutan teratas dengan presentase 85,71 %, kemudian kaki 76,79% dan punggung bagian bawah 44,20%.
2. Dari hasil pengukuran tingkat getaran pada truk kontainer PT. X dengan menggunakan alat ukur HVM 100 didapatkan hasil bahwa sebagian besar truk kontainer memiliki getaran yang cukup besar untuk kategori getaran pada seluruh tubuh (*Whole Body Vibration*) dan masuk dalam kategori kondisi kurang menyenangkan dan berbahaya menurut standar internasional ISO 2631-1: 1997 dan berpengaruh pada kesehatan pengemudi.
3. Besarnya getaran lengan tangan atau *Hand Arm Vibration* pada pengemudi truk kontainer tidak berpengaruh besar pada kesehatan dan tidak terlalu berbahaya dalam jangka waktu yang lumayan lama.
4. Besarnya tingkat getaran pada truk kontainer pada PT. X terhadap pengemudi terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya umur truk yang sudah tua, suspensi truk, besar muatan, dan kursi pengemudi karena sebagian besar diantaranya sudah tidak layak (keras dan tidak bisa di *setting*).

PUSTAKA

Bridger, R.S.(2003). *Introduction to ergonomics (2nd ed.).* New York : Taylor & Francis.

Shyamal Koley, Lalit Sharma and Sukhpal Kaur. (2010). "Effects of occupational exposure to whole-body vibration in tractor drivers with low back pain in Punjab". *Journal of Ergonomic. Guru Nanak Dev University, Punjab India.*

Gabriel. (1996). *Fisika Kedokteran. Cetakan ke VII*. Jakarta :Penerbit EGC.

Harrington & F.S Gill. (2005). *Buku Saku Kesehatan Kerja. Edisi 3*. Jakarta: Penerbit EGC.

http://andaiviana.files.wordpress.com/2008/02/proceding-ergo-ahp.pdf

http://hse.gov.uk/vibration.

Karwowski, Waldemar. (2006). *International encyclopedia of ergonomics and human factors Volume 1*. Kentucky : CRC Press.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Kep 48/MENLH/11/1996 tentang Baku tingkat kebisingan. Jakarta.

Mark Sanders. S & Ernest J McCormick. (1993). Human factor in engineering and design, attention. MCGraw-Hill Inc. Singapore.

Stanton, Neville, et al. (2005). *Handbook of human factors and ergonomics methods*. CRC Press

Sucofindo. (2002*). Buku Saku K3*. Jakarta : PT (Persero) Sucofindo.

Sutalaksana, I.Z., dkk. (1979). *Teknik tata cara kerja*. Bandung

Tarwaka, et al. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta : Uniba Press

PERBANDINGAN TIGA MACAM GERAKAN RUKUK DAN DUA MACAM GERAKAN SUJUD DENGAN METODE *POSTURE EVALUATION INDEX* (PEI)

[1]Boy Nurtjahyo Moch., [2]Erlinda Muslim, [3]Adi Zulfikar, [4]Maulida Bellafaransi
[1,2,3,4]Departemen Teknik Industri, Universitas Indonesia
Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok – 16424, Indonesia
Email: boymoch@eng.ui.ac.id, erlinda@eng.ui.ac.id, adi.zulfikar.tiui@gmail.com,
maulida_ti2011@yahoo.com

ABSTRAK
Di Indonesia, mayoritas penduduknya memeluk agama Islam. Sebagai pemeluk agama Islam, mereka berkewajiban untuk melakukan ibadah shalat setiap harinya. Di Indonesia juga berkembang berbagai mahzab (paham) sehingga terdapat beberapa perbedaan dalam gerakan shalat yang dilakukan. Perbedaan ini juga bisa disebabkan oleh kurangnya pemahaman akan gerakan-gerakan shalat yang sesuai dengan tuntunan yang telah diajarkan oleh Nabi Muhammad SAW. Penelitian ini mencoba untuk menganalisis beberapa perbedaan gerakan tersebut dengan menggunakan metode perhitungan Posture Evaluation Index (PEI) pada simulasi di dalam virtual environment piranti lunak jack 6.1. Analisis dilakukan untuk mengetahui gerakan rukuk dan sujud yang paling ergonomis sehingga memberikan kenyamanan paling baik bagi masyarakat muslim yang melakukan ibadah shalat serta dapat diketahui perbedaan nilai ergonomis dari gerakan yang benar dan gerakan yang salah.

Katakunci :*Ergonomi Shalat, Posture Evaluation Index (PEI), Virtual Environment, Jack 6.1.*

PENDAHULUAN

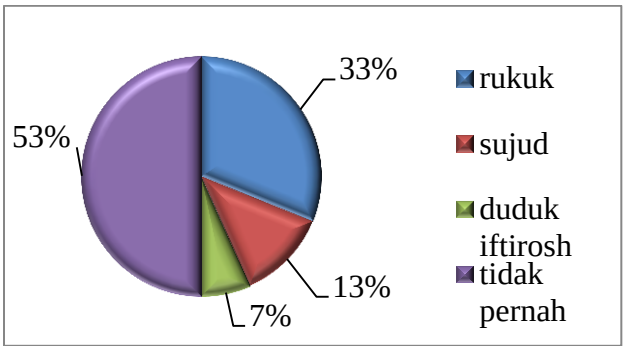
Secara terminologi, shalat adalah ibadah berupa perkataan dan gerakan khusus yang dimulai dengan takbiratul ihram dan diakhiri dengan salam. Dalam ilmu fiqih, dijelaskan perkataan dan gerakan shalat yang sesuai dengan ajaran dan tuntunan Nabi Muhammad SAW.Bagi umat Islam, wajib hukumnya melakukan shalat sebagaimana yang telah dicontohkan oleh Nabi Muhammad SAW sebagaimana disebutkan dalam hadistnya "Shalatlah kalian sebagaimana kalian melihat aku shalat" (HR. Bukhari).

Karena kedudukan dan pentingnya ibadah shalat, maka shalat harus ditunaikan setiap harinya oleh umat Islam. Di Indonesia, penduduknya mayoritas beragama Islam. Oleh karena itu, shalat telah menjadi sebuah kewajiban yang banyak dilakukan oleh masyarakat Indonesia. Tidak perduli apapun status dan kedudukan seseorang, selama dia beragama Islam, maka ia wajib mendirikan shalat.

Dalam pelaksanaannya, baik di Indonesia maupun Negara lain, terdapat beberapa versi gerakan shalat. Bukan berarti gerakan tersebut salah, selama gerakan-gerakan tersebut masih mengikuti suatu dalil/dasar yang jelas dari Nabi Muhammad SAW, maka hal tersebut bisa diterima.Contohnya saat takbiratul ihram, ada yang mengangkat tangan hingga ke telinga, ada pula yang hanya sampai sejajar dengan pundak.Hal ini tidak perlu dipermasalahkan.Tetapi tidak sedikit juga masyarakat yang melakukan gerakan yang tidak benar dikarenakan belum mengetahui ilmunya dengan baik.

Selain sebagai ibadah ritual yang langsung berhubungan dengan Tuhan, shalat juga ternyata memiliki banyak manfaat untuk tubuh.Saat kita shalat, tanpa kita sadari sebenarnya kita sedang melakukan peregangan otot-otot tubuh.

Namun demikian, terkadang kita bisa saja merasakan sakit ketika melakukan suatu gerakan shalat.Hal ini bisa diakibatkan dari gerakan yang tidak benar atau pun aktifitas yang dilakukan sebelum melakukan shalat.Contohnya saat seseorang bersepeda sebelum shalat, kemungkinan mereka merasakan sakit saat sujud dan duduk diantara dua sujud pada bagian paha.Mungkin juga terasa sakit pada bagian punggung yang dakibatkan gerakan rukuk yang tidak benar.



Gambar 5. Presentase gerakan shalat dimana responden pernah merasakan sakit saat melakukan suatu gerakan shalat

Pada gambar 1di atas, berdasarkan hasil dari kuisioner. 33% responden pernah merasakan sakit saat melakukan gerakan rukuk, 13% saat sujud, 7% saat duduk diantara dua sujud, dan 53% tidak pernah merasakan sakit.

TINJAUAN PUSTAKA

Gerakan Shalat

Dalam prakteknya, gerakan-gerakan shalat bisa sedikit berbeda tergantung mahzab yang diikuti.Mahzab adalah hasil ijtihad atau keputusan dari ulama ahli fiqih yang diakui keluasan ilmunya.Namun demikian, tidak sedikit pula perbedaan gerakan tersebut terjadi dikarenakan kurangnya pengetahuan mengenai gerakan shalat yang benar. Dalam penelitian ini, fokus penelitianadalah pada gerakan rukuk dan sujud saja.

Tentunya dalam melakukan gerakan shalat harus mengikuti sumber yang benar agar shalat kita tidak sia-sia.Di Indonesia terdapat empat mahzab utama yang diikuti yaitu Mahzab Imam Hanafi, Imam Syafi'i, Imam Malik, dan Imam Hambali.Berikut cara rukuk dan sujud yang benar berdasarkan kesepakatan para ulama fiqih tersebut:

- Gerakan Rukuk
  Keempat imam sepakat bahwa rukuk yang benar adalah posisi punggung yang lurus, tidak terlalu tinggi ataupun terlalu rendah. Hal ini berdasarkan pada hadist: "*Bila Rasulullah rukuk, beliau tidak meninggikan kepalanya dan tidak pula merendahkannya.*(Hadist Riwayat Muslim)
- Gerakan Sujud
  Keempat Imam sepakat dalam melakukan sujud yang benar adalah dengan menempelkan telapak tangan dan mengangkat siku Hal ini berdasar pada hadist: *"Jika engkau sujud, letakkanlah kedua telapak tanganmu dan angkatlah kedua sikumu (supaya tidak menyentuh lantai)."* (Hadist Riwayat Muslim)

Metode Posture Evaluation Index (PEI)

Metodologi PEI dikembangkan oleh Prof. Frans Caputo dan Giuseppe Di Gironimo, Ph. D dari University of Naples Frederico II, Italia.Metodologi ini dikembangkan berdasarkan aplikasi *Task Analysis Toolkit* (TAT) yang terdapat pada piranti lunak Jack.Tujuan dari penggunaan metodologi ini adalah untuk melakukan optimalisasi terhadap fitur geometri pada sebuah stasiun kerja. Dengan optimalisasi yang dilakukan, postur kerja yang paling memberikan kenyamanan pada pekerja, dalam berbagai macam persentil populasi, dapat ditentukan jika fitur geometri yang menjadi karakter dari sebuah stasiun kerja hanya mempengaruhi sisi ergonomi dari sebuah operasi, maka metode PEI dapat digunakan sehingga optimalisasi dari sebuah operasi pada satu buah stasiun kerja dapat dilakukan.

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pengumpulan Data

Pada tahap ini, dikumpulkan berbagai macam gerakan rukuk dan sujud yang sering dilakukan oleh masyarakat Indonesia baik gerakan yang benar maupun yang salah.

Gerakan Rukuk

- Gerakan Rukuk 1

  Gerakan rukuk 1 merupakan gerakan rukuk dengan posisi tulang belakang dan bagian bawah tubuh membentuk sudut lebih dari 90^0.Ilustrasi gerakan ini bisa dilihat di gambar 3.1 di bawah ini.

Gambar 2. Gerakan rukuk 1

- Gerakan Rukuk 2

  Gerakan rukuk 2 merupakan gerakan rukuk dengan posisi tulang belakang dan bagian bawah tubuh membentuk sudut 90^0.Ilustrasi gerakan ini bisa dilihat di gambar 3.2 di bawah ini.

Gambar 3. Gerakan rukuk 2

- Gerakan Rukuk 3

  Gerakan rukuk 3 merupakan gerakan rukuk dengan posisi tulang belakang dan bagian bawah tubuh membentuk sudut kurang dari 90^0.Ilustrasi gerakan ini bisa dilihat di gambar 3.3 di bawah ini.

Gambar 4. Gerakan Rukuk 3

a) Gerakan Sujud

- Gerakan Sujud 1

  Gerakan sujud 1 ini merupakan gerakan sujud dengan posisi lengan tidak menempel ke lantai.Ilustrasi gerakan ini bisa dilihat di gambar 3.4 di bawah ini.

Gambar 5. Gerakan Sujud 1

- Gerakan Sujud 2
  Gerakan Sujud 2 ini merupakan gerakan sujud dengan posisi lengan menempel ke lantai.Ilustrasi gerakan ini bisa dilihat di gambar 3.5 di bawah ini.

Gambar 6. Gerakan Sujud 2

Pengolahan Data

Pengolahan Data dilakukan dengan menggunakan Software Jack 6.1 dari manekin (*virtual human*) yang telah dibuat. Jack 6.1 memiliki fasilitas *Task Analysis Toolkit* (TAT) yang dapat menghitung 4 kriteria berikut ini:

- *Static Strength Prediction (SSP),*
- *Low Back Analysis (LBA),*
- *Ovako Working Posture Analysis (OWAS),* dan
- *Rapid Upper Limb Assesment (RULA).*

Pengolahan data pertama yang dilakukan adalah menganalisis nilai *Static Strength Prediction (SSP).*SSP digunakan untuk memastikan apakah gerakan yang dilakukan dapat dilakukan oleh manusia.Persentase kapabilitas minimal yang dapat diterima adalah 90%.

Setelah menganalisis nilai SSP, maka selanjutnya dilakukan analisis untuk nilai LBA, OWAS, dan RULA.Dari ketiga criteria tersebut, maka dapat dihitung nilai *Posture Evaluation Index* (PEI). Nilai-nilai tersebut dimasukkan ke dalam rumus perhitungan PEI:

$$PEI = I_1 + I_2 + (I_3 \times m_r) \quad (1)$$

Setelah angka-angka yang didapat dari simulasi dimasukkan ke dalam perhitungan tersebut, maka didapatlah data yang ditunjukkan oleh tabel 3.1 berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi nilai PEI untuk gerakan rukuk dan sujud

	Jenis Kelamin	per	SSP	RULA	LBA	OWAS	PEI
Ruku 1	Laki laki	95	99,60%	4	1700	2	1,811
		50	99,70%	4	1322	2	1,700
		5	99,90%	4	1216	2	1,669
	Wanita	95	98,50%	4	1257	2	1,681
		50	98,80%	4	951	2	1,591
		5	99,20%	4	757	2	1,534
Ruku 2	Laki laki	95	99,40%	3	1852	2	1,653
		50	99,50%	3	1435	2	1,531
		5	99,70%	3	1157	2	1,449
	Wanita	95	99,50%	3	1306	2	1,493
		50	99,40%	3	990	2	1,400
		5	99,70%	3	771	2	1,335
Ruku 3	Laki laki	95	99,60%	6	1570	2	2,179
		50	99,70%	6	1209	2	2,073
		5	99,70%	6	967	2	2,002
	Wanita	95	99,30%	6	971	2	2,003
		50	99,50%	6	726	2	1,931

		5	99,70%	6	564	2	1,883
Sujud 1	Laki laki	95	94,90%	5	1408	2	1,928
		50	97,80%	5	1080	2	1,832
		5	98,90%	5	859	2	1,767
	Wanita	95	90,50%	5	952	2	2,044
		50	95,30%	5	713	2	1,724
		5	98,30%	5	554	3	1,677
Sujud 2	Laki laki	95	97,70%	6	1406	3	2,381
		50	99,00%	6	1079	3	2,284
		5	99,50%	6	858	3	2,219
	Wanita	95	92,60%	6	910	3	2,235
		50	97,00%	6	682	3	2,168
		5	98,80%	6	531	3	2,123

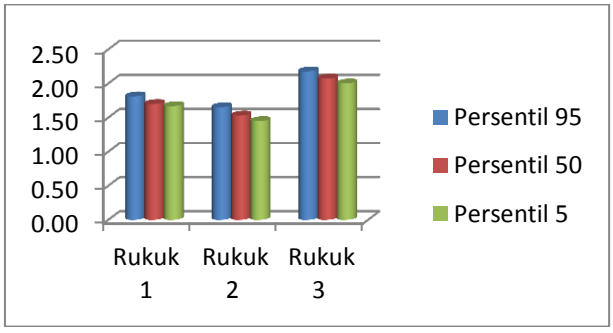
ANALISIS DATA

Analisis Gerakan Rukuk

Nilai-nilai PEI yang didapat dari analisis gerakan rukuk yang telah dilakukan digunakan sebagai acuan dalam menilai secara ergonomis dari berbagai gerakan yang dilakukan. Berikut merupakan tabel rekapitulasi dan grafik perbandingan dari nilai PEI simulasi gerakan rukuk yang dilakukan oleh manekin laki-laki.

Tabel 2. Rekapitulasi nilai PEI dari simulasi gerakan rukuk laki-laki

	Per	SSP	RULA	LBA	OWAS	PEI
Rukuk 1	95	99,60%	4	1700	2	1,811
	50	99,70%	4	1322	2	1,700
	5	99,90%	4	1216	2	1,669
Rukuk 2	95	99,40%	3	1852	2	1,653
	50	99,50%	3	1435	2	1,531
	5	99,70%	3	1157	2	1,449
Rukuk 3	95	94,90%	5	1408	2	1,928
	50	97,80%	5	1080	2	1,832
	5	98,90%	5	859	2	1,767



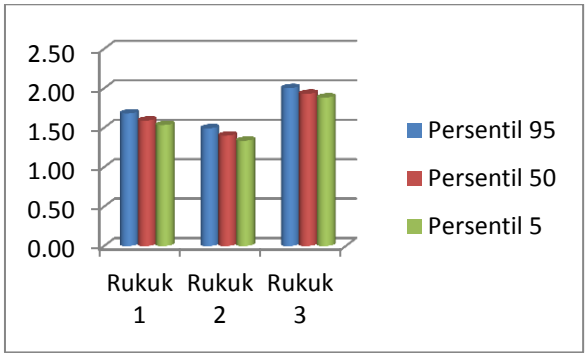
Gambar 7.Grafik perbandingan nilai PEI dari simulasi gerakan rukuk laki-laki

Dari tabel 1 dan grafik pada gambar 7 dapat kita lihat bahwa gerakan rukuk 2 yang dilakukan oleh manekin laki-laki memiliki nilai PEI paling kecil diantara ketiga gerakan rukuk yang diteliti baik pada persentil 5, 50, maupun 95. Sedangkan gerakan rukuk 3 memiliki nilai PEI paling besar dari ketiga persentil tersebut.

Berikut adalah tabel rekapitulasi dan grafik perbandingandari nilai PEI simulasi gerakan rukuk yang dilakukan oleh manekin wanita.

Tabel 3. Rekapitulasi nilai PEI dari simulasi gerakan rukuk wanita

	Per	SSP	RULA	LBA	OWAS	PEI
Rukuk 1	95	98,50%	4	1257	2	1,681
	50	98,80%	4	951	2	1,591
	5	99,20%	4	757	2	1,534
Rukuk 2	95	99,50%	3	1306	2	1,493
	50	99,40%	3	990	2	1,4
	5	99,70%	3	771	2	1,335
Rukuk 3	95	90,50%	5	952	2	2,044
	50	95,30%	5	713	2	1,724
	5	98,30%	5	554	3	1,677



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai PEI Dari Simulasi Gerakan Rukuk Wanita

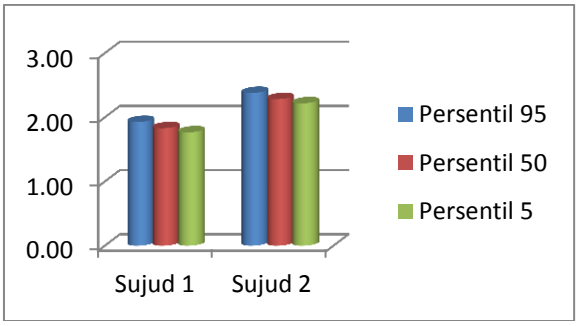
Dari tabel 3 dan grafik pada gambar 8 dapat kita lihat bahwa gerakan rukuk 2 yang dilakukan oleh manekin wanita memiliki nilai PEI paling kecil diantara ketiga gerakan rukuk yang diteliti baik pada persentil 5, 50, maupun 95. Sedangkan gerakan rukuk 3 memiliki nilai PEI paling besar dari ketiga persentil tersebut.

a) Analisis Gerakan Sujud

Nilai-nilai PEI yang didapat dari analisis gerakan sujud yang telah dilakukan digunakan sebagai acuan dalam menilai secara ergonomis dari berbagai gerakan yang dilakukan. Berikut merupakan tabel rekapitulasi dan grafik perbandingan dari nilai PEI simulasi gerakan sujud yang dilakukan oleh manekin laki-laki.

Tabel 4. Rekapitulasi nilai PEI dari simulasi gerakan sujud laki-laki

	Per	SSP	RULA	LBA	OWAS	PEI
Sujud 1	95	94,90%	5	1408	2	1,928
	50	97,80%	5	1080	2	1,832
	5	98,90%	5	859	2	1,767
Sujud 2	95	97,70%	6	1406	3	2,381
	50	99,00%	6	1079	3	2,284
	5	99,50%	6	858	3	2,219



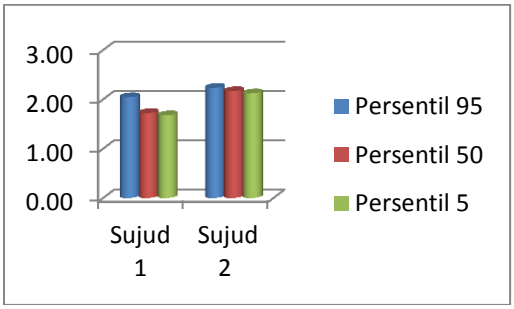
Gambar 9. Grafik perbandingan nilai PEI dari simulasi gerakan sujud laki-laki

Dari tabel 4.3 dan grafik pada gambar 4.3 dapat kita lihat bahwa gerakan sujud 1 yang dilakukan oleh manekin laki-laki memiliki nilai PEI paling kecil dari dua gerakan sujud yang diteliti baik pada persentil 5, 50, maupun 95. Sedangkan gerakan sujud 2 memiliki nilai PEI paling besar dari ketiga persentil tersebut.

Berikut adalah tabel rekapitulasi dan grafik perbandingan dari nilai PEI simulasi gerakan sujud yang dilakukan oleh manekin wanita.

Tabel 5. Rekapitulasi nilai PEI dari simulasi gerakan sujud wanita

	Per	SSP	RULA	LBA	OWAS	PEI
Sujud 1	95	90,50%	5	952	2	2,044
	50	95,30%	5	713	2	1,724
	5	98,30%	5	554	3	1,677
Sujud 2	95	92,60%	6	910	3	2,235
	50	97,00%	6	682	3	2,168
	5	98,80%	6	531	3	2,123



Gambar 10. Grafik perbandingan Nilai PEI dari simulasi gerakan sujud wanita

Dari tabel 4.4 dan grafik pada gambar 4.4 dapat kita lihat bahwa gerakan sujud 1 yang dilakukan oleh manekin wanita memiliki nilai PEI paling kecil dari dua gerakan sujud yang diteliti baik pada persentil 5, 50, maupun 95. Sedangkan gerakan sujud 2 memiliki nilai PEI paling besar dari ketiga persentil tersebut.

KESIMPULAN

- Gerakan rukuk yang menunjukkan tingkat kenyamanan paling baik dan beresiko paling kecil pada *musculoskeletal system* adalah gerakan rukuk 2 dimana punggung dan bagian bawah tubuh membentuk sudut 90^o. Hal ini dapat dilihat dari nilai PEI yang paling kecil dibanding gerakan rukuk yang lain, dan berlaku untuk laki-laki maupun wanita.
- Gerakan sujud yang menunjukkan tingkat kenyamanan paling baik dan tidak beresiko paling kecil pada *musculoskeletal system* adalah gerakan sujud 1, dimana lengan tidak menempel ke lantai. Hal

ini dapat dilihat dari nilai PEI yang paling kecil dibanding gerakan sujud 2, dan berlaku untuk laki-laki maupun wanita.

- Gerakan rukuk dan sujud yang diajarkan dalam kaidah syariat ilmu fiqih yang diajarkan dalam agama Islam terbukti merupakan gerakan yang paling baik secara ergonomi, karena gerakan rukuk 2 dan gerakan sujud 1 adalah gerakan yang sesuai dengan ilmu fiqih seperti yang dijelaskan dalam fiqih Mahzab Imam Malik, Imam Syafi'I, Imam Hanafi, dan Imam Hambali.
- Melakukan gerakan rukuk dan sujud yang salah dapat menyebabkan resiko timbulnya rasa sakit.

PUSTAKA

Caputo, F., Giuseppe Di Girinimo, and Adelaide Marzano. (2006). *A Structured Approach to Simulate Manufacturing System in Virtual Environment.* Italia: University of Naples.

Hedge, Alan. 2005. *Physical Methods. Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods.*CRC Press.

Herawati, Isnaini. 2005. *Sholat dan Kesehatan*. SUHUF, Vol. XVII, No. 02/Nopember 2005: 147-155.

Mughniyah, M. Jawad. *Al-Fiqh 'Ala Al-Madzahib Al-Khamsah.*Beirut: Dar Al-Jawad.

Sabiq, Sayyid. 2000. *Fiqhus Sunnah.* Kairo: Darul Fath Lil I'lam Al'Arob.

PENDEKATAN MAKROERGONOMI DALAM TAHAPAN PROSES PENGEMBANGAN PRODUK PADA USAHA KECIL MENENGAH (UKM) KREATIF DI INDONESIA YANG BERORIENTASI EKSPOR

Erlinda Muslim[1], Boy Nurtjahyo Moch.[2], Muhammad Zidni Mubarok[3], Hardini R. Dewi[4]
[1,2,3,4]Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
Depok 16424
Email: [1]erlinda@eng.ui.ac.id, [2]boymoch@eng.ui.ac.id, [3]muh.zidni@ui.ac.id, [4]hardini_ti2011@yahoo.com

ABSTRAKS
Pengembangan produk baru merupakan hal yang penting bagi perusahaan. Proses pengembangan produk yang matang akan menjamin kesuksesan produk baru ketika diluncurkan ke pasar. Usaha Kecil Menengah (UKM) Kreatif merupakan salah satu pelaku ekonomi yang signifikan di Indonesia, tetapi produk UKM Kreatif kurang memiliki kemampuan untuk memenuhi prasyarat memasuki pasar global. Padahal, banyak potensi ekspor pada produk UKM di Indonesia. Berbeda dengan perusahaan besar yang mempunyai banyak sumber daya dalam melakukan pengembangan produk baru, UKM menghadapi banyak kendala. Pada situasi ini, UKM dituntut untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan melakukan inovasi. Jadi, diperlukan panduan langkah-langkah pengembangan produk yang sistematis dan terstruktur bagi UKM pada industri kreatif di Indonesia yang berorientasi ekspor dengan pendekatan makroergonomi. Dengan adanya panduan ini, produk UKM diharapkan bisa bersaing di pasar global, sukses masuk ke pasar, dan mengatasi kendala yang biasanya terjadi saat ekspor barang ke luar negeri. Pendekatan makroergonomi dengan Macroergonomics Intervention Program akan menganalisis keadaan internal UKM kreatif dan keadaan sosioteknis Indonesia dalam proses pengembangan produk UKM kreatif yang berorientasi ekspor. Hasil dari pendekatan tersebut akan digunakan untuk menganalisis Stage-Gate Model proses pengembangan produk untuk kemudian dibuat template proses pengembangan produk yang sesuai bagi UKM Kreatif di Indonesia yang berorientasi ekspor dalam bentuk buku panduan.

***Kata kunci**: Ekspor, industri kreatif, makroergonomi, proses pengembangan produk, UKM.*

PENDAHULUAN

New Product Development (NPD) merupakan keseluruhan proses dari strategi, organisasi, generasi konsep, pembuatan, dan evaluasi rencana produk dan *marketing*, serta komersialisasi dari produk baru (PDMA Website, 2006). Secara khusus, proses pengembangan produk didefinisikan sebagai kumpulan aktivitas yang dimulai dengan kesadaran dari peluang pasar sampai produksi, penjualan, dan meluncurkan sebuah produk (Ulrich dan Eppinger, 2008).Proses pengembangan produk baru merupakan proses yang kompleks karena melibatkan banyak fungsi dalam perusahaan, mulai dari R&D, pemasaran, produksi, penjualan, hingga keuangan. Proses pengembangan produk yang matang akan menjamin kesuksesan produk baru ketika diluncurkan ke pasar. Produk baru yang sukses di pasar mampu meningkatkan keuntungan dan keunggulan kompetitif untuk suatu perusahaan.

Di Indonesia, Usaha Kecil Menengah (UKM) merupakan salah satu pelaku ekonomi yang signifikan karena memiliki peran penting dalam pengembangan ekspor nasional yang memberi kesinambungan di dalam fondasi perekonomian Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Koperasi dan UKM, jumlah UKM di Indonesia pada tahun 2012 tercatat ada 55,206 juta unit atau 99,99% dari total pelaku usaha. Sektor UKM memberikan kontribusi 56,7% dari Pendapatan Domestik Bruto (PDB) dan 19,4% dari total ekspor. Oleh sebab itu, peran negara menjadi penting bagi mereka untuk dapat bersaing di pasar global.

Menurut Deputi Bidang Pemasaran dan Jaringan Usaha Kementerian Koperasi dan UKM Neddy Rafinaldi Halim, sektor ekonomi kreatif yang sebagian besar digerakkan pelaku usaha kecil dan menengah (UKM) dinilai akan sangat potensial untuk mendorong Indonesia menjadi negara maju pada 2030. Namun demikian, ternyata UKM saat ini, terutama UKM kreatif dirasa kurang memiliki kemampuan untuk memenuhi prasyarat memasuki pasar global. Jika perusahaan besar atau korporasi mampu berperan secara efektif dalam perekonomian global karena ditunjang dengan ketersediaan modal, penguasaan teknologi, sistem informasi, sistem manajerial yang efektif dan efisien, serta penguasaan terhadap sumber daya (alam dan manusia), maka lain halnya dengan apa yang dimiliki UKM yang apabila bisa menembus pasar global, posisinya rentan akibat minimnya kemampuan kompetisi. Hal inilah yang merupakan masalah utama UKM dibandingkan perusahaan besar pada umumnya.

Pada situasi ini, UKM dituntut untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan melakukan inovasi. Proses pengembangan produk baru pada UKM juga tidak kalah penting karena merupakan tahapan yang harus dilakukan dalam mendesain produk baru dari *idea generation* hingga *launching*. Apalagi, UKM di sektor industri kreatif harus selalu berinovasi dan mengembangkan ide.UKM di Indonesia mempunyai karakteristik dan kendala yang berbeda dibandingkan dengan perusahaan besar dalam melakukan ekspor.Banyak potensi ekspor pada produk UKM di Indonesia namun tidak adanya panduan atau *template* berisi langkah-langkah yang harus dilakukan oleh UKM yang berorientasi ekspor. Oleh karena itu perlu adanya panduan langkah-langkah yang terstruktur dan sistematis dalam proses pengembangan produk baru bagi UKM di Indonesia yang berorientasi ekspor.

Pendekatan makroergonomi akan menganalisis keadaan internal UKM kreatif dan keadaan sosioteknis Indonesia dalam proses pengembangan produk yang berorientasi ekspor. Fokus dalam penelitian ini adalah mengevaluasi sistem yang kompleks melalui pendekatan yang komprehensif, yaitu pendekatan makroergonomi. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh *template* proses pengembangan produk untuk UKM kreatif di Indonesia yang berorientasi ekspor, sehingga diharapkan dengan adanya template dalam bentuk buku panduan ini akan membuat produk UKM bisa bersaing di pasar global, sukses masuk ke pasar, dan mengatasi kendala yang biasanya terjadi saat ekspor barang ke luar negeri.

TINJAUAN TEORITIS

Pengembangan Produk

Pengembangan Produk Baru (*New Product Development*) adalah suatu prosedur dan metode secara keseluruhan yang digunakan oleh suatu perusahaan untuk merancang produk baru dan membawa produk baru tersebut ke publik. Perusahaan biasanya menganggap pengembangan produk baru sebagai tahapan pertama dalam menghasilkan dan mengkomersia-lisasikan produk baru sebagai proses strategis dari manajemen siklus hidup produk yang digunakan untuk memelihara atau mengembangkan pangsa pasar (*market share*) perusahaan. Menurut Booz Allen dan Hamilton yang diterjemahkan oleh Djaslim Saladin (2002) terdapat enam golongan di dalam pengembangan produk, yaitu:

a. Produk baru bagi dunia, yaitu produk yang diciptakan pasar yang baru sama sekali.
b. Lini pengembangan produk baru, yaitu lini produk yang benar-benar baru pertama kali dipasarkan oleh perusahaan.
c. Tambahan Lini Produk yang sudah ada, perusahaan menambah lini produk.
d. Merevisi pasar yang sudah ada, yaitu penyempurnaan produk yang sudah ada sehingga memberikan nilai yang lebih tinggi atau mengganti dengan produk yang baru.
e. Penempatan kembali, yaitu memposisikan kembali para segmentasi produk yang sudah baru atau yang sudah ada.
f. Penekanan biaya, yaitu produk yang sama, tetapi melalui biaya yang rendah.

Keberhasilan jangka panjang suatu perusahaan bergantung pada kemampuannya untuk berkompetisi dengan perusahaan lain, yaitu dengan senantiasa memberikan inovasi-inovasi terhadap produknya, dan menjadikan produk-produk buatannya superior dibandingkan produk buatan perusahaan lain. Hal ini bisa dicapai dengan melakukan pengembangan produk baru, sehingga perusahaan dapat terus memenuhi kebutuhan konsumen yang terus berubah.

Stage-Gate Model

Sistem *Stage-Gate* adalah sebuah jalan konseptual dan operasional untuk menjalankan proyek pengembangan produk baru dari mulai penggagasan ide sampai dengan peluncuran produk.Sistem ini didesain oleh Dr. Robert G. Cooper dan terdiri dari beberapa tahapan yang sudah ditentukan, aktivitas lintas fungsi dan paralel. Pintu masuk setiap *stage* disebut *gate*. *Gate* ini mengendalikan proses dan difungsikan sebagai pengendalian kualitas dan titik keputusan apakah akan melanjutkan ke tahap berikutnya. Kumpulan *stage* dan *gate* ini membentuk format yang disebut sebagai proses*Stage-Gate*.

Gambar 1. Model *stage-gate*

Tahapan-tahapan (*stages*) dalam *Stage-Gate Model* adalah sebagai berikut:

a. *Discovery*: Pekerjaan yang dirancang untuk menemukan dan membuka kesempatan dan menghasilkan ide-ide
b. *Scooping*: Stage ini berhubungan dengan penelitian awal terhadap pasar atau investigasi pendahuluan proyek yang biasanya termasuk keuntungan teknis dan prospek pasar.
c. *Build Business Case*: Kelanjutan dari stage *scooping*, yang merupakan investigasi yang jauh lebih mendalam mengenai prospek komersial dan kelayakan dari produk. Tahapan ini merupakan yang paling kritikal karena memutuskan apakah proyek pengembangan produk baru akan dilanjutkan atau dihentikan.
d. *Development*: Stage ini berisi desain aktual yang terinci mengenai produk baru serta desain operasi atau proses produksi, juga berisi perincian peramalan volume penjualan, biaya produk dan standar kualitas produk.
e. *Testing and Validation*: Pengujian atau percobaan pada pasar, laboratorium untuk verifikasi dan validasi produk baru dalam rangka memastikan bahwa proyek pengembangan produk baru berjalan sebagaimana mestinya dan lancar.
f. *Launch*: Stage terakhir dari proses, yang berisi komersialisasi proyek, dan merupakan awal dari operasi produksi penuh, pemasaran dan penjualan produk.

Gate merupakan evaluasi dari berjalannya proyek sampai sekarang.*Gate* menentukan apakah proyek seharusnya dilanjutkan atau tidak ke *stage* selanjutnya berdasarkan performa atau kinerja pada *stage-stage* sebelumnya. Adapun jenis-jenis *gate* adalah:

a. *Idea Screen*: Titik dimana proyek dilahirkan. Ini merupakan *gate* yang masih belum ketat dan mengarahkan proyek untuk memenuhi kunci yang "harus dipenuhi" dan yang "sebaiknya dipenuhi."
b. *Second Screen*: Merupakan pengulangan dari *Gate* 1 yaitu proyek dievaluasi kembali berdasarkan informasi yang didapatkan pada *stage* 1.
c. *Go to Development*: Ini merupakan *gate* final sebelum memasuki tahap development, titik keputusan apakah proyek harus dihentikan atau dapat dilanjutkan.
d. *Go to Testing*: *Gate* ini adalah pengecekan dari perkembangan produk dan proyek. *Gate* ini juga kembali mengevaluasi sisi ekonomis dengan merevisi analisis finansial berdasarkan data yang baru dan lebih akurat.
e. *Go to Launch*: *Gate* akhir yang mengantar proyek kepada komersialisasi penuh produk, peluncuran di pasar dan produksi penuh atau awal dari operasi produksi.

METODE PENELITIAN

Menurut H.W. Hendrick (2002), makroergonomi merupakan suatu studi yang mempelajari bagaimana mengoptimalkan organisasi dan desain sistem kerja dengan mempertimbangkan variabel manusia, teknologi dan lingkungan serta interaksi di antara variabel tersebut. Suatu sistem kerja terdiri atas personil yang saling berinteraksi dengan perangkat keras dan lunak. Suatu sistem pekerjaan melibatkan dua atau lebih individu yang bekerja bersama untuk mencapai suatu tujuan umum dalam suatu organisasi. Makroergonomi telah dikenal sebagai subdisiplin ergonomi yang terkait dengan hubungan manusia, organisasi dan teknologi. Metode makroergonomi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Macroergonomics Intervention Program*.Tujuan dari *Macroergonomics Intervention Program* ini fokus dalam menyediakan sekumpulan langkah yang logis dan terintegrasi dalam sebuah metodologi yang digunakan ketika melakukan proyek ergonomi. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam *Macroergonomics Intervention Program* yang harus dilakukan untuk menyusun proses:

a. Tahap 1: *Establish the Need for the Program*
b. Tahap 2: *Define the General and Specific Objectives*
c. Tahap 3: *Research Design*
d. Tahap 4: *Update the Initial Planned Situation in the Program*
e. Tahap 5: *Planned Activities Within the Intervention Program*
f. Tahap 6: *Expected and Unexpected Effects During Planning*

HASIL PENELITIAN

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data dengan menggunakan langkah-langkah dalam *Macroergonomics Intervention Program*, didapat beberapa faktor yang menyebabkan UKM belum melakukan ekspor sebagai berikut:

a. Proses ekspor yang rumit (mengurus surat-surat, kapasitas produksi, dll).
b. Bisnis yang dilakukan saat ini hanya sekedar hobi, tidak mempunyai pengetahuan bisnis yang baik.

c. Sudah puas dengan keadaan usaha yang dikerjakan saat ini, khawatir dengan risiko pengembangan bisnis.
d. Kurangnya fasilitas dari pemerintah terutama dalam mendukung ekspor produk UKM.
e. Kesulitan dalam mencari bahan baku sehingga menghambat kapasitas produksi.
f. Kesulitan memasarkan produk ke luar negeri.
g. Khawatir ditipu oleh pembeli luar negeri.

Dari beberapa faktor diatas, dibuat *Combination ID/ Matrix* untuk mengetahui hubungan sebab-akibat dari semua faktor sehingga bisa diketahui faktor apa yang menjadi akar permasalahan dan mempunyai hubungan yang kuat dengan faktor lain sehingga menyebabkan dampak yang lebih banyak lagi. Tanda panah ke atas menunjukkan sebab, sedangkan tanda panah ke samping menunjukkan akibat dari hubungan antara kedua faktor tersebut. Berikut ini adalah tabel *Combination ID/ Matrix* dari faktor - faktor yang menyebabkan UKM belum melakukan ekspor:

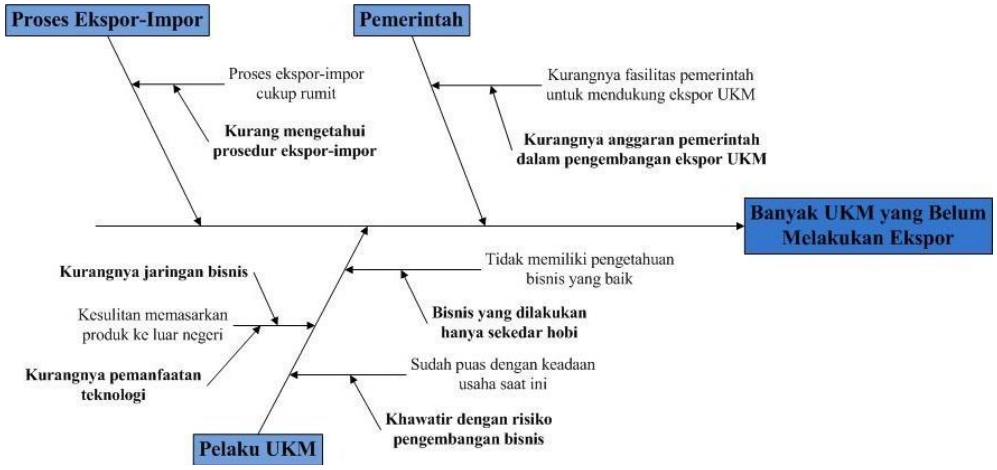
Faktor UKM Belum Ekspor	Proses ekspor rumit 1	Tidak mempunyai pengetahuan bisnis yang 2	Sudah puas dengan kondisi usaha saat ini 3	Kurangnya fasilitas dari pemerintah 4	Kesulitan mencari bahan baku 5	Kesulitan memasarkan produk ke luar negeri 6	Khawatir ditipu oleh pembeli luar negeri 7	***Total in***	***Total out***	***Total in and out***	***Strength***
1. Proses ekspor rumit	■	◎	○↑	○		◎↑		2	2	4	24
2. Tidak mempunyai pengetahuan bisnis yang baik	◎↑	■	◎↑	◎	△↑	◎↑	○↑	5	1	6	40
3. Sudah puas dengan kondisi usaha saat ini	○	◎	■	○	△	○	◎	0	6	6	28
4. Kurangnya fasilitas dari pemerintah	○↑	◎↑	○↑	■	△↑	○↑	○↑	6	0	6	22
5. Kesulitan mencari bahan baku		△	△↑	△	■	○↑		2	2	4	6
6. Kesulitan memasarkan produk ke luar negeri	◎	◎	○↑	○	○	■		1	4	5	33
7. Khawatir ditipu oleh pembeli luar negeri		○	◎↑	○			■	1	2	3	15

Keterangan:
◎ = Hubungan kuat (9 poin)
○ = Hubungan Sedang (3 poin)
△ = Hubungan Lemah (1 poin)

Gambar 2. Combination ID/ matrix

Dari hasil matriks diatas, dapat disimpulkan bahwa faktor yang memiliki hubungan sebab-akibat yang kuat dengan faktor lain yang menyebabkan UKM di Indonesia saat ini belum melakukan ekspor adalah kurangnya pengetahuan bisnis yang dimiliki oleh pelaku UKM (*Strength*: 40 poin). Hal ini menyebabkan pelaku UKM cepat merasa puas dengan kondisi usaha mereka yang sudah sukses, belum berpikir untuk mengembangkan bisnisnya (*Total out*: 6). Dukungan pemerintah dalam proses ekspor-impor bagi UKM merupakan indikator utama untuk mengatasi masalah-masalah tersebut (*Total in*: 6).

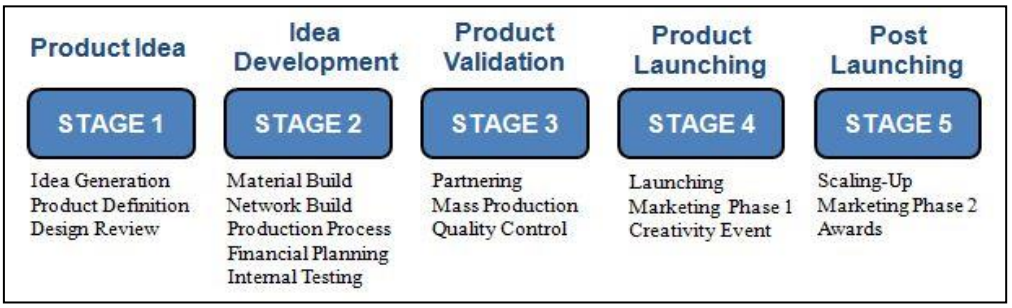
Untuk memahami permasalahan dengan lebih mudah, dibuat diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) dari lima faktor utama berdasarkan nilai strength yang paling tinggi. Kelima faktor utama tersebut dikategorikan dalam tiga kategori yaitu proses ekspor-impor, pelaku UKM ,dan pemerintah. Di bawah ini adalah *fishbone diagram* dari kelima faktor utama diatas:



Gambar 3. Diagram sebab-akibat

PEMBAHASAN

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data serta diskusi dengan praktisi pengembangan bisnis yaitu Bapak Wempy Dyocta Koto (CEO Wardour and Oxford, *Global Business Development Agency*) dapat dimodelkan proses pengembangan produk untuk UKM. Dari tahapan proses pengembangan produk yang dibuat, diharapkan bisa menjawab permasalahan UKM seperti yang dijelaskan pada *Combination ID/ Matrix* dan Diagram Sebab-Akibat diatas. Berikut ini adalah model proses pengembangan produk untuk UKM yang Berorientasi Ekspor:



Gambar 4. Model proses pengembangan produk untuk UKM

Model yang dihasilkan terdiri dari lima tahap utama yaitu tahap ide produk, pengembangan ide, validasi produk, peluncuran produk, hingga analisis pasca peluncuran produk seperti tahapan pada *Stage-Gate Model*. Namun, ada tahapan pada *Stage-Gate Model* yang tidak dilakukan dalam model proses pengembangan produk UKM ini yaitu tahap Scooping. Kelima tahap utama ini disesuaikan dari hasil perbandingan tahapan proses pengembangan produk UKM yang dibuat dengan *Stage-Gate Model*. Jika dibandingkan dengan *Stage-Gate Model*, model proses pengembangan produk untuk UKM ini masih sangat sederhana karena masih banyak beberapa tahapan dalam *Stage-Gate Model* yang tidak dilakukan karena model proses pengembangan produk yang dibuat tersebut disesuaikan dengan kondisi dan permasalahan UKM.

Jadi, sebagai kesimpulan dalam analisis ini bahwa masalah kurangnya pengetahuan bisnis para pelaku UKM salah satunya dapat diatasi dengan memberikan pengetahuan seputar proses pengembangan produk bagi UKM yang memberikan tahapan-tahapan yang terstruktur dan sistematis dalam proses pengembangan produk sehingga diharapkan produk yang dihasilkan UKM memiliki standard dan kualitas yang bagus, mendorong inovasi produk, dan produk yang dihasilkan bisa bersaing di pasar global.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat diperoleh kesimpulan penelitian sebagai berikut:

a. Pendekatan makroergonomi dalam penelitian dengan metode *Macroergonomics Intervention Program* memberikan langkah-langkah yang terstruktur dan jelas dalam melakukan penelitian

terkait karena memberikan tahapan untuk memahami kondisi UKM dengan baik sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan kondisi UKM.

b. Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa kurangnya pengetahuan bisnis yang dimiliki oleh pelaku merupakan UKM faktor yang memiliki hubungan sebab-akibat yang kuat dengan faktor lain yang menyebabkan UKM di Indonesia saat ini belum melakukan ekspor. Hal ini menyebabkan pelaku UKM cepat merasa puas dengan kondisi usaha mereka karena khawatir dengan risiko yang terjadi dalam melakukan pengembangan bisnis. Dukungan pemerintah dalam proses ekspor-impor bagi UKM merupakan indikator utama untuk mengatasi masalah-masalah tersebut.
c. Masalah kurangnya pengetahuan bisnis para pelaku UKM salah satunya dapat diatasi dengan memberikan pengetahuan seputar proses pengembangan produk bagi UKM yang memberikan tahapan-tahapan yang terstruktur dan sistematis dalam proses pengembangan produk.
d. Jika dibandingkan dengan *Stage-Gate Model*, model proses pengembangan produk untuk UKM ini masih sangat sederhana karena karena model proses pengembangan produk yang dibuat tersebut disesuaikan dengan kondisi dan permasalahan UKM.

SARAN

Berikut ini adalah saran yang bisa diberikan berdasarkan penelitian ini:

a. Tahapan proses pengembangan produk yang dibuat ini ditargetkan untuk UKM Kreatif yang sudah mulai mengembangkan usahanya. Jadi, perlu adanya panduan tentang tahapan proses pengembangan produk berdasarkan siklus usahanya.
b. Sebagai validasi penelitian yang lebih baik lagi, perlu adanya studi kasus dalam penerapan tahapan proses pengembangan produk untuk UKM Kreatif ini, sehingga bisa diketahui lebih jelas mengenai kesesuaian dalam aplikasi langsung.
c. Perlu adanya pelatihan bagi pelaku UKM Kreatif untuk mensosialisasikan buku panduan hasil penelitian ini karena perlu penjelasan yang tidak mungkin bisa didapatkan dari hanya sekedar membacanya.

DAFTAR PUSTAKA

Ahrozi, Ahmad. April 2013. Wawancara Pribadi.

Anonim. (23 November 2012). *Ekonomi Kreatif Dorong Indonesia jadi Negara Maju.*30 Mei 2013.http://www.metrotvnews.com/metronews/read/2012/11/23/2/115031/Ekonomi-Kreatif-Dorong-Indonesia-jadi-Negara-Maju

Aulia. Mei 2013. Wawancara Pribadi.

Bahar, Naqdi Mahdi. (2012). "Theoritical Structure for Launching New Product Development (NPD) in Automotive Industry".*International Journal of Emerging Trends in Engineering and Development Issue 2, Vol. 5.*

Fiki, Tubagus. Maret 2013. Wawancara Pribadi.

Hareera, Sandra Haydee Mejias dan Luisa Huaccho Huatuco.(2011). "Macroergonomics Intervention Program.Recommendation for their Design and Implementation".*Wiley Periodical 2010, Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries(3) 227–243*.

Humaira, Siti. (2013). *Pendekatan Makroergonomi untuk Perbaikan Sistem Pengelolaan Sampah di DKI Jakarta*. Jakarta : Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Info Enterpreneurs.(n.d.).*Importance of Knowledge to a Growing Business*.11 Juni 2013.www.infoentrepreneurs.org/ en/guides/importance-of-knowledge-to-a-growing-business/

Koto, Wempy Dyocta.Juni 2013. Wawancara Pribadi.

Mohamad, Syarief dkk.(2011). *Peran UKM dalam Perekonomian Indonesia*. Semarang : Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Semarang.

Myra, Amanda, dkk. (2012). *Laporan Akhir Perancangan Teknik Industri*. Jakarta : Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Rafinaldy, Neddy.(2004). *Prospek Pengembangan Ekspor UKM.*Infokop Nomor 25 Tahun XX.

Rahayu, Eva Martha. (12 Desember 2012).*Tiga Strategi SMESCO Tingkatkan Industri UKM*. 22 April 2013. http://swa.co.id/listed-articles/tiga-strategi-SMESCO-tingkatkan-industri-ukm

Simarmata, Bastian. (22 November 2011). *Seksinya Ekspor Industri Kreatif Indonesia.*27 Maret 2013.http: //indonesiakreatif.net/uncategorized/seksinya-ekspor-industri-kreatif-indonesia/

Simarmata, Elitua H. dan Bastian Simarmata. (19 November 2011). *Bagaimana Posisi Industri Kreatif pada Perekonomian Nasional.*27 Maret 2013.http://indonesiakreatif.net/ uncategorized/bagaimana-posisi-strategis-industri-kreatif-dalam-perekonomian-nasional/

Stanton, Neville. (2005). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*.CRC Press.
Tague, Nancy R. (2005). *The Quality Toolbox 2nd Edition*. Wisconsin: ASQ Quality Press.
Winarto, Loso dan Darmawati Nazir.(2006). *Pengkajian Produk Unggulan dalam Meningkatkan Ekspor UKM dan Pengembangan Ekonomi Lokal.*Jurnal Pengkajian Koperasi Dan UKM Nomor 1 Tahun I.

ANALISIS TAMPILAN DAN PENYUSUNAN INFORMASI PADA PAPAN MENU *COFFEE SHOP* BERBASIS *EYE-TRACKER*

Erlinda Muslim[1] , Boy Nurtjahyo Moch.[2], Sherly Juanita[3], Maria Helena Lado[4]
[1,2,3,4]Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik - Universitas Indonesia, Depok 16424
Tel: (021) 78888805. Fax: (021) 78885656
Email: [1]erlinda@eng.ui.ac.id,[2]boymoch@eng.ui.ac.id,[3]sherly.juanita_ti07@yahoo.com,
[4]maria_ti2011@yahoo.com

ABSTRAK
Penelitian dengan objek gambar papan menu coffee shop yang berbasis tulisan dengan latar papan warna hitam dan tulisan putih dilakukan dengan menggunakan alat EyeLink II Head Fixed Eye-Tracker. Pergerakan pupil mata selama melihat papan menu saat eksperimen direkam oleh eye-tracker dan dihasilkan data berupa fiksasi, saccades, durasi fiksasi, perpindahan fiksasi mata, dll. Dari data yang diperoleh, akan dilakukan pengolahan data untuk menghasilkan fixation map dan laporan lainnya dan kemudian hasil akan dianalisis. Hasil akhir penelitian ini mendapatkan sebuah pola pembacaan dan juga daerah strategis pada papan menu coffee shop.

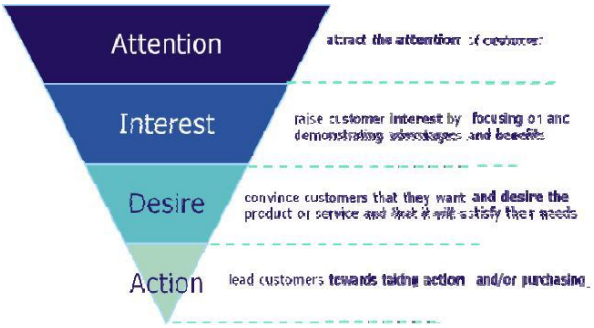
Kata kunci: *Daerah Strategis, Eye Tracker, Fixation Map, Papan Menu Coffee Shop, Pola Pembacaan.*

PENDAHULUAN

Pada umumnya bisnis waralaba makanan dan minuman (*Food and Beverage Franchise*), terutama bisnis restoran cepat saji dan kafe, menggunakan papan menu sebagai media informasi utama ke konsumen mengenai daftar makanan dan minuman yang dimilliki dan ditawarkan. Desain papan menu itu sendiri berbeda-beda antara setiap bisnis unit. Bentuk dan isi papan menu inilah yang menjadi media utama bagi konsumen untuk melakukan keputusan membeli ketika berada di dalam toko.

Pada kedai kopi (*coffee shop*) cenderung menggunakan papan menu yang berwarna gelap sebagai dasar papan dan tulisan warna terang (*white on black*). Isi dari papan menu juga cenderung hanya berupa tulisan dari menu yang tersedia. Keunikan nama-nama dari menu yang ada di *coffee shop* dan tampilannya yang berupa tulisan dengan warna monoton ini menjadi karakteristik pembeda yang khas antara *coffee shop* dengan restoran cepat saji.

Menurut penelitian yang pernah dilakukan oleh Rowan (2000), diketahui bahwa 75% konsumen masuk ke toko tanpa memiliki lis belanjaan yang akan mereka beli, dan 80% proses memilih dan membuat keputusan untuk membeli biasanya dialkukan pada saat terakhir (Cheskin, 2004) [1]. Oleh karena itu, objek visual pada suatu *caffeshop* memegang peranan penting dalam menarik atensi pelanggan, sehingga penting adanya penelitian mengenai atensi konsumen pada saat berbelanja.



Gambar 1. Model AIDA
Sumber: *Marketing in the 21st Century*, ed. 4, hal. 233

Keempat elemen AIDA tersebut membutuhkan pendekatan penelitian yang berbeda dikarenakan oleh tingkat kompleksitas dan perbedaan karakteristik dari masing-masing elemen. Oleh karena itulah, penelitian berfokus pada elemen "atensi" sebagai proses awal yang mempengaruhi keputusan membeli.

Merujuk pada keunikan yang dimiliki *coffee shop* yang menggunakan papan menu berbasis tulisan (*white onblack*) sebagai media informasi utama bagi konsumendalam memilih menu dan mela kukan

keputusan membeli, dilakukan sebuah penelitian yang mempelajari perilaku konsumen melalui alat *eye-tracker* ketika konsumen melihat papan menu *coffee shop* pada layar monitor eksperimen. Tujuan utama yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah identifikasi daerah strategis pada papan menu dan pola baca yang terbentuk (*directionality*).

METODE PENELITIAN

Pengamatan Perilaku Konsumen di *Cof fee Shop*

Pengamatan dan pemah aman menge nai perilaku konsumen ini dig unakan sebagai acuan dalam perancangan penelitian sehingga langkah-langkah penelitian yang ditentukan dapat mempresentasikan kondisi aktual ke dalam eksperimen *eye-tracking* yang dibuat. Pada penelitian ini digunakan 2 pendekatan dalam mempelajari perilaku konsumen pada *coffee shop*, yaitu penyebaran kuesioner dan pengamatan langsung.

Penyebaran kuesioner ini merupakan *preliminaryresearch* mengenai tanggapan konsumen mengenai menu untuk mengetahui peranan papan menu pada saat proses pembelian.

Tabel 1. Profil Responden Kuesioner Awal

PROFIL RESPONDEN			
Laki-laki		Perempuan	
Mahasiswa	Karyawan	Mahasiswa	Karyawan
20	4	37	6

Responden Penelitian

Responden pada penelitian ini dipilih berdasarkan kriteria sebagai berikut ini:

- Jenis kelamin: perempuan atau laki-laki
- Berusia antara 18-28 tahun (berdasarkan ulang tahun yang terakhir)
- Sudah pernah mengunjungi *coffee shop*
- Responden tidak mengalami kesulitan penglihatan tanpa menggunakan kacamata, namun pengguna *softlens* masih dapat berpartisipasi
- Responden tidak mengetahui informasi mengenai objek penelitian yang akan diujikan

Jumlah responden yang dibutuhkan pada penelitian *eye-tracking* menurut Kara Pernice dan Jakob Nielsen(2009) adalah sebanyak 39 orang (30 orang minimal dengan 9 orang untuk *allowance* terjadinya *error*) untuk menampilkan hasil 1 *heat map* [2]. Pada penelitian ini, dilakukan perbandingan antar perempuan dan laki-laki, oleh sebab itu minimal jumlah responden per *gender* adalah 39 orang.

Tabel 2. Profil Responden *Eye-Tracking Experiment*

PROFIL RESPONDEN					
	Laki-Laki		**Perempuan**		
	Mahasiswa	**Karyawan**	**Mahasiswa**	**Karyawan**	**Jumlah Total**
Total Responden	**45**	**1**	**51**	**0**	**97**
Error	**6**	**0**	**11**	**0**	**17**
Responden Untuk Penelitian	**39**	**1**	**40**	**0**	**80**

Perangkat *Eye-Tracker* yang Digunakan

Pada penelitian ini, alat yang digunakan adalah EyeLink II Head Fixed Eye-Tracker yang dikembangkan oleh Laboratorium Ergonomi Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia. Perangkat ini terdiri dari 4 bagian utama, yaitu EyeLink II Host PC, EyeLink II Display PC, EyeLinkII PCI Card, dan EyeLinkII Headband [3]. Personal computer yang digunakan yaitu LCD HANNS-GHi221 22 inch dan Processor Intel® Core 2 CPU T5550 @ 1.83GHz.

Objek Visual Penelitian

Dalam penelitian ini, objek visual yang diujikan adalah gambar papan menu pada *coffee shop*. Gambar ini dibuat dengan menggunakan perbandingan yang sebanding dengan papan menu salah satu *coffee shop*. Guna mendapatkan *behavior* konsumen dalam melihat papan menu, maka gambar papan menu yang dibuat ini menggunakan daftar menu gabungan dari berbagai *coffeeshop* yang ada dengan urutan yang berbeda pula. Namun,secara umum susunan tampilan papan menu tetap mengikuti susunan yang ada pada kondisi nyata pada *coffee shop* agar tetap merepresentasikan kondisi yang ada.Berikut

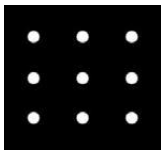
merupakan gambar objek visual yang digunakan pada penelitian ini

Gambar 2. Objek Visual Penelitian

Pengumpulan Data

Penelitian ini secara umum akan melalui 3 tahap pada saat pelaksanaan eksperimen terhadap responden, yaitu: pemasangan dan pengaturan alat ke responden, kalibrasi pupil mata, dan sesi perekaman pergerakan pupil mata.

Gambar 3. EyeLink II *Headband* yang Dipasang pada Kepala Responden



Gambar 4. Titik Stimuli Kalibrasi

Ketiga tahap ini memegang peranan yang penting dalam menghasilkan data agar tidak terjadi *error* [4]. Objek yang diteliti pada penelitian ini hanya satu gambar papan menu dan setiap responden hanya menghasilkan 1 data *recordingsession*.

Gambar 5. *Layout* Ruangan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Daerah Strategis

Dalam mengidentifikasi daerah strategis papan menu *coffee shop*, digunakan hasil dari *fixation map* untuk 3kategori responden yang ada, yaitu: *general* (80 responden), perempuan (40 responden), dan laki-laki (40 responden). Daerah strategis yang dimaksud pada penelitian ini adalah daerah yang paling banyak menarik atensi responden dalam bentuk durasi fiksasi selama 20 detik *recording session.*

Fixation map dari kategori semua respondenmerupakan hasil perhitungan dan kumulasi fiksasi mata 80 responden yang dituangkan ke dalam sebuah gambar dengan indikator warna sebagai penunjuk tinggi rendahnya intensitas durasi yang terjadi pada titik tertentu. Kemudian akan dilakukan analisis lanjut mengenai hasil *fixation map* dengan adanya perbedaan *gender*.

Gambar 6. *Fixation map* kategori *general*/ semua responden

Untuk kategori *general*/ semua responden (Gambar 6) terlihat bahwa luasan daerah fiksasi paling besar terjadi di *interest area coffee.* Hal ini menunjukkan bahwa daerah strategis papan menu *coffee shop* berdasarkan hasil fiksasi mata 80 responden adalah daerah *coffee.*

Gambar 7. *Fixation map* kategori perempuan

Untuk kategori perempuan (Gambar 7) terlihat bahwa daerah strategis papan menu *coffee shop* berdasarkan hasil fiksasi mata 40 responden perempuan adalah daerah *coffee.* Sebenarnya luasan daerah fiksasi yang terjadi padaIA *coffee* dan *ice-blended* hampir sama besar, sehingga bisa dikatakan bahwa 40 responden perempuan menunjukkan ketertarikan yang hampir sama besar dalam melihat IA *coffee* dan *ice-blended*.

Gambar 8. *Fixation map* kategori laki-laki

Untuk kategori laki-laki (Gambar 8) terlihat bahwa daerah strategis papan menu *coffee shop* berdasarkan hasil fiksasi mata 40 responden laki -laki sama dengan hasil kategori *general dan perempuan*, yaitu daerah *coffee.*

Dari hasil *fixation map* terlihat daerah-daerah tertentu yang diselimuti oleh luasan dengan warna yang berbeda-beda. Warna yang berbeda-beda tersebut mengindikasikan intensitas durasi dari fiksasi yang terjadi pada titik tersebut, yakni warna merah yang melambangkan intensitas tinggi sedangkan warna hijau melambangkan intensitas rendah. Pada setiap *fixation map*, akan terlihat *indicator bar* intensitas dengan *range* durasi waktu (msec)dari minimum (0) sampai dengan durasi maksimumnya. Untuk setiap *fixation map* antar kategori akan memiliki *range* nilai maksimum yang berbeda. *Range* nilai durasidan indikator warna tersebut berguna untuk menginterpretasikan makna warna-warna tersebut pada gambar stimulus.

Untuk mengetahui lebih detail secara kuantitatif besarnya atensi yang jatuh pada setiap *interest area*, dilakukan ekstraksi data persentase durasi fiksasi yang dihasilkan oleh setiap *trial*, dan dilakukan perhitungan manual untuk keseluruhan dengan menggunakan Ms. Excel. Secara keseluruhan, hasil kuantitatif durasi fiksasi pada *interest area* tertentu pada papan menu dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 3. Persentase durasi fiksasi seluruh kategori

Kategori	Presentase Durasi Fiksasi Pada Interest Area							
	Coffee	Ice-blended	Chocolate	Make it	Weekly	Boost	Today's	Bring
Umum	29.94%	24.17%	22.47%	16.92%	1.52%	2.37%	1.72%	1.16%
Perempuan	30.10%	26.68%	22.06%	15.99%	1.22%	2.01%	1.35%	0.82%
Laki-Laki	29.77%	21.66%	22.88%	17.84%	1.82%	2.73%	2.10%	1.51%

Tabel 4. Urutan daerah strategis papan menu coffee shop

Kategori	Urutan Daerah Strategis Papan Menu Coffee Shop							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Umum	Coffee	Ice-blended	Chocolate	Make it	Boost	Today's	Weekly	Bring
Perempuan	Coffee	Ice-blended	Chocolate	Make it	Boost	Today's	Weekly	Bring
Laki-Laki	Coffee	Chocolate	Ice-blended	Make it	Boost	Today's	Weekly	Bring

Dari hasil kuantitatif dapat dilihat dengan jelas bahwa dari ketiga kategori, persentase durasi fiksasi yang terbesar terdapat pada IA *coffee.* Walaupun terdapat beberapa perbedaan pada urutan selanjutnya, namun secara garis besar hasil dari ketiga kategori yang ada adalah sama, yaitu dengan urutan: *coffee, ice-blended, chocolate, makeit, boost, today's, weekly, bring.*

Perbedaan hanya terjadi pada kategori laki-laki yang ditandai dengan warna ungu pada Tabel 4. Besarnya perbedaan persentase antara kedua *interest area* ini tidak mencapai 1%, di mana bisa dikatakan bahwa perbedaan yang terjadi tidak signifikan dan ketertarikan antara IA *chocolate* dan *ice-blended* pada kategori laki-laki hampirsama besar.

Dari hasil tampilan kualitatif dan perhitungan kuantitatif data durasi fiksasi, diperoleh bahwa daerah strategis pada papan menu *coffee shop* jatuh pada *interestarea coffee* yang berada di sebelah kiri. Munculnya *behavior* bahwa ternyata orang paling banyak tertarikatensinya pada *interest area coffee* dan bukan pada daerah tengah seperti hasil penelitian - penelitan *eye-tracker* pada umumnya, bisa disebabkan karena papan menu ini merupakan papan menu *coffee shop* yang pada dasarnya menjual minuman kopi, maka orang akan secara otomatis untuk mencari minuman kopi. Bisa juga disebabkan karena objek visual pada penelitian ini merupakan gambar yang berbasis tulisan dan bukan gambar, sehingga perilaku yang muncul ketika responden melihat objek visual ini pun tidak sama dengan pola melihat gambar.

Identifikasi Pola Pembacaan

Setelah mengetahui daerah strategis pada papan menu, dilakukan pengolahan data lebih lanjut untuk mengetahui pola pembacaan yang terjadi pada papan menu. Pola pembacaan yang dimaksud pada penelitian ini adalah urutan dan arah perpindahan fiksasi mata ketika responden melihat dan membaca informasi pada papan menu. Untuk mendapakan hasil pola pembacaan, dilakukan dengan 2 langkah sebagai berikut:

1. Identifikasi pola dasar pembacaan berdasarkan perpindahan *interest area*.
2. Pengamatan lebih detail mengenai pergerakan yang terjadi di dalam *interest area*.

Identifikasi pola dasar pembacaan dilakukan dengan cara melihat kolom hasil yang ada pada laporan *fixationreport.* Di dalam laporan *fixation report* terdapat banyakdata mentah dari percobaan untuk setiap responden, namun untuk mendapatkan pola pembacaan ini, digunakan data mengenai jatuhnya fiksasi dari IA tertentu dan perpindahannya ke IA selanjutnya. Pengambilan data tersebut dilakukan untuk perpindahan 3 *interest area* pertama.

Proses penyaringannya dilakukan dengan menggunakan *sorting* pada Ms.Excel. Penentuan pola dasar ini akan dilakukan dengan metode rantai. Berikut merupakan tampilannya:

Tabel 5. Penentuan Pola Baca Dasar Metode Rantai

Saringan Fiksasi Metode Rantai					
1 st Interest area		2nd Interest area		3rd Interest area	
Jumlah Trial	Interest Area	Jumlah Trial	Interest Area	Jumlah Trial	Interest Area
44	Coffee	33	Ice Blended	17	Chocolate

				16	Cofee
		6	Coffee		
		3	Chocolate		
		2	Make it		
23	Ice Blended				
11	Chocolate				
2	Make it				

Dengan melakukan proses penyaringan metode rantai, diperoleh pola baca dasar pada papan menu *coffee shop* adalah dimulai dari sebelah kiri (*coffee*) dan bergerak ke kanan (*ice-blended* dan *chocolate*). Pola yang terbentuk ini ternyata cukup mirip dengan pola yang dipaparkan oleh Jakob Nielsen, bahwa pertama pola pembacaan berlangsung secara horizontal dari kiri ke kanan.

Setelah mendapatkan pola dasar pembacaan pada papan menu *coffee shop,*dilakukan penyaringan pola baca berdasarkan frekuensi kunjungan yang didapatkan dari hasil kuesioner responden setelah pelaksanaan penelitian. Bersesuaian dengan hasil kuesioner, ada 3 golongan responden berdasaran frekuensi kunjungannya, yaitu: sangat sering, cukup sering, dan jarang. Dengan cara yang sama yakni metode rantai, dilakukan penyaringan pola untuk ketiga golongan responden tersebut.

Tabel 6. Pola Pembacaan Responden Berdasarkan FrekuensiKunjungan

Pola Pembacaan Responden Sesuai Frekuensi Kunjungan						
Frekunsi Kunjungan	1 st Interest area		2nd Interest area		3rd Interest area	
	Jumlah Trial	Interest Area	Jumlah Trial	Interest Area	Jumlah Trial	Interest Area
Sangat Sering	5	Coffee	5	Ice Blended	4	Coffee
					1	Chocolate
	1	Ice Blended				
Cukup Sering	21	Coffee	18	Ice Blended	10	Chocolate
					8	Coffee
			1	Coffee		
			1	Chocolate		
			1	Make it		
	12	Ice Blended				
	1	Chocolate				
	1	Make it				
Jarang	18	Coffee	10	Ice Blended	6	Chocolate
					4	Coffee
			5	Coffee		
			2	Chocolate		
			1	Make it		
	10	Ice Blended				
	10	Chocolate				
	1	Make it				

- Untuk golongan sangat sering, didapatkan pola baca yang cukup homogen, yakni *coffee ice-blended coffee*.
- Untuk golongan cukup sering menghasilkan pola baca yang lebih bervariasi dari golongan sangat sering, namun mayoritas masih menghasilkan pola baca yang sama, yakni: *coffee ice-blended chocolate.*
- Untuk golongan jarang menghasilkan variasi yang besar dalam pembentukan pola baca, pola umum yang dihasilkan adalah: *coffee ice-blended chocolate.*

Dapat dilihat bahwa pada golongan cukup sering muncul banyak variasi dalam pola baca, namun jumlah dominan masih cukup banyak sehingga pola yang terbentuk oleh responden dengan golongan tersebut masih bisa dikatakan cukup homogen. Besarnya variasi meningkat pada hasil pola pembacaan dari golongan jarang yang terlihat dari perbedaan jumlahnya yang mendekati antara satu dan lainnya.

Homogenitas dari pola pembacaan yang terbentuk dari golongan responden tersebut membuktikan bahwa frekuensi kunjungan juga memberikan pengaruh dalam pola responden

membaca papan menu *coffee shop.* Orang yang sering mengunjungi memiliki pola yang lebih teratur dan homogen, sedangkan orang yang memang jarang mengunjungi *coffee shop* akan menghasilkan pola baca yang lebih bervariatif.

Selain dari hasil laporan *fixation map*, dilakukan juga pengamatan pola baca satu per satu dari 80 *trial* yang ada melalui *gaze replays* yang berbentuk video. *Gaze replays* ini merupakan video yang menampilkanrekaman pergerakan pupil pada saat pelaksanaan percobaan *eye-tracking*. Pengamatan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pergerakan pupil ketika berada di dalam *interest area* tertentu. Dari hasil pengamatan video, rata-rata responden melakukan pola membaca cepat yang membentuk pola "F" seperti yang diutarakan Jakob Nielsen [5]. Pada umumnya pupil bergerak membaca informasi *list* menu yang ada, dan terkadang bergerak ke harga *list* tertentu. Tetapi sebagian besar pupil bergerak dan melakukan pembacaan pada *list* menu yang ada pada suatu *interest area*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa walaupun responden terdiri dari golongan fruekuensi kunjungan yang berbeda-beda, namun tetap membentuk pola umum yang cukup homogen, yakni: pola baca terjadi secara horizontal bergerak dari kiri ke kanan. Pola baca ini serupa dengan hasil penelitian Jakob Nielsen (2006).

KESIMPULAN

Dalam mengembangan penelitian berbasis *eye-tracker* dengan objek visual berupa gambar papan menu *coffee shop*, langkah-langkah yang perlu dilakukan secaragaris besar terdiri dari penentuan metode pengamatan perilaku konsumen, pemilihan responden penelitian, perangkat eye-tracker yang digunakan, objek visual penelitian, pembuatan *script* dan *eye-tracking experiment*, dan metode pengumpulan dan pengolahan data.

Penelitian ini menggunakan objek visual berupa papan menu *coffee shop* pada umumnya yang berbasis tulisan dengan latar papan warna hitam (gelap) dan tulisan putih. Setelah dilakukan pengolahan data dari hasil *eye-tracking experiment* dengan jumlah responden 80 orang,menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- Daerah pada papan menu *coffee shop* yang paling banyak menarik atensi responden (daerah strategis) dalam bentuk durasi fiksasi adalah daerah *interest areacoffee* yang terletak di pojok kiri pada sebuah papanmenu.
- Dengan latar belakang demografi pendidikan yang sama pada 80 responden, perbedaan gender responden tidak memberikan pengaruh signifikan dalam perilaku responden melihat papan menu *coffee shop* yang ditunjukkan oleh hasil daerah strategis dari responden laki-laki dan perempuan adalah sama, yaitu pada *interest area coffee.*
- Pola pembacaan yang merupakan hasil *behavior* konsumen dalam melihat papan menu *coffee shop* membentuk pola yang serupa dengan orang membaca tulisan pada umumnya, yakni berbentuk huruf "F". Pada papan menu *coffee shop*, pola umum pergerakan pandangan responden dimulai dari sebelah kiri dan bergerak ke kanan (*interest area coffee* *interest areaice-blended* *interest area chocolate*).
- Perbedaan karakteristik responden berdasarkan frekuensi kunjungan ke *coffee shop* memberikan pengaruh terhadap variasi dari pola pembacaan yang terbentuk. Semakin sering frekuensi kunjungan yang dilakukan, maka variasi dari pola pembacaan antar responden golongan tersebut menjadi kecil dan sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

Chandon, P., Hutchinson, J.W., Bradlow, E.T. and Young, S.H. (2009). *Does In-Store Marketing Work? Effects of the Number and Position of Shelf Facings on Brand Attention and Evaluation at the Point of Purchase. Journal of Marketing,* 73, 1-17.

Pernice, Karra, & Nielsen, Jakob. (2009). *Eyetracking methodology: How to conduct and evaluate usability studies using eyetracking.* CA:Nielsen Norman Group.

EyeLink II User Manual Version 2.11. (2005).Canada: SR Research Ltd.

Prehadi, Agung. (2008). *Perancangan eye trackeruntuk laboratorium faktor manusia dan implementasinya pada studi kasus: Web usability www.ie.ui.ac.id.*Jakarta: Teknik Industri UniversitasIndonesia.

Nielsen, Jakob. (2006, April 17). *F-shaped patternfor reading web content.* June 10, 2011.http://www.useit.com/alertbox/reading_pattern.html

DESAIN KAMAR MANDI UNTUK ORANG LANJUT USIA (STUDI KASUS PANTI WREDHA DHARMA BAKTI)

Bambang Suhardi[1], Brian Pujo Utomo[2] , Taufiq Rochman[3]
[1,2,3] Laboratorium Perancangan Sistem Kerja & Ergonomi Industri
Jurusan Teknik Industri Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: bambangsuhardi_ugm@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Kamar mandi merupakan salah satu fasilitas yang disediakan bagi penghuni Panti Wredha Dharma Bakti. Berdasarkan pengamatan dan wawancara kepada orang lanjut usia penghuni Panti Wredha Dharma Bakti, menunjukkan bahwa kamar mandi yang ada kondisinya sangat beresiko bagi para orang lanjut usia. Untuk itu perlu dilakukan desain ulang terhadap kamar mandi, sehingga bisa meminimalkan resiko terhadap pengguna.Tahapan perancangan kamar mandi sebagai berikut: identifikasi suara konsumen, perumusan tujuan perancangan, pembangkitan kriteria, penentuan data antropometri, perhitungan persentile, dan perancangan kamar mandi (2D dan 3D). Hasil rancangan kamar mandi untuk orang lanjut usia diperlukan penambahan tempat duduk mandi, kloset duduk, shower, hand rail, dan perancanganz fasilitas lainnya yang disesuaikan dengan antropometri orang lanjut usia.

***Kata kunci**: antropometri, kamar mandi, orang lanjut usia*

PENDAHULUAN

Setiap manusia pasti akan mengalami proses penuaan yang berarti bertambah pula usia atau umur seseorang.Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 tahun 1998 menyatakan bahwa seseorang yang telah mencapai usia 60 tahun ke atas disebut dengan golongan lanjut usia (lansia). Lansia yang berusia lebih dari 70 tahun atau lansia dengan usia 60 tahun atau lebih dengan masalah kesehatan termasuk kategori lansia resiko tinggi. Proses penuaan ini diiringi dengan penurunan fungsi dan struktur tubuh serta rentan terhadap masalah kesehatan. Konsekuensi dari proses penuaan adalah timbulnya masalah fisik, mental, maupun sosial. Nugroho (1995) menyatakan bahwa lansia cenderung mempunyai tingkat ketergantungan yang tinggi karena secara alamiah kemampuan fisiologis organ lansia telah mengalami penurunan fungsi seperti gerakan otot yang semakin kaku, stabilitas gerakan tangan yang gemetaran, kontrol keseimbangan semakin labil dan berbagai penurunan fungsi organ lainnya. Tarwaka (2004) menyatakan keterbatasan fisik lansia tersebut nantinya akan berpengaruh pada penggunaan sarana ataupun fasilitas yang mendukung lansia dalam melakukan aktivitas sehari- hari.

Panti Wredha Dharma Bakti merupakan salah satu unit pelayanan yang dimiliki Pemerintah Kota Surakarta. Panti wredha ini berfungsi untuk menampung, merawat, dan membina para lansia yang terlantar maupun lansia yang dititipkan oleh keluarganya.

Kamar mandi merupakan salah satu fasilitas di panti wredha. Kamar mandi ini digunakan para lansia untuk melakukan aktivitas mandi, buang air kecil, dan buang air besar. Jumlah kamar mandi di panti wredha sebanyak 5 buah. Pemakaian kamar mandi tidak dibedakan untuk pria maupun wanita. Para lansia secara bergantian memanfaatkan 5 buah kamar mandi tersebut. Intensitas pemakaian kamar mandi dalam sehari semalam tergolong tinggi, mengingat pemakai kamar mandi sebanyak 95 orang lansia.

Kroemer (1994) menyatakan bahwa sebuah rumah tinggal yang dihuni lansia perlu penyesuaian dan perancangan ulang kamar mandinya. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa kemampuan gerak motorik lansia telah banyak menurun karena penurunan kapasitas sensor motoriknya. Tarwaka dkk (2004) menyatakan kamar mandi merupakan wilayah paling berbahaya dalam suatu rumah tinggal, maka tempat tersebut perlu mendapat perhatian khusus melalui sentuhan rancang bangun yang ergonomis.

Kondisi kamar mandi saat ini tidak sesuai untuk lansia. Hal ini terlihat dari lantai kamar mandi yang licin, tidak ada pegangan untuk menopang dan menuntun lansia saat menggunakan kamar mandi, tidak ada gantungan handuk/baju, dan masih menggunakan kloset jongkok. Kondisi kamar mandi saat ini ditunjukkan pada Gambar 1.1. Hasil pengamatan awal ini diperkuat dengan hasil wawancara yang dilakukan pada 18 lansia penghuni panti wredha. Hasil wawancara menunjukkan bahwa 18 orang lansia menyatakan kondisi kamar mandi saat ini menghambat aktivitas lansia di kamar mandi. Sebanyak 14 orang mengeluh tidak ada alat bantu menopang badan saat mandi. Hal ini menyebabkan kelelahan. Keluhan terkait pemakaian kloset jongkok dinyatakan oleh 12 orang. Sebanyak 12 orang mengalami

kesulitan ketika membuka pintu kamar mandi. Kesulitan mengambil air dari bak mandi pada saat buang air besar/air kecil dinyatakan oleh 10 orang lansia. Hal ini disebabkan bak mandi yang terlalu tinggi. Berikut ini kondisi kamar mandi yang ada di Panti Wredha Dharma Bakti.

Gambar 1.1 Aktivitas Lansia di Kamar Mandi

Dengan mempertimbangkan kondisi kamar mandi saat ini dan berdasarkan hasil wawancara kepada lansia penghuni panti wredha, maka perlu dilakukan perancangan ulang kamar mandi. Dengan

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menghasilkan desain kamar mandi untuk orang lanjut usia penghuni Panti Wredha Dharma Bakti.

MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penelitian ini adalah memberikan kontribusi desain kamar mandi untuk orang lanjut usia penghuni Panti Wredha Dharma Bakti.

REVIEW PENELITIAN

Suhardi dan Sudadi (2013) melakukan perancangan tempat tidur periksa untuk lansia. Tahapan perancangan menggunakan tahapan Ulrich. Data antropometri yang diukur berasal dari lansia penghuni panti wredha dan tenaga kesehatan yang bertugas di panti wredha.

Suhardi dkk (2013) melakukan perancangan tempat wudhu untuk orang lanjut usia. Data antropometri yang diukur berasal dari lansia penghuni panti. Metode perancangan tempat wudhu dibagi menjadi dua tahapan yaitu: 1) tahap penentuan solusi perancangan berdasarkan keluhan dan keinginan lansia; 2) tahap penjelasan rancangan

Suhardi dkk (2013) melakukan redesain shelter bus Transjogja. Redesain shelter bus menggunakan pendekatan antropometri dan aksesibilitas. Data antropometri yang diukur berasal dari kaum difabel yang menggunakan kursi roda dan orang normal.

METODOLOGI

Untuk menghasilkan desain kamar mandi untuk orang lanjut usia, tahapan yang dilakukan sebagai berikut: 1) identifikasi suara konsumen (orang lanjut usia), 2) perumusan tujuan perancangan, 3) pembangkitan kriteria, 4) penentuan data antropometri, 5) perhitungan persentile, dan 6) perancangan kamar mandi (2D dan 3D).

HASIL

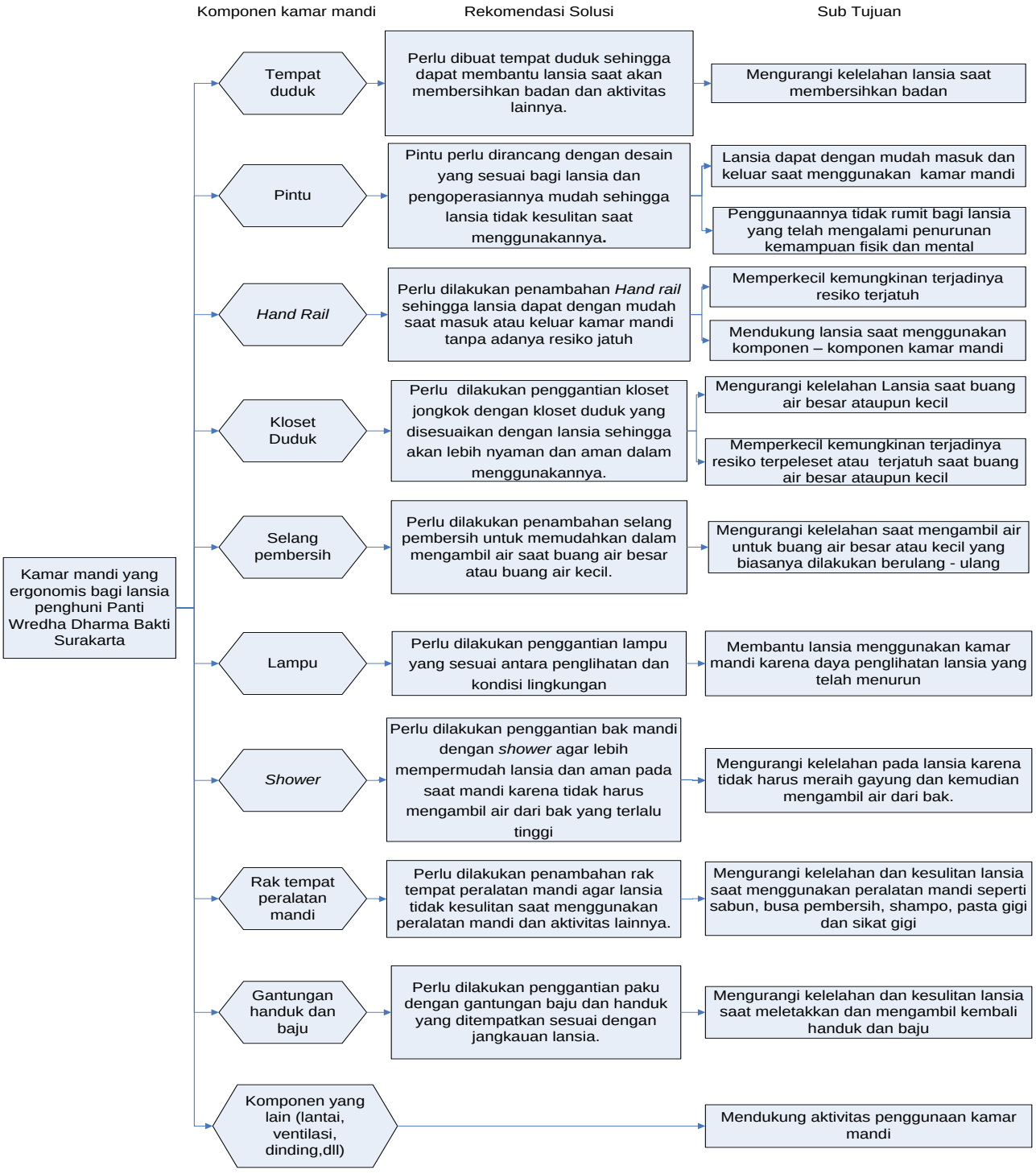
Hasil wawancara yang dilakukan kepada 18 orang lanjut usia penghuni Panti Wredha Dharma Bakti sebagai berikut:

Tabel 1. Identifikasi keluhan dan keinginan orang lanjut usia

Keluhan	Keinginan	%	Solusi
Tidak tahan lama berdiri saat mandi	Perlu tempat duduk	77,78	Perlu tambahan tempat duduk untuk menopang tubuh lansia ketika melakukan aktivitas mandi
Sulit saat akan masuk kamar mandi	Pintu mudah dibuka/tutup	66,67	Desain pintu yang memudahkan lansia untuk mengoperasikannya
	Perlu pegangan rambat /*hand rail*	66,67	Perlu tambahan hand rail untuk memudahkan lansia beraktivitas di kamar mandi
Sulit menggunakan kloset jongkok	Perlu kloset duduk	66,67	Kloset jongkok diganti dengan kloset duduk
Sulit melakukan pembilasan saat buang air besar/kecil	Perlu selang pembersih	55,56	Penambahan selang pembersih
Kamar mandi gelap	Lampu terang	55,56	Perlu penggantian lampu sesuai standar

Sulit ambil air dari bak	Kran shower	44,44	Perlu penggantian bak mandi dengan shower
Fasilitas kamar mandi kurang	Perlu rak tempat peralatan mandi dan gantungan baju	27,78	Penambahan rak tempat peralatan dan gantungan baju

Setelah mengetahui solusi atas keluhan dan keinginan orang lanjut usia sebagai konsep mentah dalam melakukan perancangan kamar mandi, langkah selanjutnya adalah merumuskan tujuan perancangan ulang yang akan dilakukan sehingga dapat diketahui penjelasan tentang tujuan dari perancangan secara sistematis.

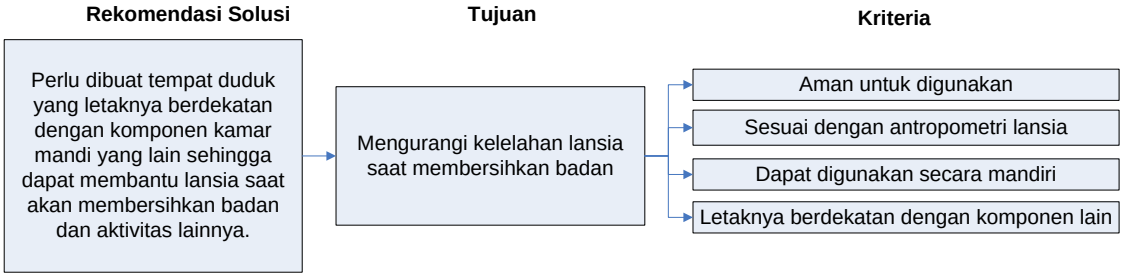


Gambar 1. Diagram tujuan perancangan

Perumusan tujuan perancangan akan menghasilkan kriteria atau persyaratan yang diperlukan oleh tiap komponen kamar mandi untuk mencapai tujuan tersebut. Kriteria dibangkitkan oleh peneliti atau

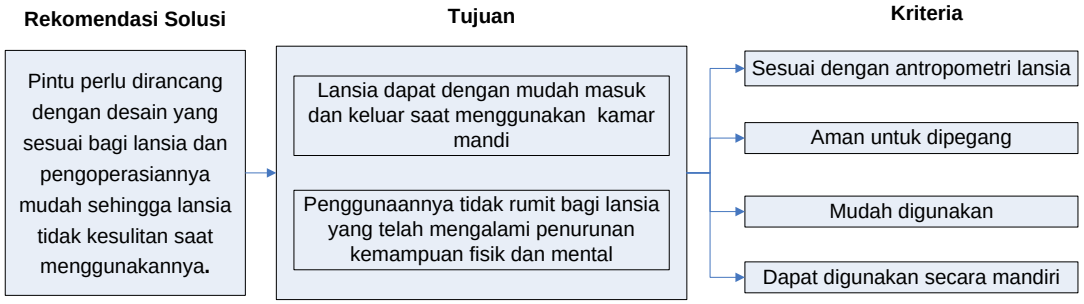
engineer sebagai dasar dalam melakukan perancangan ulang. Kriteria-kriteria yang diperlukan sebagai berikut:

Tempat Duduk



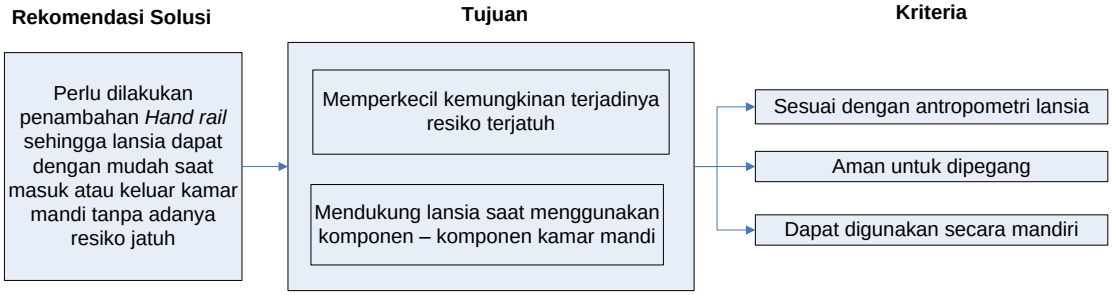
Gambar 2. Diagram Pembangkitan Kriteria Untuk Komponen Tempat Duduk

Pintu



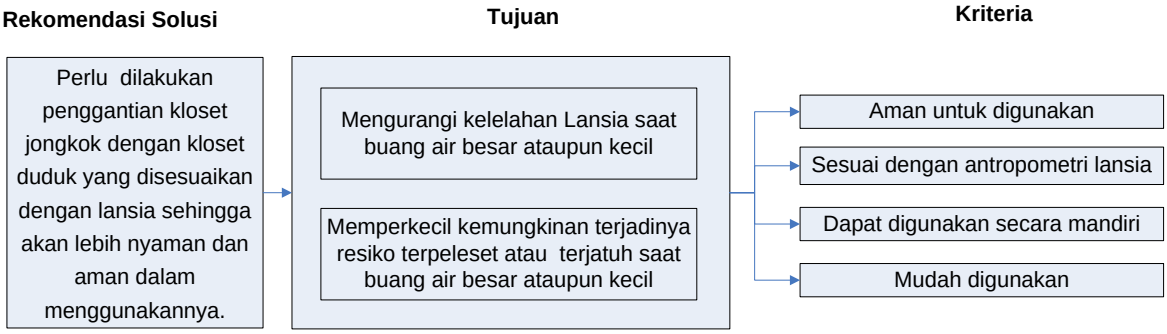
Gambar 3. Diagram Pembangkitan Kriteria Untuk Komponen Pintu Kamar Mandi

Hand Rail



Gambar 4. Diagram Pembangkitan Kriteria Untuk Komponen *Hand Rail*

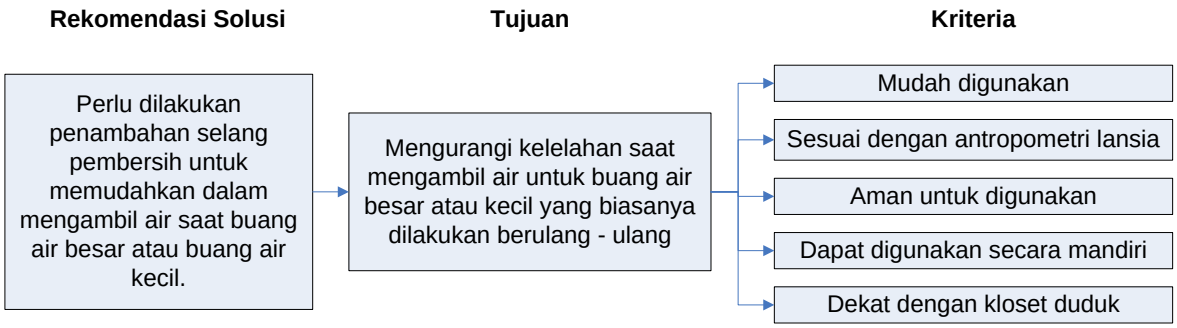
Kloset Duduk



Gambar 5. Diagram Pembangkitan Kriteria Untuk Kloset Duduk

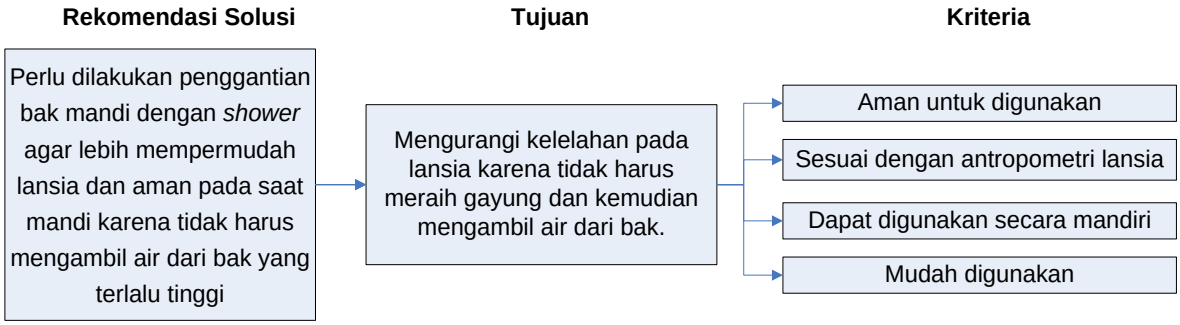
Selang Pembersih

ISBN: 978-602-70259-2-9



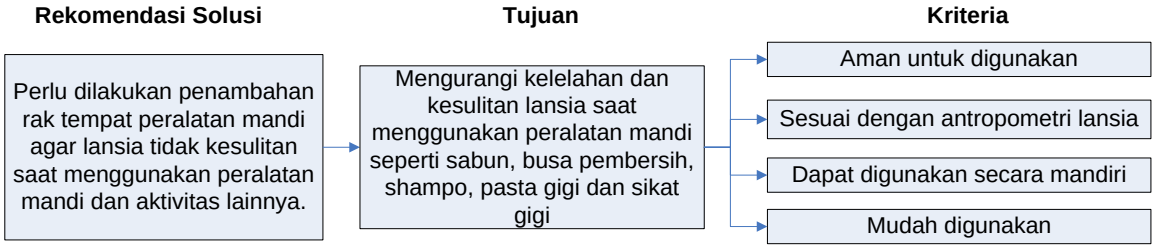
Gambar 6. Diagram Pembangkitan Kriteria Untuk Selang Pembersih

Shower



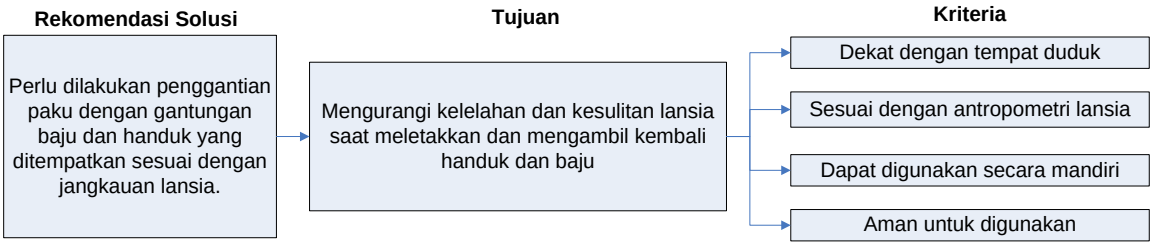
Gambar 7. Diagram Pembangkitan Kriteria Untuk *Shower*

Rak



Gambar 8. Diagram Pembangkitan Kriteria Untuk Rak

Gantungan Handuk dan Baju



Gambar 9. Diagram Pembangkitan Kriteria Untuk Gantungan Handuk dan Baju

Langkah selanjutnya adalah menentukan antropometri orang lanjut usia dan perhitungan persentile. Data antropometri yang diperlukan untuk merancang kamar mandi dan fasilitas yang ada di dalamnya sebagai berikut:

Tabel 2. Data antropometri dan penggunaannya

No	Komponen yang Dirancang	Dimensi yang Diperlukan	Data Antropometri yang Sesuai
1	Tempat duduk mandi	Panjang tempat duduk	Jarak pantat plopiteal

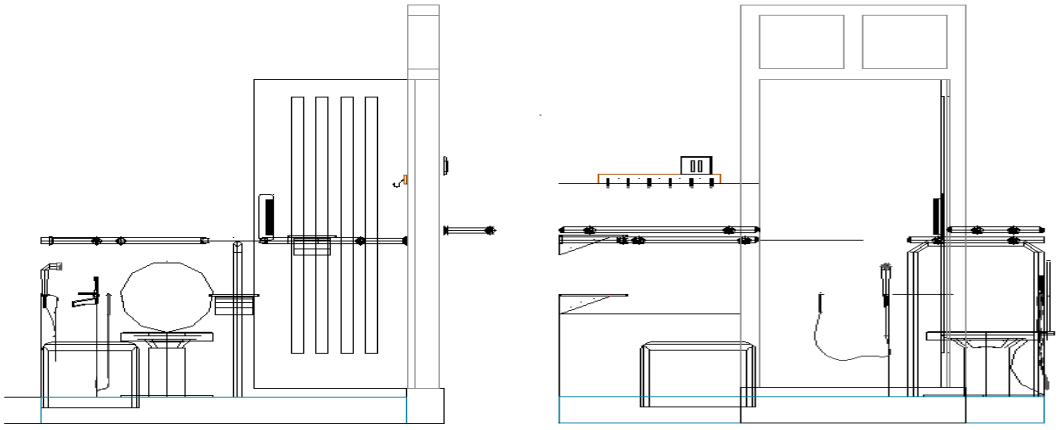
		Lebar tempat duduk	Lebar pinggul
		Tinggi tempat duduk	Tinggi plopiteal
2	Pintu	Lebar Pintu	Lebar bahu
		Tinggi Pintu	Tinggi badan
		Tinggi *handle* atau pegangan pintu	Tinggi *knuckle*
		Panjang *handle* atau pegangan pintu	Lebar jari ke-2,3,4,5
		Diameter handle atau pegangan pintu	Diameter lingkar genggam
3	Gantungan Baju dan Handuk	Tinggi Gantungan Baju dan Handuk	Tinggi bahu berdiri
4	Tempat Peralatan Mandi	Tinggi Tempat Peralatan Mandi	Tinggi *knuckle*
5	Selang Pembersih	Tinggi selang pembersih	Tinggi siku duduk
6	Lampu	Tinggi stop kontak	Tinggi bahu berdiri
7	Hand Rail	Tinggi *Hand Rail*	Tinggi *knuckle*
		Diameter *Hand Rail*	Diameter lingkar genggam
		Jarak *Hand Rail* dengan dinding	Panjang telapak tangan
8	Kloset Duduk	Panjang Kloset duduk	Jarak pantat plopiteal
		Lebar Kloset duduk	Lebar pinggul
		Tinggi Kloset duduk	Tinggi plopiteal
9	Shower	Tinggi *Shower*	Tinggi siku duduk
		Panjang *handle* atau pegangan *shower*	Lebar jari ke-2,3,4,5
10		Jarak tempat duduk dengan tempat peralatan mandi	Jangkauan tangan ke depan
11		Jarak tempat duduk dengan Shower	Jangkauan tangan ke depan
12		Jarak tempat duduk dengan *handrail*	Selisih lebar siku ke siku dengan lebar pinggul

Data antropometri dan persentile orang lanjut usia sebagai berikut:

Tabel 3. Data antropometri dan persentile

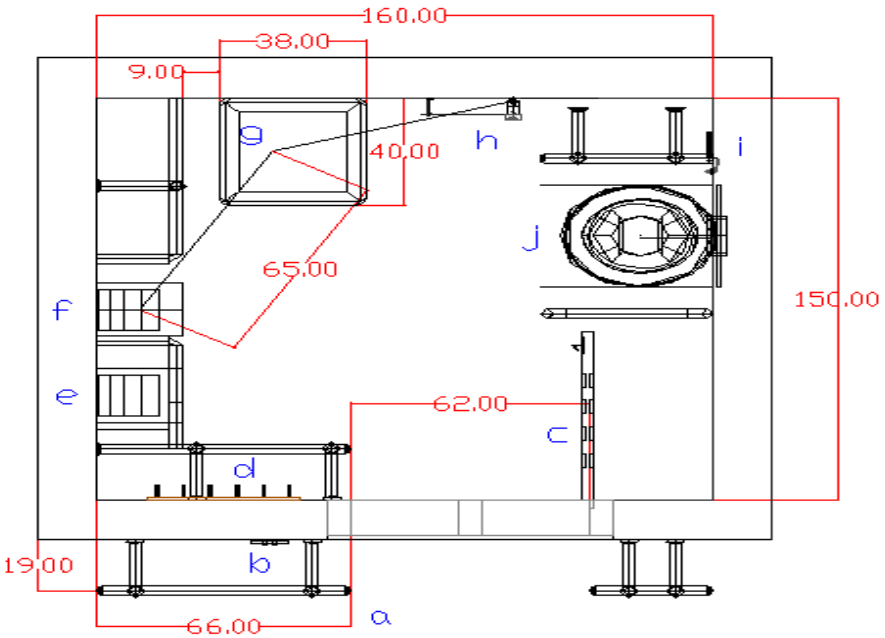
No	Data Diukur	P5 (cm)	P50 (cm)	P95 (cm)
1	Tinggi siku duduk	19,51	27,61	36,71
2	Tinggi plopiteal	36,66	41,49	46,32
3	Jarak pantat plopiteal	39,79	43,76	47,73
4	Lebar bahu	33,19	36,86	40,53
5	Lebar pinggul	28,66	33,20	37,74
6	Tinggi knuckle (siku berdiri)	86,52	95,84	105,16
7	Jangkauan tangan ke depan	64,32	70,01	75,70
8	Panjang telapak tangan	14,44	16,62	18,80
9	Diameter lingkar genggam	2,63	3,46	4,29
10	Lebar jari ke-2,3,4,5	6,55	7,55	8,55
11	Tinggi bahu berdiri	120,83	126,48	132,13
12	Lebar siku ke siku	36,22	45,00	53,78
13	Tinggi badan	132,79	149,35	165,91

Tahap selanjutnya adalah membuat gambar rancangan dalam bentuk 2D dan 3D.Berikut ini gambar rancangan dalam bentuk 2D dan 3D.



Gambar 10. Hasil rancangan tampak samping dan depan (2D)

ISBN: 978-602-70259-2-9



Gambar 11. Hasil rancangan tampak atas (2D)

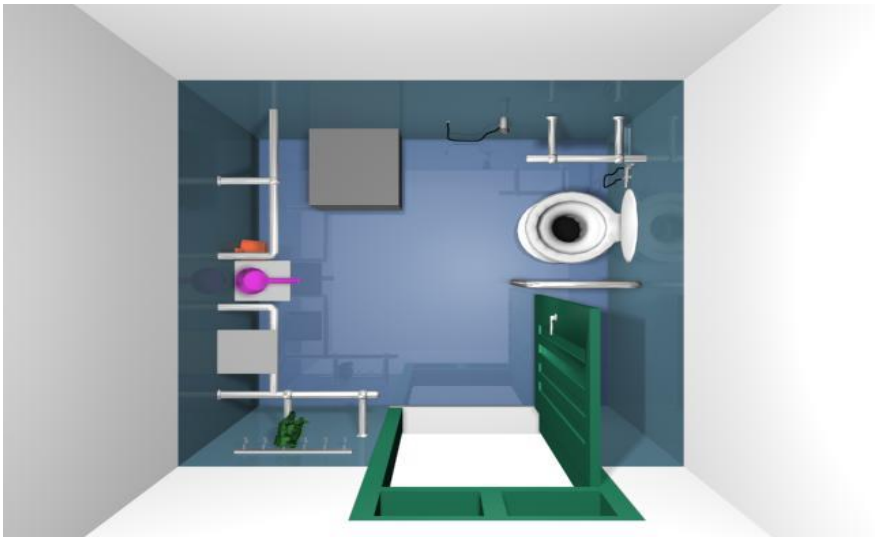
Keterangan: a) *Hand rail*, b) Saklar, c) Pintu masuk, d) Gantungan baju dan handuk, e) Tempat peralatan mandi sementara, f) Tempat peralatan mandi utama, g) Tempat duduk mandi, h) *Shower*, i) Selang pembersih, j) Kloset duduk

Spesifikasi kamar mandi hasil rancangan ditunjukkan pada Tabel 1.4 berikut ini.

Tabel 4. Dimensi Kamar Mandi (cm)

Komponen	Dimensi
Tempat Duduk	
- Tinggi tempat duduk	37
- Panjang tempat duduk	40
- Lebar tempat duduk	38
Pintu	
- Tinggi handle pintu	87
Hand rail	
- Diameter	3,5
- Tinggi	87
- Jarak dari dinding ke hand rail	19
- Jarak hand rail ke tempat duduk	9
Dimensi kloset duduk menyesuaikan dengan produk di pasaran	
Tinggi selang pembersih	57
Tinggi saklar	121
Shower	
- Tinggi kran shower dari lantai	57
- Jarak kran shower ke tempat duduk	65
Rak tempat peralatan mandi	
- Tinggi rak sementara	87
- Tinggi rak utama	57
Tinggi tempat handuk dan baju dari lantai	121

Gambar 12. Hasil rancangan tampak depan dan samping (3D)



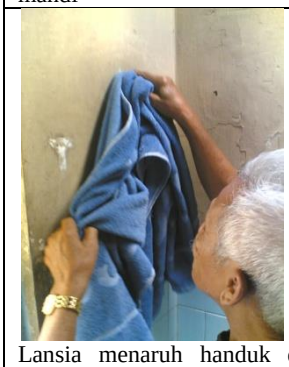
Gambar 13. Hasil rancangan tampak atas (3D)

PEMBAHASAN

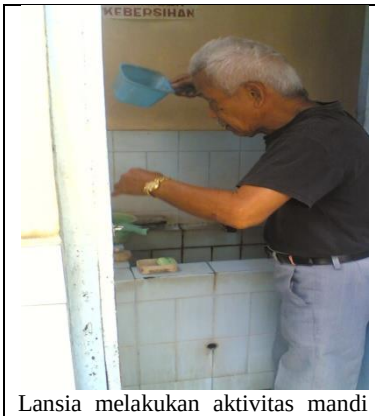
Berikut ini perbandingan aktivitas pemakaian kamar mandi kondisi awal dibandingkan dengan ilustrasi pemakaian kamar mandi hasil rancangan. Dari hasil perancangan ulang dapat diketahui ilustrasi aktivitas lansia dalam menggunakan kamar mandi. Perbandingan aktivitas lansia menuju ke kamar mandi dan melakukan aktivitas di kamar mandi ditunjukkan pada Tabel 1.4. Secara keseluruhan kamar mandi hasil rancangan lebih memudahkan aktivitas lansia di kamar mandi. Selain itu kamar mandi hasil rancangan sudah mengakomodasi keinginan dari para lansia.

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 5. Perbandingan Aktivitas Lansia di Kamar Mandi Awal dan Kamar Mandi Rancangan

Aktivitas Lansia di Kamar Mandi Kondisi Awal	Ilustrasi Aktivitas Lansia di Kamar Mandi Rancangan
Lansia berjalan menuju kamar mandi	Lansia masuk kamar mandi dengan merambat pada hand rail
Lansia memakai bak mandi untuk meletakkan peralatan mandi	Lansia meletakkan peralatan mandi di rak peralatan
 Lansia menaruh handuk dan baju pada paku yang letaknya terlalu tinggi	Lansia menaruh handuk dan baju pada gantungan baju dan handuk yang ditempatkan sesuai jangkauan lansia
Lansia memakai peralatan mandi yang diletakkan pada bak mandi sehingga tempat peralatan mandi dapat saja jatuh ke bak.	Lansia memakai peralatan mandi pada rak yang ditempatkan sesuai dengan jangkauan lansia saat duduk

ISBN: 978-602-70259-2-9

 Lansia melakukan aktivitas mandi sambil berdiri lalu menggunakan bak mandi dan gayung untuk membilas saat mandi.	 Lansia melakukan aktivitas mandi sambil duduk dan menggunakan *shower* untuk membilas. *Shower* diletakkan sesuai dengan jangkauan lansia.
 Lansia menggunakan kloset jongkok yang rawan terhadap terjadinya terpeleset atau jatuh. Posisi jongkok menyulitkan lansia yang mengalami penurunan keseimbangan dan kekuatan fisik.	 Lansia menggunakan kloset duduk sehingga lebih aman dan nyaman karena tubuh ditumpu oleh pantat, bukan oleh kaki sehingga lebih stabil dan dapat meminimalisir terjadinya kelelahan.
 Lansia mengambil air pada bak dengan posisi menyilang untuk membilas saat buang air besar. Posisi ini sangat berbahaya jika dilakukan secara repetitif.	 Lansia membilas dengan *flusher* yang diletakkan sesuai dengan jangkauan lansia saat melakukan proses pembilasan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah untuk mendesain kamar mandi yang aman dan nyaman bagi lansia penghuni Panti Wredha Dharma Bakti Surakarta, dibutuhkan kesesuaian data antropometri lansia dengan rancangan. Hal ini dikarenakan data antropometri manusia dewasa akan mengalami perubahan saat mencapai fase lansia. Selain itu penurunan kemampuan fisik dan mental pada lansia juga menjadi faktor yang dipertimbangkan dalam perancangan ulang.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah merancang kamar mandi untuk lansia yang menggunakan alat bantu berjalan berupa tongkat atau alat bantu lainnya dan juga lansia yang menggunakan kursi roda.

DAFTAR PUSTAKA

Cross, N. 1994. *Engineering Design Methods Strategies for Product Design*, Edisi 2, United Kingdom: John Wiley and SonsLtd.

Nugroho,W. 1995.*Perawatan Lanjut Usia*. Jakarta : Penerbit BukuKedokteran ECG,.

Suhardi, Bambang., Sudadi., 2013, *Perancangan Tempat Tidur Periksa Untuk Orang Lanjut Usia*, Prosiding Seminar Nasional Terpadu Keilmuan Teknik Industri 2013, Malang: Universitas Brawijaya.

Suhardi, Bambang., Laksono, Pringgo W., Saktiwan, Panca., 2013, *Perancangan Tempat Wudhu Untuk Orang Lanjut Usia (Lansia)*, Prosiding National Conference On Applied Ergonomics, Yogjakarta : Laboratorium Ergonomika Jurusan Teknik Mesin dan Industri UGM.

Suhardi, Bambang., Laksono, Pringgo W., Minarto, Yoseph Tri., 2013, "Redesain Shelter Bus Trans Jogja Dengan Pendekatan Anthropometri dan Aksesibilitas", *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol. 12, No.2, Desember 2013, Jurusan Teknik Industri UMS, Surakarta*

Tarwaka, Solichul Bakri, Lilik Sudiajeng.2004. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktifitas.* Surakarta: Uniba Press

Wignjosoebroto, Sritomo. 1995.*Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Guna Widya.

EVALUASI KENYAMANAN TERMAL RUANG KELAS MAHASISWA (STUDI KASUS RUANG KELAS 303 JURUSAN TEKNIK MESIN UNS)

Bambang Suhardi[*1)], Pringgo Widyo Laksono[2)], dan Bekti Budisantosa[3)]
[1,3] Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi, Jurusan Teknik Industri UNS
[2] Laboratorium Sistem Produksi, Jurusan Teknik Industri UNS
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia
Email: bambangsuhardi_ugm@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Kenyamanan termal merupakan hal yang perlu dipertimbangkan saat melakukan aktivitas dalam ruangan. Penelitian dilakukan pada ruang kelas 303 jurusan teknik mesin karena ruangan tersebut msih menggunakan sistem ventilasi alami. Sehingga dapat diketahui apakah sistem ventilasi tersebut masih dapat menjaga suhu ruangan tetap nyaman. Berdasarkan wawancara diperoleh hasil bahwa mahasiswa pengguna ruangan menginginkan kondisi termal ruangan yang lebih sejuk daripada kondisi yang ada pada saat ini. Sedangkan berdasarkan pengambilan data awal diperoleh hasil suhu ruangan yang lebih dari 30ºC. Pada penelitian ini menggunakan beberapa metode yaitu PPD, PMV dan HSI. Dari hasil yang didapatkan dapat diketahui bahwa ruangan tersebut tidak memenuhi standar kenyamanan termal yang ditetapkan oleh SNI sehingga perlu dilakukan perbaikan agar dapat meminimalisasi tekanan panas pada pengguna ruang kelas tersebut. Selain itu didapatkan hasil pengukuran tingkat ketidakpuasan pengguna yang cukup besar pada pengguna kelas tersebut. Perbaikan dilakukan dengan menggunakan beban pendingin yang berasal dari air conditioner karena laju aliran udara yang dibutuhkan untuk membuang panas dari dalam ke luar ruangan terlampau tinggi dan telah melebihi standar yang ditetapkan.

Kata kunci:*Kenyamanan termal, HSI, PMV, PPD*

PENDAHULUAN

Kenyamanan termal suatu ruangan dapat disebabkan oleh faktor lingkungan maupun faktor internal yang disebabkan oleh pengguna itu sendiri. Dalam proses pembelajaran kuliah,selain karena ventilasi ruangan, pakaian yang digunakan mahasiswa mempunyai pengaruh terhadap kenyamanan termal yang dirasakan. Hal ini sesuai dengan standar kenyamanan termal yang dikeluarkan ASHRAE (2010) bahwa tingkat kenyamanan dapat dipengaruhi oleh suhu udara ruangan, kelembapan ruangan, pakaian, metabolisme, suhu radiasi dan kecepatan angin dalam ruangan. Oleh karena itu penting pengetahuan tentang kenyamanan termal agar tercipta suasana belajar mengajar yang lebih baik di pandang dari segi kenyamanan udara .

Arah bangunan dan ventilasi yang ada juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kenyamanan. Susanti dan Aulia (2013) menyatakan bahwa arah bangunan yang menghadap atau membelakangi sinar matahariberpengaruh terhadap kenyamanan, selain itu letak maupun jumlah ventilasi yang terkait dengan pertukaran udara juga berpengaruh terhadap kenyamanan. Seiring kemajuan teknologi, dalam mengusahakan lingkungan menjadi lebih nyaman secara termal, salah satu caranya adalah dengan memasang mesin penyejuk yang biasa dikenal dengan air conditioner (Satwiko,2008). Faktor-faktor tersebut kurang diperhatikan dalam membangun sebuah ruangan. Karena kebanyakan hanya mempertimbangkan bentuk dan lahan yang tersedia.

Kenyamanan ini juga disebabkan oleh faktor pemakaian jenis pakaian. Mahasiswa pada saat melakukan aktivitas perkuliahan tidak memperhatikan jenis bahan pakaian yang digunakan, mereka hanya mempertimbangkan desain dan gaya pakaian saja. Hal ini dapat menyebabkan ketidaknyamanan dalam melakukan aktivitas perkuliahan. Apalagi kondisi ventilasi dan kenyamanan termal ruang kuliah kurang diperhatikan.

Penelitian dilakukan pada Gedung I ruang kelas 303 Jurusan Teknik Mesin, FT-UNS. Ruang kuliah ini masih menggunakan ventilasi berupa jendela dan memakai kipas angin untuk mendinginkan suhu ruangan.Material penyusun ruangan ini sebagian besar menggunakan kayu. Pemakaian kayu sebagai material bangunan menyebabkan ruangan menjadi lebih cepat panas, karena kayu mempunyai nilai resistan dinding lebih kecil dibandingkan batubata.Ruang kuliah 303 mempunyai banyak jendela untuk memudahkan penerangan cahaya alami masuk. Namun kondisi ini membuat efek radiasi sinar matahari lebih mudah masuk ke dalam ruangan. Kondisi ini mengakibatkan ruangan menjadi lebih panas. Setelah

dilakukan wawancara terhadap mahasiswa yang melakukan aktivitas di ruang 303, ternyata sebagian besar menghendaki kondisi ruangan yang lebih dingin dan sejuk. Hasil pengukuran suhu ruangan pada siang hari sebesar 30^0C. Sedangkan SNI (2011) menyatakan bahwa suhu yang nyaman untuk melakukan aktivitas berada pada kisaran $22,8^0$C – $25,8^0$C. Kondisi inilah yang menyebabkan perlu dilakukan penelitian mengenai kenyamanan termal ruang kuliah 303.

TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui tingkat kepuasan mahasiswa terhadap kondisi ruang kuliah 303.
2. Mengetahui tingkat kenyamanan termal ruang kuliah 303
3. Dapat memberikan saran perbaikan terhadap kondisi kenyamanan termal ruang kuliah 303.

MANFAAT PENELITIAN

1. Dapat mengetahui tingkat kenyamanan ruang kuliah 303 berdasarkan *Heat Stress Index*.
2. Dapat mengetahui tingkat kepuasan mahasiswa terhadap kondisi ruang kuliah 303.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Gedung I ruang kelas 303 Jurusan Teknik Mesin FT-UNS.Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi: suhu, kecepatan angin, dan kelembaban udara ruang kelas. Pengambilan data dilakukan selama 2 hari pada jam 07.30-14.30 WIB dengan interval pengambilan data setiap setengah jam. Alat ukur yang digunakan pada saat melakukan pengambilan data adalah: area heat stress monitor, anemometer, dan thermo hygrometer. Pengukuran dilakukan pada ketinggian 1,1 meter dari dasar lantai ruangan. Selama pengukuran diberikan pula kuesioner kenyamanan termal untuk mengetahui pendapat pengguna ruangan terhadap kondisi ternal yang dirasakan seperti yang terdapat pada standar ASHRAE (2001) yang mempunyai 7 kriteria yaitu, dingin (-3), sejuk (-2), agak sejuk (-1), netral (0), agak hangat (+1), hangat (+2), panas (+3). Kuesioner ini juga memuat pertanyaan mengenai kondisi aliran udara ,kenyamanan ruangan dan kondisi pribadi pengguna seperti tinggi badan ,umur, berat badan, dan pakaian yang sedang digunakan.

Pada tahap pengolahan data digunakan beberapa teori/ rumus yang digunakan untuk memecahkan permasalahan kenyamanan termal ruang kuliah. Berikut ini rumus-rumus yang digunakan:

Luas Permukaan Tubuh

Menurut SNI 03 6572 tahun 2001, untuk mengetahui luas permukaan tubuh seseorang dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A \text{ kulit tubuh} = 0,202 \times m^{0,425} \times h^{0,725} \quad (1)$$

Dimana:

A = Luas permukaan tubuh (m^2)
h = Tinggi badan (m)
m = Berat badan (kg)

Heat Stress Index (HSI)

HSI merupakan skala yang menunjukkan tekanan panas yang terdapat pada ruangan terhadap pengguna ruang tersebut. Dalam Rajendra (2011), ASHRAE(1989a)memberikan persamaan keseimbangan panas sebagai berikut:

$$M - W = (C+R+Esk)+(Cres+Eres) \quad (2)$$

$$\textit{Heat stress index} \text{ (HSI)} = \frac{Ereq}{E\max} x100\% \quad (3)$$

Dimana:

C = tingkat kehilangan panas konvektif dari kulit
Cres = tingkat kehilangan panas konvektif dari pernapasan
Emax = Maksimum potensial penguapan per unit area
Ereq = Evaporative loss yang diperlukan per unit area untuk keseimbangan panas
Eres = tingkat kehilangan panas penguapan dari pernapasan
Esk = tingkat kehilangan panas penguapan total dari kulit
M = tingkat produksi energi metabolisme
Qsk = total tingkat kehilangan panas dari kulit
Qres = tingkat kehilangan panas dari pernapasan
R = tingkat kehilangan panas radiatif dari kulit

W = tingkat pekerjaan mekanik

Predicted Mean Vote (PMV) dan Predicted Precentaged of Dissatisfied (PPD)

PMV merupakan skala tingkat kenyamanan yang dibuat oleh Profesor P.O. Fanger. Skala PMV terdiri atas 7 titik yang mewakili kondisi dingin, sejuk, agak sejuk, netral, agak hangat, hangat dan panas. PPD memberikan perkiraan berapa persen penghuni ruangan yang merasa tidak nyaman. Jadi PPD semakin mendekati 0, maka semakin nyaman (Satwiko, 2007).

Perhitungan PMV dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$PMV = (0{,}303x\, e^{-0{,}036M} + 0{,}028) \times ((M-W)-H-Ec-Cres-Eres)) \quad (4)$$

Sedangkan perhitungan PPD dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$PPD = 100-95x\, e^{-(0{,}03353xPMV^{\wedge}4+0{,}2179x\ PMV^{\wedge}2)} \quad (5)$$

Dimana :

Ec = Pertukaran panas secara penguapan pada kulit ketika manusia mengalami sensasi netral

Perhitungan Aliran Udara

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui besar aliran udara yang mengalir maupun yang dibutuhkan untuk membuang panas dalam ruang kelas. Satwiko (2007) menjelaskan bahwa rumus untuk mencari besar aliran udara adalah sebagai berikut :

Aliran Udara Yang Harus Dipindahkan:

$$Q = VN / 3600 \quad (6)$$

Dimana:

N = pergantian udara per jam
V = volume ruang

Aliran Udara Akibat Perbedaan Tekanan dan Suhu

$$Q = [Qp2 + Qb2]^{0,5} \quad (7)$$

Dimana:

Qb = Aliran angin oleh perbedaan suhu
Qp = Aliran angin oleh perbedaan tekanan

Kebutuhan Penyejukan

Satwiko (2007), untuk menghitung kebutuhan penyejukan digunakan metode keseimbangan termal sebagai berikut :

$$Qm = Qi + Qs + Qc + Qv \quad (8)$$

Dimana:

Qc = panas dari ruangan luar yang menembus dinding
Qi = panas dari sumber di dalam ruangan
Qm = panas yang harus diangkut oleh mesin penyejuk
Qs = panas matahari yang menembus kaca
Qv = panas dari udara luar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Kuesioner

Pada tahap awal dilakukan pengisian kuesioner oleh mahasiswa pengguna ruang kelas tersebut. Kuesioner dibagikan pada saat sebelum perkuliahan dan setelah jam perkuliahan. Hasil pengolahan kuesioner yang telah diisi mahasiswa sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Kuesioner Kenyamanan Ruangan

Kriteria		Nilai		
		Jadwal A	Jadwal B	Jadwal C
Persepsi termal	Sebelum kuliah	-0,65	1,07	1,60
	Setelah kuliah	0,2	1,65	1,13
Preferensi termal	Sebelum kuliah	0,08	-1,54	-1,84
	Setelah kuliah	-0,2	-1,87	-1,01
Persepsi aliran udara	Sebelum kuliah	0,41	1,15	1,15
	Setelah kuliah	0,59	0,84	0,68
Preferensi aliran udara	Sebelum kuliah	0,57	1,33	1,29
	Setelah kuliah	0,54	1,51	1,11

Kenyamanan termal	Sebelum kuliah	0,2	-0,33	-1,14
	Setelah kuliah	0,06	-0,63	-0,67
Efek lingkungan kerja	Sebelum kuliah	0,23	-0,27	-0,51
	Setelah kuliah	-028	-0,69	-0,36

Hasil perhitungan persepsi termal pada Tabel 1 sebagian besar bernilai lebih dari 1, artinya mahasiswa merasakan suhu ruangan pada rentang agak hangat ke hangat. Selain itu terlihat bahwa ,,mahasiswa menghendaki suhu yang lebih dingin atau sejuk daripada suhu yang dirasakan sekarang pada ruang kelas tersebut. Hal ini terlihat pada hasil persepsi termal lebih besar di bandingkan preferensi termal. Aliran udara yang dirasakan menurut mahasiswa pengguna ruangan tersebut cenderung kecil sehingga mengharapkan aliran udara yang lebih besar untuk menyejukkan badan. Sedangkan dari kondisi ruangan, mahasiswa cenderung kurang nyaman dan merasa agak terganggu dengan keadan ruang kelas yang dirasakan saat ini.

Nilai Insulan Pakaian

Efek insulasi pakaian yang dikenakan sangat berpengaruh terhadap kenyamanan termal . Pakaian mengurangi pelepasan panas dari tubuh. Setiap jenis pakaian mempunyai pendekatan nilai-nilai sendiri dalam menyebabkan tingkat panas yang ditahan oleh jenis pakaian tersebut. Untuk mendapatkan nilai insulan pakaian yang digunakan mahasiswa yang menggunakan pakaian lebih dari satu jenis maka dihitung dengan cara menjumlahkan nilai insulan pakaian yang sedang digunakan.

Tabel 2. Hasil Nilai Pakaian

Jenis Pakaian	Nilai Rata-rata (clo)
Pakaian dalam	0,08
Kemeja	0,18
Celana	0,25
Baju hangat/jaket	0,017
Kaos kaki	0,09
Sepatu	0,02
Total	**0,64**

Hasil perhitungan insulan pakaian yang dikenakan mahasiswa sebesar 0,64 clo. Menurut standar ASHRAE 1989, batas nyaman untuk pakaian yang digunakan tidak boleh lebih dari 0,5 clo.

Luas Permukaan Tubuh

Perkiraan luas permukaan tubuh seseorang dilihat dari proporsi tinggi dan berat badannya. Hal tersebut digunakan sebagai pertimbangan dalam memperkirakan luas permukaan paparan panas dari setiap orang. Berdasarkan perhitungan, diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Luas Permukaan Kulit

Mahasiswa	$m^{0,425}$	$h^{0,7253}$	Luas Permukaan Tubuh
Kelas 1	5,719	1,460	1,687
Kelas 2	5,813	1,467	1,723
Kelas 3	5,746	1,470	1,706
Rata-rata Total	5,759	1,466	1,705

Nilai Rata-rata Temperatur, Kelembapan, dan Kecepatan Angin

Dalam perhitungan *Heat Stress Index* elemen temperatur udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin adalah data primer dalam pengolahan data. Berikut merupakan tabel nilai rata-rata dari ketiga elemen tersebut yang diperoleh dari pengolahan data yang telah terkumpul.

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran

Faktor	Hari	Ketinggian	Rata-rata Nilai	Rata-rata Total Nilai
Temperatur Udara	1	1,1	30,91	30,86
	2	1,1	30,82	
Suhu Bola Basah	1	1,1	26,89	26,94
	2	1,1	27,00	
Suhu Bola Kering	1	1,1	31,43	31,51
	2	1,1	31,58	
Suhu Bola	1	1,1	31,77	31,84

	2	1,1	31,90	
Kelembaban Udara	1	1,1	71%	71,50%
	2	1,1	72%	
Kecepatan Angin	1	1,1	0,044	0,04
	2	1,1	0,038	

Berdasarkan tabel terlihat bahwa suhu ruangan cenderung panas, yaitu sekitar 30,86ºC, sedangkan SNI (2001), menyatakan bahwa kenyamanan termal tropis untuk skala nyaman optimal dapat diperoleh pada suhu rentang 22,8ºC - 25ºC. Begitu pula dengan kecepatan udara dan kelembapan, SNI (2001) menyatakan bahwa kelembapan sebaiknya berada pada rentang 40%-60% dengan kecepatan udara sebesar 0,15m/s-0,25m/s. Jadi dapat dikatakan kelembapan ruangan kelas tersebut cenderung tinggi dan tidak memenuhi standar kenyamanan termal yang ditetapkan oleh SNI. Kecepatan udara cenderung kecil dibandingkan dengan standar yang ditetapkan sehingga aliran udara yang dipergunakan untuk membuang panas hanya terlampau kecil. Hal tersebut cenderung membuat kondisi ruanagn lebih hangat karena udara panas tertahan pada ruangan tersebut.

Heat Stress Index

Dalam perhitungan kenyamanan termal ruangan, Heat Stress Index (HSI) Merupakan bilangan yang menunjukkan tingkat keseimbangan termal ruangan tersebut yang mana semakin tinggi nilainya semakin tinggi pula resikonya, mulai dari kepanasan, cepat lelah hingga dapat menyebabkan resiko kematian. Berdasarkan perhitungan HSI yang telah dilakukan maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Heat stress index (HSI) = $\frac{78,51}{109,83} x100\%$

Heat stress index (HSI) = 71,48 %

Berdasarkan skala *Heat stress index* yang mana berkisar pada range 70-90 berarti potensial *heat stress* sangat besar, juga diharuskan mendapatkan asupan minuman berion yang cukup

Perhitungan Predicted Mean Vote (PMV) dan Predicted Precentaged of Dissatisfied (PPD)

Pada perhitungan *Predicted Mean Vote* dan *Predicted Precentaged of Dissatisfied* diperoleh hasil sebagai berikut :

Predicted Mean Vote

PMV = (0,303x e -0,036M + 0,028)x((M-W)-H-Ec-Cres-Eres))

PMV = (0,303x e -0,036x118,97 + 0,028)x((118,97)-33,45-30,77-0,523-5,48))

= 1,56

Berdasarkan hasil tersebut maka kondisi yang dirasakan oleh mahasiswa cenderung hangat ke panas sehingga membuat mahasiswa merasa tidak nyaman karena gerah.

Sedangkan *Predicted Precentaged of Dissatisfied* (PPD) diperoleh hasil sebagai berikut :

PPD = 100-95x e-(0,03353xPMV^4+0,2179x PMV^2)

PPD = 100-95x e-(0,03353x1,56^4+0,2179x 1,56^2)

PPD = 54,6 %

Jadi mahasiswa yang merasa tidak nyaman sekitar 54,6%. Kondisi ini jelas bermasalah karena menurut standar ASHRAE 55 1992R (2001) kondisi PMV dan PPD untuk nyaman optimal berada pada range -0,5 < PMV < 0,5 dengan besar PPD tidak lebih dari 10%. Sehingga dapat dikatakan bahwa mahasiswa merasakan kondisi ruangan yang cenderung ke panas dan mayoritas mahasiswa cenderung tidak puas dengan kenyamanan termal yang ada pada ruang kelas 303 saat ini.

Aliran Udara

Aliran Udara Yang Harus Dipindahkan

Berdasarkan perhitungan, Maka banyaknya aliran udara yang dipindahkan adalah :

Q = VN / 3600

Q = 394,38 . 10,21 / 3600

= 1,119 m^3/s

Aliran Udara karena Perbedaan Tekanan

Kefektifan bukaan (Cv) = 0,3

Jumlah bukaan pada inlet = 4 bukaan (2 jendela + 2 pintu)

Jumlah bukaan pada outlet = 4 bukaan (2 jendela + 2 pintu)
A1: Ao = 1:1, faktor pengali 1
Luas jendela = 1,35 x 1,05 = 1,417 m² dan pintu = 4,4 m²
Efektifan pengaliran udara sebesar 75% sesuai bentuk jendela pada ruangan tersebut.
Q = Cv.A.V
= 0,3 × 1 x(1,417x 75%+4,4) x 2 × 0,33)
= 0,648 m³/s

Aliran Udara karena Perbedaan Suhu
konstanta proporsi (c) = 0,121
tinggi antara titik tengah inlet dan outlet (h) = 0
Qb = C.A.h(ti-to)
= 0,121 × (1,417+4,4)× 0 × 8,2 = 0

Maka aliran udara karena gabungan tekanan angin dan perbedaan suhu :
Q = $[Qp2 + Qb2]^{0,5}$
= $[0,648^{2} + 0]^{0,5}$
= 0,648 m³/s

Selisih aliran udara yang dibutuhkan = 1,119-0,648 = 0,471 m³/s atau 0,353/1.41= 0.33 m/s.

Jadi dalam ruang kelas harus mengalir udara sebesar 0,33 m/s di seluruh ruangan . Namun sesuai standar SNI 2001 bahwa untuk mempertahankan kondisi nyaman, aliran udara yang jatuh tidak boleh lebih dari 0,25 m/s dan sebaiknya di atas 0,15 m/s. Oleh karena itu dalam penelitian ini diambil perbaikan berupa penggunaaan *Air Conditioner*.

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa besar panas yang harus dialirkan keluar ruanagan lebih kecil dibandingkan aliran udara yang terjadi pada ruanagn tersebut. Kondisi ini tentu menimbulkan suhu ruanagn lebih hangat. Berdasarkan pengamatan, hal ini terjadi karena ruangan tersebut hanya mempunyai aliran udara untuk searah saja, sedangkan untuk ke araha atas, ruangan tersebut tertutup rapat sehingga aliran udara hanya bisa mengalir lewat *inlet* dan *outlet* samping ruangan. Selain itu, posisi ruang kelas yang cenderung agak menjorok kedalam sehingga angin yang berhembus terkena bagian pagar ruangan dan menyebabkan angin yang berhembus ke dalam ruang kelas 303 makin kecil. Selain itu dengan bentuk bukaan jendela *casement top hung*, maka udara yang masuk diperkirakan sebesar 75% dari udara yang melewati jendela.

Perhitungan Kebutuhan Penyejukan

Berdasarkan rumus dan data yang diperoleh, maka perhitungan kebutuhan penyejukan didapatkan hasil sebagai berikut :

Qm = Qi + Qs + Qc + Qv
= 6196.5 + 0+ 2353,98 + 7006,81
=15557,3 W
= 15,5573 kW (beban pendinginan)

Dengan ketetapan bahwa 1 kw = 3412.142 btu dan 1 pk = 9000 btu maka diperoleh hasil akhir,
= 145,5573 * 3412.142 / 9000
= 5,89 PK

Nilai tersebut cenderung tinggi, kondisi ini diakibatkan karena ruangan tersebut mempunyai panas yang cukup tinggi. Selain karena ventilasi dan aliran udara yang kurang, ruangan tersebut mempunyai banyak kaca yang memudahkan panas masuk ke dalam ruangan. Selain itu tebal tipisnya dindingdan elemen penyusun dinding ruangan juga mempunyai peran dalam menambah jumlah panas yang menembus dinding.

Perbaikan

Untuk menghemat energi, maka dilakukan beberapa perbaikan pada ruang kelas.

1. Suhu dalam ruang di naikkan dari 24 ºC menjadi 25,8 ºC.
   Suhu 25,8 ºC masih merupakan suhu dalam batas nyaman optimal yang ditetapkan oleh SNI.
2. Dinding batu bata plester kedua sisi dan kayu diganti dengan batu bata yang diplester kedua sisinya dengan penambahan gabus.
   Gabus digunakan sebagai isolator sehingga panas tidak mudah menembus dinding
3. Kaca yang luasnya 17.3 m² di kurangi menjadi 9.3 m² (dari 16 kaca menjadi 8 kaca)
   Pada ruang tersebut jumlah dan luas kaca dikurangi agar jumlah panas yang masuk melalui kaca menjadi berkurang

4. Pergantian udara diturunkan dari 3 ACH menjadi 0 ACH

Pada pemasangan AC, maka ruangan dalam keadaan tertutup dan pergantian udara dilakukan oleh AC tersebut sehingga pemasangan ventilasi tidak dibutuhkan.

Berdasarkan perbaikan tersebut, maka diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut :

Qm = Qi + Qs + Qc + Qv
= 6196,5 + 0+ 1081,56+ 0
= 7278,06 W
= 7,27806 kW (beban pendinginan)

Dengan ketetapan bahwa 1 kw = 3412.142 btu dan 1 pk = 9000 btu maka diperoleh hasil akhir,

= 7,278 * 3412.142 / 9000
= 2,75 PK

Selisih beban penyejukan 5,89 PK -2,75 PK = 3,14 PK

Jadi dengan perbaikan yang telah dibuat, diharapkan beban penyejukan dapat di hemat sebesar 3,14 PK. Dengan perbaikan ini juga diperoleh hasil perhitungan lain untuk HSI,PMV, dan PPD berturut-turut sebesar 39,4 ; 0,43 dan 9,02.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi kenyamanan termal pada ruang kelas 303 Jurusan Teknik Mesin FT-UNS cenderung kurang karena mempunyai kelembapan dan suhu ruangan yang relative tinggi sedangkan aliran udara yang mengalir melewati jendela cenderung kecil. Dari hasil PPD diperoleh bahwa setengah mahasiswa pengguna ruangan tidak puas dengan kondisi kenyamanan termal ruang kelas 303 saat ini. Hal tersebut diperkuat dengan PMV yang cenderung berkisar pada rentang agak hangat ke hangat.

Rekomendasi yang dapat di berikan adalah sebaiknya ruangan tersebut diberikan *air conditioner* demi kenyamanan mahasiswa dalam kegiatan kuliah sehingga mahasiswa tidak merasa kepanasan didalam ruangan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Ardyanto, dan Deny Y. (tahun tidak diketahui). *Potret Iklim Kerja dan Upaya Pengendalian Lingkungan Pada Perusahaan Peleburan Baja di Sidoarjo.* (online), (http://journal.lib.unair.ac.id/index.php/JKL/article/view/684, diakses 15 April 2013)

ASHRAE Standard 55. 2010. *Thermal Environment Conditions for Human Occupancy*. ANSI : Amerika Serikat.

ASHRAE Standard. 2001. *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. ASHRAE : Amerika Serikat

Furqon, A. 2012. *Evaluasi Kenyamanan Thermal & Pengudaraan Rumah Tinggal di Jl. Wijaya Kusuma III No. 100 B Cilandak Barat, Jakarta Selatan*. Skripsi Sarjana FTSP Arsitektur ISTN.

http://id.wikipedia.org/wiki/Angin (diakses 23 Mei 2013)

http://id.wikipedia.org/wiki/Kelembapan (diakses 23 Mei 2013)

Huda L.H., dan Kristoffel C.P. 2012. *Kajian Termal Akibat Paparan Panas dan Perbaikan Lingkungan kerja* (online), (http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ind/article/view/18540, diakses 29 Maret 2013)

INNOVA.1997. *Thermal Comfort*. Innova Air Tech Instruments

ISO 7730. 1994. *Moderate Thermal Environtment Determination of the PMV and PPD indoicies and Specification of the Condition For Thermal Comfort*. ISO

Latifah N.L., Harry P., Agung P., dan Oswald P.M.S. (tahun tidak diketahui). *Kajian Kenyamanan Termal pada Bangunan Student Center Itenas Bandung*, (online), (http://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekakarsa/article/view/43, diakses 5 Mei 2013)

Oelsen, W.B. (tahun tidak diketahui). *Technical University of Denmark, International Centre for Indoor Environment and Energy*. (online), (http://www.researchgate.net/publication/8381104_International_standards_for_the_indoor_environment/file/e0b4951713db80d174.pdf, diakses 1 April 2013)

Oelsen, W.B. 2000. *Guidelines for Comfort*. ASHRAE Jurnal . (online), (http://bookstore.ashrae.biz/journal/download.php?file=olesen_1.pdf, di akses 6 Agustus 2013)

Prasetyo, T. (tahun tidak diketahui). *Perancangan Desain Ergonomi Ruang Proses Produksi Untuk Memperoleh Kenyamanan Termal Alami*. (online), (http://www.journal.unipdu.ac.id/index.php/seminas/article/view/208, diakses 5 Mei 2013)

Prianto, E. (2002). *ALternatif Arsitektur Daerah Tropis Lembab dengan Pendekatan Kenyamanan Termal*. Dimensi Teknik Arsitektur, vol. 30, No. 1, Juli 2002:85-94. (online), (http://puslit.petra.ac.id/journals/request.php?PublishedID=ARS02300111,m diakses 4 April 2013)

Putri, E.H. 2011. (tahun tidak diketahui). *Pengukuran performansi Ternal Darurat Daerah Tropis.* (online), (http://repository.unand.ac.id/16861/1/HELENDA_EKA_PUTRI_(07173043)_.pdf, diakses 15 Maret 2013)

Raharja, S.S. (tahun tidak diketahui). *Software Perhitungan Kapasitas Sistem Penyejuk Udara dalam Rangka Konswervasi Energi Tata Udara pada Bangunan Gedung*. Makalah Tugas Akhir Sarjana Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro: Semarang

Rilatupa, J. 2008. *Aspek Kenyamanan Termal Pada Pengkondisian Ruang Dalam*,(online),(http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/emas/article/view/17637, diakses 7 maret 2013)

Satwiko, P. 2008. *Fisika Bangunan*, Andi : Yogyakarta

SNI. 2011. *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*. Jakarta : BSN

Sugini. 2004. *Pemaknaan Istilah- Istilah Kualitas Kenyamanan Thermal Ruang Dalam Kaitan Dengan Variabel Iklim Ruang*. (online), (http://journal.uii.ac.id/index.php/logika/article/view/455/368, diakses 23 April 2013)

Susanti, L., dan Nike A. 2013. *Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Sekolah SMA negeri Di Kota Padang*. (online), (http://industri.ft.unand.ac.id/Pdf/josifiles/vol_12_no_1_april_2013/JOSI%20-%20Vol.%2012%20No.%201%20April%202013%20-%20Hal%20310-316%20EVALUASI%20%20KENYAMANAN%20TERMAL%20RUANG%20SEKOLAH%20SMA%20NEGERI%20DI%20KOTA.pdf, di akses 5 juni 2013)

PENENTUAN KONFIGURASI RANCANGAN TEMPAT KERJA YANG ERGONOMIS PADA *STATION NUMBERING* DAN *PRESS* MELALUI *VIRTUAL ENVIRONMENT MODELING*

Boy Nurtjahyo Moch[1], Erlinda Muslim[2], Anggraini Oktavianingrum[3], Rinda Ramadhiani[4]
[1,2]Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik - Universitas Indonesia, Depok 16424
Tel: (021) 78888805. Fax: (021) 78885656
Email: [1]boymoch@eng.ui.ac.id, [2]erlinda@eng.ui.ac.id, [3]anggraini.o_ti07@yahoo.com,
[4]rinda_ti2011@yahoo.com

ABSTRAKS
Penelitian ini membahas mengenai masalah ergonomi yang ada pada station numbering dan press pada perusahaanpenghasil motor. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode Static Strength Prediction (SSP),Lower Back Analysis (LBA), Ovako Working Posture Analysis (OWAS), dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA)yang kemudian diintegrasikan menjadi sebuah nilai atau index yaitu PEI (Posture Evaluation Index). Penelitian inidisimulasikan dalam software Jack pada virtual environment modeling. Nilai PEI tersebut digunakan untuk menganalisis postur tubuh pada kondisi aktual yang terjadi selama operator melakukan pekerjaannya sehingga darikondisi aktual dapat diketahui postur yang perlu dilakukan perbaikan melalui perbaikan tempat kerja berdasarkan nilaiPEI yang dihasilkan. Kemudian dicari konfigurasi perancangan ulang tempat kerja yang ergonomis dengan nilai PEIterendah.

Kata kunci: *Ergonomi,Konfigurasi Tempat Kerja yang Ergonomi, Posture Evaluation Index, Virtual Environment*

PENDAHULUAN

Industri otomotif merupakan industri yang berkembangcukup pesat dan besar saat ini. Pelaku dunia industriotomotif salah satunya adalah industri sepeda motor.Pesatnya perkembangan industri sepeda motor, dapatdilihat pada data penjualan sepeda motor yangmeningkat seperti yang dikeluarkan oleh AsosiasiIndustri Sepeda Motor Indonesia (AISI). AISImenyatakan bahwa penjualan motor meningkat hinggamencapai 7,36 juta unit atau naik 25,8% dari tahun2009. Angka penjualan tersebut melebihi dari yangditargetkan AISI sebesar 7 juta unit dan merupakanangka penjualan motor tertinggi dalam sejarah.

Keadaan ini memicu produsen motor berusaha untukmemproduksi dan menjual sepeda motor sebanyakbanyaknya.Namun, dengan permintaan produksi yangbanyak, perhatian perusahaan biasanya hanya terfokuspada masalah kapasitas produksi serta pemenuhantarget produksi sehingga terkadang masalah ergonomi,rancangan kerja, serta kenyamanan tempat kerjaoperator terabaikan padahal salah satu hal yang cukuppenting dalam meningkatkan efisiensi danproduktivitas adalah manusia. Walaupun teknologisudah sangat berkembang dan mesin sudah banyakdigunakan, namun kerja manusia terkadang tidak dapatdigantikan oleh mesin.

Masalah ergonomi yang terabaikan, menyebabkanbanyak perusahaan tidak menyadari bahwa ada *station*yang tempat kerjanya kurang nyaman bahkan cukupmembahayakan. PT. X tidak menyadari bahwa ada*station* yang beban kerjanya cukup berat serta tidakdidukung oleh tempat kerja yang ergonomis sepertiyang ada pada *station numbering* dan *press*. Padakedua *station* tersebut terdapat kegiatan mengangkat*frame body* seberat 11 kg secara manual dan *repetitive*.Kegiatan *manual material handling* sepertimengangkat *part* berat secara *repetitive* merupakankegiatan yang dapat membahayakan sistem*musculoskeletal* manusia. Terlebih lagi jika dilakukanberulang dengan gerakan dan posisi tubuh yang tidakideal karena tempat kerja yang kurang ergonomis sertapenggunaan tenaga yang besar, dan waktu kerja yanglama.

Cedera tulang belakang adalah yang paling umumterjadi, yaitu 22% dari semua kecelakaan kerja yangterjadi. Salah satu penyebab cedera ini adalah bebanyang berlebihan yang diterima oleh tulang belakang,dimana 60% dari *overload* disebabkan oleh pekerjaanmengangkat barang, 20% pekerjaan mendorong ataumenarik barang dan 20% akibat membawa barang(Accident Facts, 1990).

Sebuah studi telah membuktikan bahwa ada hubunganyang kuat antara ergonomi dengan kualitas dari produkyang dihasilkan. Tidak baiknya kondisi ergonomi darisuatu lingkungan kerja, tidak diragukan lagi akanmenyebabkan menurunnya kualitas produk yang dapatdihasikan oleh operator. Bekerja pada kondisilingkungan yang tidak ergonomi akan menyebabkan*product defect* yang dihasilkan menjadi tiga hinggasepuluh kali lebih banyak dibandingkan dengan yangbekerja pada kondisi yang ideal [1].

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pada *stationnumbering* dan *press* serta diperlukan perancanganulang tempat kerja yang ergonomis demi tercapainyasistem kerja dan tempat kerja yang ideal danmemperhatikan kesehatan dan kenyamanan pekerja.Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkanperusahaan dapat mengetahui bagaimana bentukstasiun kerja yang lebih baik serta penempatan operatoryang sesuai pada *station* tertentu sehingga operatordapat bekerja lebih semangat, produktif, dan efektifserta *performance* operator menjadi lebih meningkat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini, dilakukan di sebuah perusahaanpenghasil motor terbesar di Indonesia pada bagian*Assembly Unit* khusus untuk motor bebek tipe CH.Lebih spesifik, penelitian ini dilakukan pada *stationnumbering* dan *press*. Bagian *assembly unit* ini adalahbagian terakhir yang merakit seluruh komponen *part*yang telah dibuat pada lini produksi sebelumnya.Bagian ini terdiri dari 4 bagian utama yaitu *overhead*,*shooter engine*, *subline*, dan *main line*. Setiap bagianterdiri dari beberapa *station*, dimana *station* numberingdan press terdapat pada bagian overhead.

Penelitian ini diawali dengan melakukan *preliminarystudy* berupa data keluhan operator yang didapatdengan cara memberikan kuesioner yangdiwawancarakan kepada seluruh operator yang adapada *station numbering* dan *press* sebanyak 14 orang. Bagian tubuh yangpaling dikeluhkan adalah punggung sebesar 50%,tangan kanan dan kiri sebesar 36%, serta kaki kanandan kiri sebesar 21% dengan tingkat keparahan yangberat. Tingkat keparahan berat berarti bahwa keluhanyang dirasakan baru dapat diatasi setelah beristirahatlebih lama serta menghentikan pekerjaan. Bagian tubuh yangfrekuensi keluhannya selalu muncul adalah adalahpunggung sebesar 50%, tangan kanan dan kiri sebesar36%, bahu sebesar 14%, serta pergelangan tangan dankaki sebesar 7%. Tingkat frekuensi keluhan selaluberarti bahwa keluhan terjadi setiap hari atau sepanjangmelakukan pekerjaan. Selain tingkat keparahan danfrekuensi keluhan yang dirasakan, data kecelakaankerja juga dicari. Data kecelakaan kerja ini adalah yangdialami oleh operator *station numbering* dan *press* danterjadi dalam waktu kurang dari 1 tahun.

Setelah didapatkan data keluhan, selanjutnya yangperlu dilakukan adalah mencari data peralatan kerjadan mesin yang terlibat pada *station numbering* dan*press*. Peralatan kerja yang terlibat dalam *stationnumbering* adalah kereta *part*, *frame body*, mesin*numbering*, dan meja transfer, sedangkan yang terlibatpada *station press* adalah mesin *press*, *frame body*,*race steering*, meja transfer, dan *jig* berjalan. Semuadata peralatan kerja dan mesin didapatkan denganpengamatan dan pengukuran langsung.

Setelah didapatkan seluruh data peralatan kerja danmesin yang terlibat, data selanjutnya yang dicari adalahdata antropometri operator berupa tinggi dan beratbadan operator. Data ini didapatkan dengan caramengukur langsung seluruh operator pada *stationnumbering* dan *press* yang berjumlah 14 orang.

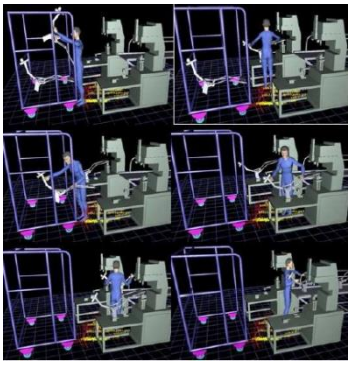
Untuk menganalisis kondisi aktual, data antropometrioperator kondisi aktual yang akan digunakan untukdisimulasikan dalam software Jack, sedangkan untukmembuat tempat kerja usulan, digunakan dataantropometri populasi Indonesia yang didapatkan darijurnal yang berjudul *Anthropometry of the Singaporeanand Indonesian Populations* oleh Tan Kay Chuan et al(2010).

Kemudian, dicari data waktu kerja dimana data tersebutakan digunakan saat akan membuat animasi pada*software* Jack. Setelah semua data di atas didapatkan,maka selanjutnya yang perlu dilakukan adalah mencari

data postur dan gerakan kerja operator. Data inididapatkan dengan mengamati langsung sertamendokumentasikan kegiatan operator saat merekasedang melakukan pekerjaannya pada *stationnumbering* dan *press*.

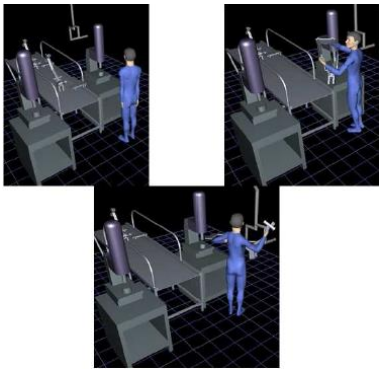
Station numbering sendiri mempunyai tugas untukmemberikan kode produksi pada *frame body* ataurangka motor. Setelah *frame body* dari *painting steel*sampai ke *station numbering*, *frame body* kemudiandiangkat dari kereta *part* kemudian dipindahkan kemesin *numbering* untuk diberikan kode produksi.Setelah diberikan kode produksi, kemudian *frame body*dipindahkan ke *station* berikut yaitu *press* melalui mejatransfer. Kegiatan pada *station numbering* dapat dilihatdari Gambar 1berikut.

ISBN: 978-602-70259-2-9



Gambar 1. Kegiatan pada *Station Numbering*

Operator pada *station press* mempunyai tugas untukmemasukkan *race steering* ke dalam *frame body* danmengecek kode produksi pada *frame body* sertamemindahkannya ke *Jig*. Setelah *frame body* ditransfer menuju *station press*, kemudian operatormengambil *frame body* yang berada pada meja transferuntuk ditambahkan *race steering* kedalam *frame body*menggunakan mesin *press* sambil operator mengecekkode produksi. Selesai melakukan kegiatan ini, makaselanjutnya operator memindahkan *frame body* tersebutke *jig* berjalan agar *frame body* tersebut dapatberpindah secara otomatis menggunakan *jig*. Kegiatanpada *station press* dapat dilihat dari Gambar 2berikut.



Gambar 2. Kegiatan pada *Station Press*

Kondisi yang terjadi pada kedua *station* tersebutdianalisis menggunakan *software* Jack dengan metode*Static Strength Prediction* (SSP), *Lower Back Analysis*(LBA), *Ovako Working Posture Analysis System*(OWAS), *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) yangakan diintegrasikan menjadi satu nilai yaitu *PostureEvaluation Index* (PEI). Kondisi tersebut dianalisismenggunakan simulasi pada *virtual environmentmodeling*.

Analisis pada kedua *station* dilakukan ke dalambeberapa konfigurasi. Konfigurasi ditetapkanberdasarkan postur yang paling ekstrim pada setiappersentil. Kondisi paling ekstrim diketahui setelahsimulasi dijalankan dan dilihat nilai tertinggi dari LBA,OWAS, dan RULA. Untuk persentil, simulasidilakukan pada ketiga persentil yaitu persentil 5, 50,dan 95. Untuk *station numbering*, kegiatan palingekstrim terjadi ketika operator mengambil *frame body*dari bagian bawah kereta *part* dan bagian atas kereta*part*, sedangkan untuk *station press*, kondisi palingekstrim terjadi saat operator mengecek kode produksidan meletakkan *frame body* ke *jig*. **Tabel 1**berikutakan merangkum konfigurasi kondisi aktual yang akandianalisis pada penelitian ini.

Tabel 1. Konfigurasi kondisi aktual yang akan dianalisis

No.	Nama Konfigurasi	Kondisi	Station	Persentil	Jenis Pekerjaan
1	Konfigurasi 1	Aktual	Numbering	5%	Ambil FB dari bawah
2	Konfigurasi 2				Ambil FB dari atas
3	Konfigurasi 3			50%	Ambil FB dari bawah
4	Konfigurasi 4				Ambil FB dari atas
5	Konfigurasi 5			95%	Ambil FB dari bawah
6	Konfigurasi 6				Ambil FB dari atas
7	Konfigurasi 7		Press	5%	Cek hasil numbering
8	Konfigurasi 8				Peletakkan ke jig
9	Konfigurasi 9			50%	Cek hasil numbering
10	Konfigurasi 10				Peletakkan ke jig
11	Konfigurasi 11			95%	Cek hasil numbering
12	Konfigurasi 12				Peletakkan ke jig

Setelah diketahui semua konfigurasi kondisi aktual,maka selanjutnya adalah merancang model danmenjalankan simulasi agar kondisi aktual dapatdianalisis.
Simulasi dijalankan menggunakan *software* Jack dalam*virtual environment*. Untuk membuat *virtualenvironment*, dilakukan pembuatan semua peralatandan mesin yang terlibat menggunakan *software*SolidWorks. Setelah semua peralatan dan mesin selesaidibuat, maka selanjutnya semua peralatan dan mesintersebut diubah ke dalam *file* yang dapat diterima olehJack. Setelah itu, dimasukkan ke dalam *window* Jacksebagai *virtual environment*. Kemudian masukkan*virtual human* dan posisikan virtual human sesuaidengan kondisi nyata ke dalam *virtual environment*.Kemudian berikan tugas dan lakukan verifikasi danvalidasi dengan menggunakan uji kondisi ekstrimuntuk dapat menguji kebenaran simulasi yangdijalankan. Setelah itu, analisis dengan menggunakanmetode SSP, LBA, OWAS, dan RULA sertamenghitung nilai PEI.

Setelah menganalisis kondisi aktual, selanjutnya adalahmenentukan rekomendasi tempat kerja yang lebihergonomis. Kondisi ekstrim dari rancangan aktualterjadi karena pada kondisi tersebut operator bekerjadengan postur yang kurang ideal seperti membungkukdan menggunakan jangkauan maksimum. Oleh karenaitu, rekomendasi dilakukan untuk mengurangi resikotersebut. Pengurangan resiko dapat dilakukan denganmengubah ketinggian permukaan kerja pada kedua*station*. Perubahan ketinggian permukaan kerjadisesuaikan dengan permukaan kerja yang ideal untukpekerjaan yang melibatkan pengangkatan beban beratyaitu sebesar 10-20 cm dibawah siku [5]. Namun, alasan dipilihnya ketinggian 10 dan 15 cm dibawah sikukarena *frame body* berbentuk agak panjang maka jikapermukaan kerja terlalu rendah operator akan tetapmenunduk.

Setelah ditentukan perubahan ketinggian sebesar 10dan 15 cm dibawah siku, selanjutnya adalahmenentukan persentil yang akan dipilih menjadi dasardalam penentuan ketinggian kerja. Persentil yangdipilih adalah persentil 50 antropometri orangIndonesia karena perusahaan pasti akan merekrutpekerja dari populasi Indonesia. Persentil 50merupakan persentil yang cukup mewakili persentillainnya karena tinggi dan berat badan persentil tersebutyang berada pada rata-rata populasi. Selain itu,persentil 50 juga merupakan persentil yangjangkauannya dapat diakses oleh sebagian besarpersentil mulai dari persentil terkecil yaitu 5 hingga kepersentil terbesar yaitu 95.

Untuk *station numbering*, perubahan ketinggiandilakukan dengan cara mengubah ketinggian tiangkereta *part* bagian bawah menjadi 10 dan 15 cmdibawah siku serta diberikan alat bantu. Untuk *stationpress* dilakukan dengan memberikan tambahan pijakankaki setinggi 16 dan 21 cm. **Tabel 2**berikut adalahbentuk perubahan yang terjadi pada kereta *part* dan**Tabel 3**berikut adalah konfigurasi kondisiusulan yangakan dianalisis.

Tabel 2. Tabel perubahan bentuk *Frame body* kondisi usulan

Keterangan	Ketinggian	Tiang Kaki	Tiang Kepala	Lebar	Roda
Tanpa alat bantu	Ketinggian 10 cm	104 cm	161 cm	155 cm	Tidak diganti
	Ketinggian 15 cm	99 cm	156 cm		
Dengan alat bantu	Ketinggian 10 cm	104 cm	112,5 cm	205 cm	Diganti dengan yang mempunyai lock
	Ketinggian 15 cm	99 cm	107,5 cm		

Tabel 3. Ringkasan konfigurasi yang akan dilakukan

No.	Nama Konfigurasi	Kondisi	Station	Persentil	Jenis Pekerjaan	Konfigurasi Ketinggian Rekomendasi
13	Konfigurasi 13	Rekomendasi	Numbering	5%	Ambil FB dari kereta	10 cm dari bawah siku
14	Konfigurasi 14				Ambil FB dari kereta	15 cm dari bawah siku
15	Konfigurasi 15				Ambil FB dari kereta	10 cm dari bawah siku dengan alat bantu
16	Konfigurasi 16				Ambil FB dari kereta	15 cm dari bawah siku dengan alat bantu
17	Konfigurasi 17			50%	Ambil FB dari kereta	10 cm dari bawah siku
18	Konfigurasi 18				Ambil FB dari kereta	15 cm dari bawah siku
19	Konfigurasi 19				Ambil FB dari kereta	10 cm dari bawah siku dengan alat bantu
20	Konfigurasi 20				Ambil FB dari kereta	15 cm dari bawah siku dengan alat bantu
21	Konfigurasi 21			95%	Ambil FB dari kereta	10 cm dari bawah siku
22	Konfigurasi 22				Ambil FB dari kereta	15 cm dari bawah siku
23	Konfigurasi 23				Ambil FB dari kereta	10 cm dari bawah siku dengan alat bantu
24	Konfigurasi 24				Ambil FB dari kereta	15 cm dari bawah siku dengan alat bantu
25	Konfigurasi 25	Rekomendasi	Press	5%	Cek hasil numbering	Tambahan papan 16 cm
26	Konfigurasi 26					Tambahan papan 21 cm
27	Konfigurasi 27				Peletakkan ke jig	Tambahan papan 16 cm
28	Konfigurasi 28					Tambahan papan 21 cm
29	Konfigurasi 29			50%	Cek hasil numbering	Tambahan papan 16 cm
30	Konfigurasi 30					Tambahan papan 21 cm
31	Konfigurasi 31				Peletakkan ke jig	Tambahan papan 16 cm
32	Konfigurasi 32					Tambahan papan 21 cm
33	Konfigurasi 33			95%	Cek hasil numbering	Tambahan papan 16 cm
34	Konfigurasi 34					Tambahan papan 21 cm
35	Konfigurasi 35				Peletakkan ke jig	Tambahan papan 16 cm
36	Konfigurasi 36					Tambahan papan 21 cm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah semua konfigurasi selesai dibuat simulasinya,kemudian dicari hasil dari SSP, LBA, OWAS, danRULA serta dihitung nilai PEI. Setelah itu, dianalisishasil yang telah dihasilkan tersebut denganmembandingkan nilai PEI kondisi aktual dengankondisi usulan agar dapat ditentukan rekomendasimana yang akan dipilih karena mempunyai tempatkerja yang lebih ergonomis. **Tabel 4**berikut adalahrekapitulasi nilai PEI untuk semua konfigurasi.

Tabel 4. Rekapitulasi nilai PEI

No.	Nama Konfigurasi	LBA	OWAS	RULA	PEI
1	Konfigurasi 1	2191	2	7	2,56
2	Konfigurasi 2	1142	1	5	1,69
3	Konfigurasi 3	2348	2	7	2,61
4	Konfigurasi 4	1151	1	5	1,6
5	Konfigurasi 5	2506	2	7	2,66
6	Konfigurasi 6	1067	1	5	1,58
7	Konfigurasi 7	1527	1	7	2,12
8	Konfigurasi 8	974	1	5	1,55
9	Konfigurasi 9	1462	1	7	2,1
10	Konfigurasi 10	923	1	5	1,54
11	Konfigurasi 11	1783	1	6	1,99
12	Konfigurasi 12	1340	1	5	1,66
13	Konfigurasi 13	1213	1	5	1,62
14	Konfigurasi 14	1575	1	5	1,73
15	Konfigurasi 15	926	2	6	1,99
16	Konfigurasi 16	973	2	6	2,00
17	Konfigurasi 17	1420	1	5	1,68
18	Konfigurasi 18	1633	1	5	1,74

No.	Nama Konfigurasi	LBA	OWAS	RULA	PEI
19	Konfigurasi 19	1161	2	4	1,65
20	Konfigurasi 20	1392	2	4	1,72
21	Konfigurasi 21	2097	1	5	1,88
22	Konfigurasi 22	2105	1	5	1,88
23	Konfigurasi 23	1922	2	4	1,88
24	Konfigurasi 24	1667	2	6	2,21
25	Konfigurasi 25	1456	1	5	1,69
26	Konfigurasi 26	1498	1	5	1,7
27	Konfigurasi 27	645	1	5	1,45
28	Konfigurasi 28	851	1	4	1,31
29	Konfigurasi 29	1649	1	5	1,75
30	Konfigurasi 30	1672	1	5	1,76
31	Konfigurasi 31	948	1	4	1,34
32	Konfigurasi 32	823	1	7	1,91
33	Konfigurasi 33	2085	1	5	1,88
34	Konfigurasi 34	1854	1	6	2,01
35	Konfigurasi 35	970	1	4	1,35
36	Konfigurasi 36	720	1	5	1,48

Analisis Perbandingan Kondisi Aktualdengan Kondisi Usulan *Station Numbering*Tanpa Alat Bantu

Nilai PEI pada kondisi aktual akan dibandingkandengan nilai PEI kondisi usulan yaitu kereta *part* tanpaalat bantu dengan tinggi tiang kereta *part* 10 dan 15 cmdibawah siku. **Gambar 3**menampilkan perbandinganPEI kondisi aktual dengan kondisi usulan.

Gambar 3. Perbandingan PEI kondisi aktual dengan kondisi usulan tanpa alat bantu

Dari Gambar 3, terlihat bahwa kereta *part* kondisiusulan tanpa alat bantu dengan tinggi tiang 10 cmdibawah siku mempunyai nilai PEI yang lebih rendah.Hal ini dapat disimpulkan bahwa kereta *part* dengantiang 10 cm dibawah siku atau dengan tinggi tiangbagian bawah sebesar 104 cm dari tanah, memberikankenyamanan dari segi ergonomis yang lebih baik daritinggi tiang 15 cm dibawah siku.

Jika dibandingkan nilai PEI antar persentil dari kereta*part* dengan tinggi 10 cm dibawah siku, persentil 5mempunyai nilai PEI yang paling rendah dibandingsemua persentil untuk mengangkat *frame body* darikereta *part* dengan ketinggian tiang 10 cm dibawahsiku. Jadi, untuk kereta *part* dengan tinggi tiang 10 cmdibawah siku tanpa alat bantu oleh persentil 5 dengantinggi 162 cm dan berat badan 50 kg, yang sebaiknyadipilih.

Analisis Perbandingan Kondisi Aktualdengan Kondisi Usulan *Station Numbering*Dengan Alat Bantu

Nilai PEI kondisi aktual akan dibandingkan dengannilai PEI kondisi usulan yaitu kereta *part* dengan alatbantu tinggi tiang kereta *part* 10 dan 15 cm dibawahsiku dan lebar 205 cm serta diberi *lock* pada roda.**Gambar 4**menampilkan perbandingan PEI kondisiaktual dengan kondisi usulan dengan alat bantu.

Gambar 4. Perbandingan PEI kondisi aktual dengankondisi usulan dengan alat bantu

Dari gambar di atas terlihat bahwa kereta *part* usulandengan alat bantu dengan tinggi tiang 10 cm dibawahsiku mempunyai nilai PEI yang lebih rendah. Hal inidapat disimpulkan bahwa kereta *part* dengan tiang 10cm dibawah siku atau sebesar 104 cm dari tanahdengan alat bantu memberikan kenyamanan dari segiergonomis yang lebih baik dari tinggi tiang 15 cmdibawah siku.

Jika dibandingkan juga nilai PEI antar persentil kereta*part* dengan alat bantu pada tinggi 10 cm dibawah siku,persentil 50 mempunyai nilai PEI paling rendah yangberarti bahwa persentil 50 yang paling ergonomisdibanding semua persentil untuk mengangkat *framebody*. Jadi, untuk kereta *part* dengan tinggi 10 cmdibawah siku dengan alat bantu oleh persentil 50dengan tinggi 172 cm dan berat badan 63 kg, yangsebaiknya dipilih.

Analisis Perbandingan Kondisi UsulanTanpa Alat Bantu Dengan Kondisi UsulanDengan Alat Bantu *Station Numbering*

Nilai PEI kondisi usulan akan dibandingkan dengannilai PEI kondisi usulan lainnya, yaitu kereta *part* tanpaalat bantu dan kereta *part* dengan alat bantu yangmempunyai nilai PEI terkecil. Gambar 5berikut akanmenampilkan perbandingan nilai PEI kondisi usulantanpa alat bantu dengan kondisi usulan menggunakanalat bantu untuk setiap persentil.

Gambar 5. Perbandingan PEI kondisi usulan tanpa alat bantu dan kondisi usulan dengan alat bantu

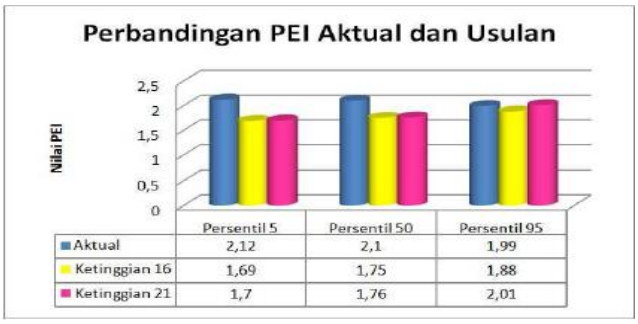
Jika dibandingkan, nilai PEI yang paling rendah adapada kondisi kereta *part* tanpa alat bantu dengan tinggitiang 10 cm dibawah siku atau setinggi 104 cm daritanah yang dikerjakan oleh persentil 5

dengan tinggibadan 162 cm dan berat badan 50 kg yang sebaiknyadipilih. Untuk memilih diantara kedua pilihan, dapatdisesuaikan dengan kebijakan perusahaan karena keduatempat kerja yang baru telah lebih ergonomis daripadatempat kerja sebelumnya. Namun ada *trade off* yangharus dipikirkan oleh perusahaan.

Jika yang dipilih adalah kereta *part* tanpa alat bantu,beban yang dirasakan operator tetap seberat 11 kg tapiperusahaan tidak perlu mengeluarkan banyak biayakarena hanya melakukan sedikit perubahan pada bagianketinggian tiang kereta *part*. Jika yang dipilih adalahkereta *part* dengan alat bantu, beban yang dirasakanoperator jauh berkurang hingga 3 kg karena operatortidak perlu mengangkat secara manual dan operatorhanya mendorong *frame body*, sehingga diharapkanmasalah kesehatan juga berkurang. Namun perusahaanperlu mengeluarkan biaya cukup banyak karenaperusahaan perlu melakukan modofikasi pada bagianroda serta ketinggian tiang dan lebar kereta *part*.

Analisis Perbandingan Kondisi AktualDengan Kondisi Usulan Cek KodeProduksi *Station Press*

Nilai PEI pada kondisi aktual akan dibandingkandengan nilai PEI kondisi usulan yaitu denganpenambahan pijakan kaki sebesar 16 dan 21 cm.Gambar 6menampilkan perbandingan PEI kondisiaktual dengan kondisi usulan.



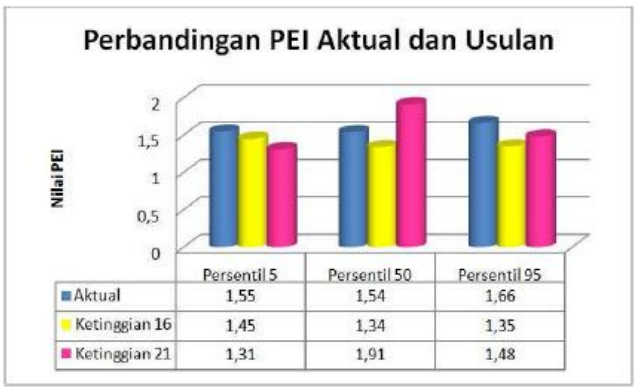
Gambar 6. Perbandingan PEI kondisi aktual dan usulan *Station Press*

Dari **Gambar 6**terlihat bahwa tambahan ketinggian16 cm mempunyai nilai PEI yang lebih rendahdaripada tambahan ketinggian 21 cm. Hal ini dapatdisimpulkan bahwa tambahan ketinggian 16 cmmemberikan kenyamanan dari segi ergonomis yanglebih baik.

Jika dibandingkan nilai PEI antar persentil, persentil 5mempunyai nilai PEI paling rendah yang berarti bahwapersentil 5 yang paling aman dan ergonomis dibandingsemua persentil untuk mengecek kode produksi dengantambahan ketinggian 16 cm dari tanah. Jadi, untuktambahan 16 cm dibawah siku, persentil 5 dengantinggi 162 cm dan berat badan 50 kg, yang sebaiknyadipilih.

Analisis Perbandingan Kondisi AktualDengan Kondisi Usulan Pemindahan*Frame body* ke *Jig* pada *Station Press*

Nilai PEI pada kondisi aktual akan dibandingkandengan nilai PEI kondisi usulan yaitu denganpenambahan pijakan kaki sebesar 16 dan 21 cm.Gambar 7menampilkan perbandingan PEI kondisiaktual dengan kondisi usulan.



Gambar 7. Perbandingan PEI kondisi aktual dan usulan *Station* Press

Dari gambar, dapat dilihat bahwa tambahan ketinggian16 cm secara keseluruhan mempunyai nilai PEI yanglebih rendah daripada tambahan ketinggian 21 cm. Halini dapat disimpulkan bahwa tambahan ketinggian 16cm memberikan kenyamanan dari segi ergonomis yanglebih baik dari tambahan ketinggian 21 cm.

Jika dibandingkan juga nilai PEI antar persentil,persentil 50 mempunyai nilai PEI paling rendah yangberarti bahwa persentil 50 yang paling ergonomisdibanding semua persentil untuk memindahkan *framebody* ke *jig* dengan tambahan ketinggian 16 cm daritanah. Jadi, untuk tambahan 16 cm dibawah siku,persentil 50 dengan tinggi 172 cm dan berat badan 63kg, yang sebaiknya dipilih.

Namun, nilai PEI tersebut harus dibandingkan kembalidengan nilai PEI untuk kegiatan pengecekan kodeproduksi karena kedua kegiatan ini berada pada *station*yang sama sehingga penambahan ketinggian harussama besar serta antropometri operator juga harussama. Setelah dilihat nilai PEI dari dua kegiatan,

tambahan ketinggian 16 cm dari tanah yangmempunyai nilai PEI yang kecil dibanding tambahanketinggian 21 cm sehingga tambahan 16 cm yangsebaiknya dipilih. Persentil yang paling kecil nilai PEInyaadalah persentil 5 dengan tinggi badan 162 cm danberat badan 50 kg serta persentil 50 dengan tinggibadan 172 cm dan berat badan 63 kg. Namun,sebaiknya dipilih persentil 5 dengan tinggi badan 162cm dan berat badan 50 kg karena dengan tinggi badantersebut, operator tidak perlu menunduk dalam bekerjawalaupun telah diberi tambahan ketinggian pada kaki.

KESIMPULAN

Untuk *station numbering* kondisi usulan tanpa alatbantu, ketinggian kereta *part* setinggi 104 cm daritanah yang paling baik untuk dipilih, sedangkan untukantropometri operator yang paling tepat pada *stationnumbering* dengan ketinggian tersebut adalah persentil5 dengan tinggi badan 162 cm dan berat badan 50 kg.Untuk *station numbering* kondisi usulan dengan alatbantu, ketinggian kereta *part* setinggi 104 cm daritanah dengan tambahan alat bantu yang paling baikuntuk dipilih, sedangkan untuk antropometri operatoryang paling tepat pada *station numbering* untuk kondisitersebut adalah persentil 50 dengan tinggi badan 172cm dan berat badan 63 kg. Untuk *station press* kondisiusulan, penambahan ketinggian pijakan kaki sebesar 16cm dari tanah yang paling baik untuk dipilih,sedangkan untuk antropometri operator yang palingtepat pada *station press* untuk kondisi tersebut adalahpersentil 5 dengan tinggi badan 162 cm dan beratbadan 50 kg.

DAFTAR PUSTAKA

Chuan, T.K., Hartono, M., & Kumar, N., (2010), *Anthropometry of the Singaporean andIndonesian Populations. Journal of IndustrialIndustrial Ergonomics*, 40, 757 – 766.

Caputo, F., Di Gironimo, G., & Marzano, A.(2006),*Ergonomic Optimization of aManufacturing System Work Cell in a VirtualEnvironment*, ChalmersUniversity of Naples, diakses 28 Maret 2011,dari: http://ctn.cvut.cz/ap/download.php?id=132

Falck, Annki, & Roland, Ortegren. (n.d). TheInfluence of Assembly Ergonomics on ProductQuality and Productivity in Car Manufacturing –A Cost Benefit Approach, Chalmers University of Technology, diakses 13 Februari 2011. ,dari: http://www.his.se/PageFiles/2413/The_influence_of_assembly_ergonomics_on_product_quality_and_productivity_in_car_manufacturing.pdf

Gironimo, G.D., Monacellia, G., & Patalano, A., (2004),"A Design Methodology ForMaintainability of Automotive Components inVirtual Environment", Paper Presented at the*International Design Conference*-Design 2004,Dubrovnik, Croatia.

Liberty Mutual Insurance Group, (2004, April), *Standing* Work*station*, diakses 28 Maret 2011, dari: http://www.purdue.edu/rem/injury/CumulativeTrauma/LP187-StandingWork*station*s.pdf

PENENTUAN KONFIGURASI DESAIN TEMPAT KERJA TERHADAP POSTUR PEKERJA YANG ERGONOMIS PADA AREA *MATERIAL CUTTING* INDUSTRI MEBEL MENGGUNAKAN *VIRTUAL HUMAN MODELLING*

Maya Arlini Puspasari[1], Boy Nurtjahyo Moch.[2], Malouna Fellisa[3], Dita Dirganta Asyrof[4]
Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik - Universitas Indonesia, Depok 16424
Tel: (021) 78888805. Fax: (021) 78885656

Email: [1]maya.arlini@yahoo.com,[2]boymoch@eng.ui.ac.id, [3]malouna.fellisa_ti07@yahoo.com, [4]dita_ti2011@yahoo.com

ABSTRAK
Penelitian ini membahas penentuan konfigurasi desain tempat kerja yang berupa desain meja kerja dan peralatan manual handling berdasarkan tinjauan ergonomi terhadap postur dan kapasitas beban angkat pekerja pada area material cutting industri mebel. Penelitian dilakukan melalui pembuatan virtual human modelling pada software Jack. Analisis dilakukan menggunakan Posture Evaluation Index (PEI) yang mengintegrasikan metode LBA, OWAS, dan RULA serta NIOSH Lifting. Hasil penelitian berupa konfigurasi desain tempat kerja paling ergonomis terhadap postur pekerja pada area material cutting dan rekomendasi alat bantu manual handling yang mampu memperbaiki penilaian postur pekerja sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya muskuloskeletal disorder pada pekerja serta meningkatkan produktivitas.

***Kata kunci**: Tempat Kerja, Postur, Ergonomis, Material Cutting, Virtual Human Modelling, Posture Evaluation Index, NIOSH Lifting*

Pendahuluan

Salah satu industri manufaktur yang memiliki peranan signifikan bagi kontribusi perkonomian nasional yaitu industri pengolahan kayu. Menurut Departemen Perindustrian (2007), nilai produksi industri ini pada tahun 2006 mencapai Rp 92,5 triliun atau 12,13% dari total output sektor industri manufaktur atau 3,11% dari total *output non*-migas, sementara nilai ekspornya tahun 2006 mencapai USD 7,52 milyar atau 11,4% dari total industri manufaktur atau 9,33% terhadap total ekspor nasional. Industri ini mampu menyerap 1,3 juta orang dan jumlah ini belum termasuk industri kecil dan industri rumah tangga. Adapun salah satu industri pengolahan kayu di Indonesia yaitu industri mebel (*furniture*).

Di tengah tingginya permintaan akan produk-produk mebel baik di pasar lokal maupun internasional, ternyata industri mebel pada proses produksinya sendiri kurang memperhatikan faktor ergonomi bagi pekerjanya dimana resiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs)) pada industri ini cenderung lebih tinggi daripada industri manufaktur lainnya (NIOSH, 2009). Istilah *Musculoskeletal Disorders* merupakan pengelompokkan dari suatu penyakit atau kelainan yang disebabkan oleh kegiatan berulang dan statis, pemuatan yang terus menerus pada struktur jaringan, dan kurangnya waktu penyembuhan dalam waktu yang lama. Apabila kondisi ini terjadi pada pekerja tentunya akan menimbulkan potensi terjadinya penurunan konsentrasi, kesehatan, dan kesalahan kerja yang berdampak pada penurunan performa pekerja dan produktivitas.

U.S. Bureau of Labor Statistics melaporkan terdapat 9.600 kasus MSDs dimana sebanyak 7.000 kasus terjadi pada industri mebel [1]. *N.C. Industrial Commission* di Amerika mengungkapkan bahwa pada tahun 1996, industri mebel di Amerika membayar sekitar USD 33.000 sebagai biaya kompensasi untuk setiap klaim MSDs yang ada dengan rata- rata hampir kehilangan 97 hari kerja untuk setiap klaim yang diajukan sehingga mengakibatkan kerugian industri dari segi produksi, pendapatan, biaya penggantian pekerja dan pelatihan, biaya jaminan keluarga pekerja, serta kerugian lain (North, 1996). Resiko jumlah kecelakaan kerja pada industri mebel juga cenderung meningkat seiring meningkatnya pertumbuhan sektor industri ini di negara Asia, terutama di Asia Tenggara [2].

Adapun salah satu indikasi utama penyebab tingginya resiko MSDs pada pekerja di industri mebel yaitu dikarenakan industri tersebut merupakan bagian dari industri semi berat dan peran pekerja pada proses produksi tidak dapat dihindarkan, seperti pada pekerjaan *manual handling* (bergerak,

mendorong, dan menekan) serta pekerjaan yang bersifat statis sehingga hal ini dapat menyebabkan MSDs, terutama pada bagian punggung, bahu, lengan, pergelangan tangan, dan leher pekerja [3].

Dalam industri mebel, faktor *ergonomic stressors* yang menyebabkan MSDs pada pekerja terdiri dari usaha fisik, repetisi kerja, postur kerja yang janggal, postur kerja yang statis, tekanan akibat kontak dengan peralatan, getaran dan faktor lingkungan lain [1]. Dalam hal ini, postur kerja merupakan salah faktor dominan yang berpengaruh terhadap MSDs.

Dalam penelitian ini akan ditentukan konfigurasi paling ideal dari desain tempat kerja yang berupa desain meja kerja dan peralatan *manual handling* berdasarkan tinjauan ergonomi terhadap postur dan kapasitas beban angkat pekerja melalui pembuatan model simulasi kerja manusia virtual pada area *material cutting* di industri mebel. Keunggulan penggunaan *virtual human modelling* yaitu memungkinkan pembuatan usulan penyesuaian postur pekerja terhadap perancangan tempat kerja, tanpa melakukan penerapan langsung pada subjek di lingkungan aktual sehingga mampu menekan biaya, meminimalisasi resiko kerja pada subjek hidup, dan memperpendek waktu simulasi ergonomi pada perancangan kerja.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam menentukan rancangan tempat kerja yang ergonomis, khususnya pada area *material cutting* di industri mebel ditinjau postur pekerja serta kemampuan beban angkat material sehingga diharapkan dapat bermanfaat meminimalisasi dampak jangka panjang dari resiko terjadinya keluhan kesehatan; mengurangi biaya kompensasi yang ditimbulkan akibat ketidakhadiran pekerja sebagai dampak keluhan kesehatan; serta meningkatkan produktivitas, khususnya pada area *material cutting* industri mebel yang ada di Indonesia.

Metode Penelitian

Objek penelitian merupakan sebuah perusahan mebel skala menengah yang berlokasi di Bekasi, Jawa Barat. Perusahaan tersebut telah lama beroperasi (berdiri tahun 1977) dan sudah berpengalaman di bidangnya. Konsumen berasal dari pasar domestik dan internasional dimana perusahaan memproduksi produk-produk mebel baik untuk konsumen dalam dan luar negeri. Produk-produk interior mebel utama yang diproduksi meliputi kursi, meja, tempat tidur, lemari, dan rak-rak pajangan berkualitas. Dalam proses produksinya, perusahan tersebut rata-rata menggunakan 50% tenaga manusia dan 50% tenaga mesin atau otomatisasi sehingga peran manusia dalam proses produksinya tergolong dominan.

Tahapan awal penelitian ini yaitu mengidentifikasi kebutuhan objektif dari penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan penelitian pendahuluan terkait karakteristik objek penelitian untuk menentukan perumusan masalah, tujuan, dan ruang lingkup, dan variabel penelitian. Setelah merancang sistem pengambilan data di lapangan, pengambilan data dilakukan pada stasiun kerja utama. Data-data utama yang diperlukan yaitu data identifikasi keluhan pekerja, variabel yang diteliti, spesifikasi stasiun kerja, postur dan metode kerja, dan data antropometri.

Berdasarkan identifikasi keluhan pekerja yang dilakukan, penelitian difokuskan pada area *material cutting*. Proses tersebut dipilih berdasarkan pertimbangan hasil penelitian pendahuluan berupa kuesioner dan wawancara kepada pekerja dimana pekerja pada area *material cutting* dinilai paling beresiko terkena MSDs dibandingkan dengan area kerja yang lain dengan postur pekerja yang janggal dengan posisi kerja cenderung membungkuk. Hampir seluruh aktivitas kerja dilakukan dengan posisi berdiri atau berjalan dengan *repetitive* tinggi disertai beban angkat relatif besar (5 kg-40 kg).

Konfigurasi dilakukan untuk menentukan desain tempat kerja yang ergonomis *material cutting* dengan memp perubahan variabel-variabel paling berpengaruh terhadap terhadap postur kerja manusia pada stasiun kerja pemotongan, penyerutan dan pembelahan material kayu.

Variabel pertama yang diubah pada penentuan konfigurasi ini adalah permukaan meja kerja pada stasiun kerja. Ketentuan perubahan ketinggian permukaan meja kerja tersebut dilakukan berdasarkan referensi ketinggian tempat kerja yang ideal.

Rekomendasi ketinggian permukaan meja kerja yang ideal untuk *standing workstation* (posisi kerja berdiri) pada jenis pekerjaan *heavy work* (pekerjaan mendorong, mengangkat, atau memindahkan yang membutuhkan banyak gaya atau dengan beban sama dengan atau lebih dari 5 kg) yaitu 10-20 cm di bawah tinggi siku atau *standing elbow height* [6] [7]. Dikarenakan pada area *material cutting*, seluruh aktivitas harus dilakukan dengan posisi berdiri dan adanya kecenderungan pekerja membungkuk ketika melakukan aktivitas, hal tersebut menjadikan ketinggian sebagai faktor yang signifikan berpengaruh terhadap postur pekerja.

Ketinggian permukaan meja kerja pada stasiun kerja tersebut akan dihitung berdasarkan *design for the average*, yaitu menggunakan data antropometri dengan presentil 50. Pertimbangan ini dipilih dikarenakan karakteristik stasiun kerja mesin kerja yang tidak memungkinkan untuk dilakukannya

design for adjustability, sehingga digunakan *design for the average* untuk meminimalisir ketidaknyamanan yang terjadi pada manusia dengan presentil 5 dan 95.

Tabel 1. Rekapitulasi Konfigurasi Ketinggian Permukaan Meja Kerja Usulan

Aturan Konfigurasi Ketinggian Permukaan Meja Kerja Usulan	Konfigurasi Ketinggian Permukaan Meja Kerja Usulan		
	Proses Pemotongan Kayu	Proses Penyerutan Kayu	Proses Pembelahan Kayu
Aktual	81 cm	73 cm	89 cm
10 cm *below* EH	93,1 cm	93,1 cm	93,1 cm
15 cm *below* EH	88,1 cm	88,1 cm	-
20 cm *below* EH	83,1 cm	83,1 cm	83,1 cm

Variabel konfigurasi kedua yang diubah yaitu penambahan alat bantu *manual handling* yang direkomendasikan (*vacuum lifter*). Alat ini dapat mengangkut benda mencapai beban 300 kg untuk setiap proses pengangkutan sehingga penggunaan *vacuum lifter* dapat membantu meringankan beban operator ketika melakukan proses pengambilan dan pengangkutan, dan peletakan material-material kayu dalam proses pemotongan, penyerutan dan pembelahan.

Hasil dan Pembahasan

Selanjutnya akan dibahas analisis hasil pengolahan data yang diperoleh melalui *virtual human modelling simulation* di tiga stasiun kerja pada area *material cutting*, yaitu berupa analisis SSP, LBA, OWAS, dan RULA yang kemudian akan dihitung menjadi nilai PEI. Di samping itu, hasil analisis NIOSH pada aktivitas pengangkatan beban akan menghasilkan nilai RWL dan LI. Analisis terdiri analisis kondisi aktual dan analisis perbandingan kondisi aktual dan usulan untuk melihat seberapa besar desain konfigurasi tempat kerja mempengaruhi postur pekerja.

Kondisi Aktual

Hasil SSP masing-masing anggota tubuh utama pada masing-masing model untuk postur kerja aktual memotong, menyerut, dan membelah material kayu nilainya lebih besar dari 90%. Hal ini menunjukkan mayoritas pekerja persentil 5 dan 95 memiliki kekuatan (*muscle strength*) yang cukup untuk melakukan proses-proses tersebut material kayu sehingga selanjutnya dapat dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan nilai LBA, OWAS, dan RULA.

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai PEI Postur Kerja Aktual Memotong, Menyerut, Membelah Kayu

Postur Kerja Memotong Material Kayu					
Presentil	SSP > 90%	Skor LBA (N)	Skor OWAS	*Grand Score* RULA	PEI
5	Ya	1030	2	5	1,817
95	Ya	1948	2	6	2,29
Postur Kerja Menyerut Material Kayu					
Presentil	SSP > 90%	Skor LBA (N)	Skor OWAS	*Grand Score* RULA	PEI
5	Ya	1188	2	6	2,067
95	Ya	1927	2	7	2,487
Postur Kerja Membelah Material Kayu					
Presentil	SSP > 90%	Skor LBA (N)	Skor OWAS	*Grand Score* RULA	PEI
5	Ya	1187	2	7	2,269
95	Ya	2014	2	6	2,309

Setelah menganalisis, SSP, langkah selanjutnya yaitu mendapatkan nilai LBA. Sebagai contoh, pada postur kerja aktual memotong material kayu dari presentil 5 pada analisis LBA menghasilkan nilai tekan kompresi sebesar 1030 Newton. Tekanan ini terjadi akibat operator membungkuk ke arah depan (*flexion*) sebesar 25°. Sementara postur kerja aktual memotong material kayu dari presentil 95 pada analisis LBA menghasilkan nilai tekan kompresi sebesar 1948 Newton. Tekanan ini terjadi akibat operator membungkuk ke arah depan (*flexion*) sebesar 32°.

Langkah selanjutnya yaitu menganalisis nilai OWAS. Postur kerja aktual memotong material kayu dari presentil 5 dan presentil 95 menghasilkan nilai akhir OWAS yang sama, yaitu sebesar 2 yang menandakan bahwa tindakan perbaikan diperlukan di masa datang, dengan kode OWAS 2121.

Analisis terakhir adalah mengevaluasi hasil RULA. Pada metode RULA, tinjauan objek analisis tubuh bagian atas dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok tubuh A dan kelompok tubuh B. Kelompok tubuh A merupakan bagian tubuh dinamis yang terdiri dari lengan bagian atas, lengan bagian bawah, pergelangan tangan, dan putaran sendi yang terjadi pada pergelangan tangan. Kelompok tubuh B terdiri dari batang tubuh dan leher.

Pada postur kerja aktual memotong material kayu pada setiap bagian tubuh dari presentil 5, kelompok tubuh A atas mengalami kontraksi otot dikarenakan posisi tangan yang menjangkau tuas gergaji mesin potong. Kelompok tubuh B mengalami kontraksi otot yang lebih besar akibat batang tubuh dan leher yang membungkuk, terutama pada presentil 95. Secara keseluruhan skor RULA untuk postur kerja aktual memotong material kayu dari presentil 5 menunjukkan nilai 5 sedangkan dari presentil 95 menunjukkan nilai 6. Nilai akhir sebesar 5 atau 6 menunjukkan bahwa operator melakukan pekerjaan dengan posisi kerja buruk (*poor posture*) yang menimbulkan cidera. Oleh karena itu, postur kerja yang berada dalam level ini harus ditinjau kembali dan dilakukan perubahan segera perlu dilakukan untuk mencegah timbulnya cidera.

Untuk selanjutnya analisis SSP, LBA, OWAS, dan RULA juga dilakukan dengan cara yang sama pada setiap elemen postur memotong, membelah, dan membelah material kayu pada ketiga stasiun kerja.

Setelah menganalisis postur memotong, membelah, dan membelah material kayu pada ketiga stasiun kerja, selanjutnya analisis dilakukan pada postur kerja mengangkat material kayu. Mengingat rara-rata tumpukan kayu aktual bekisar 40 cm (5 tumpukan kayu) dengan ketebalan setiap tumpukan 8 cm, pada kondisi aktual posisi mengangkat material kayu secara manual aktivitas mengangkat material kayu dimodelkan ke dalam tiga jenis postur:

- Postur kerja mengangkat kayu dari dasar lantai atau pada tumpukan paling bawah.
- Postur mengangkat kayu pada tumpukan bagian tengah, atau tumpukan ketiga.
- Postur mengangkat kayu pada tumpukan bagian atas, atau tumpukan kelima.

Tujuan dimodelkan proses pengangkatan material ke dalam tiga jenis postur tersebut yaitu untuk membandingkan posisi ketinggian peletakan awal kayu terhadap postur operator.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai PEI Postur Kerja Aktual Mengangkat Material Kayu Secara Manual (Stasiun Kerja Pemotongan)

Presentil-Posisi Mengangkat Material Kayu	SSP > 90%	Skor LBA (N)	Skor OWAS	*Grand Score* RULA	PEI
Presentil 5-Bawah	Ya	2984	3	7	3,048
Presentil 95-Bawah	Ya	3360	3	7	3,158
Presentil 5-Tengah	Ya	2924	3	7	3,03
Presentil 95-Tengah	Ya	3015	3	7	3,057
Presentil 5-Atas	Ya	2455	3	6	2,689
Presentil 95-Atas	Ya	2841	3	6	2,803

Sebagai contoh, pada model stasiun kerja pemotongan material kayu, dapat diketahui bahwa postur kerja aktual mengangkat material kayu secara manual pada stasiun kerja pemotongan beresiko menimbulkan cedera pada tubuh apabila dilakukan secara berulang dalam jangka waktu yang lama, sehingga perlu postur tersebut perlu dihindari dan dicari solusi untuk memperbaikinya, terutama pada postur kerja terekstrim berupa pengambilan material kayu dari dasar lantai atau tumpukan kayu paling bawah. Hal ini ditunjukkan dengan dihasilkannya nilai PEI terbesar untuk postur pengangkatan tersebut, yaitu dengan PEI sebesar 3,048 pada operator presentil 5 dan PEI sebesar 3,158 pada presentil 95. Nilai PEI yang besar ini ini dikarenakan pada posisi pengangkatan bawah, operator membungkuk paling tajam sehingga mengakibatkan terjadinya momen yang besar padalumbar 4 dan lumbar 5 spinal tulang belakang searah sumbu x.

Recommended Weight Limit (RWL) ini merupakan beban maksimal yang direkomendasikan untuk suatu pekerjaan berdasarkan kondisi-kondisi yang didefinisikan. Pada perhitungan kondisi aktual posisi mengangkat material kayu secara manual pada stasiun kerja pemotongan didapatkan nilai RWL sebesar 9,25 kg untuk presentil 5 dan 8,76 kg untuk presentil 95. Sementara pada keadaan aktual berat beban yang diangkut setiap pekerja sebesar 20 kg. Hal ini menandakan beban yang diangkut pekerja melebihi batas angkut yang direkomendasikan.

Tabel 4. Perhitungan RWL dan LI untuk Kondisi Aktual Posisi Mengangkat Material Kayu Manual (Stasiun Kerja Pemotongan)

PRESENTIL 5									
	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM	RWL	LI
Lift Origin	23	0,74	0,784	0,875	0,996	0,91	0,9	9,52	2,1
Lift Destination	23	0,72	0,973	0,875	0,994	0,91	0,9		
PRESENTIL 95									
	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM	RWL	LI
Lift Origin	23	0,68	0,783	0,876	0,993	0,91	0,9	8,76	2,28
Lift Destination	23	0,91	0,976	0,876	0,99	0,91	0,9		

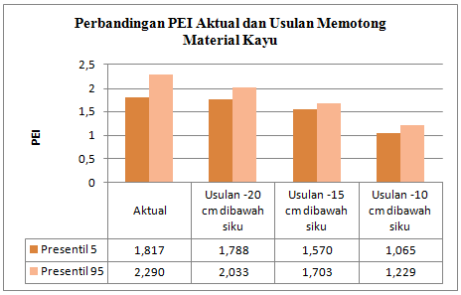
Nilai LI berhubungan erat dengan RWL. Berdasarkan NIOSH (1994), tugas pengangkatan dengan nilai LI yang lebih besar dari 1,0 memiliki resiko sakit punggung bagian bawah akibat pengangkatan bagi sebagian pekerja sehingga sangat direkomendasikan untuk merancang aktivitas pekerjaan mengangkat agar memiliki nilai LI sama dengan atau kurang dari 1. Pada perhitungan kondisi aktual posisi mengangkat material kayu secara manual pada stasiun kerja pemotongan didapatkan nilai LI sebesar 2,10 untuk presentil 5 dan 2,28 untuk presentil 95. Hal ini menandakan bahwa proses pengangkatan memerlukan perubahan metode kerja agar beban yang diangkut memenuhi batas RWL.

Pada stasiun kerja penyerutan material kayu, RWL kondisi aktual adalah sebesar 9,25 kg untuk presentil 5 dan 8,76 kg untuk presentil 95 sedangkan LI kondisi aktual sebesar 2,10 untuk presentil 5 dan 2,28 untuk presentil 95. Pada stasiun kerja pembelahan material kayu, RWL kondisi aktual adalah sebesar 9,07 kg untuk presentil 5 dan 8,03 kg untuk presentil 95 untuk presentil 95 sedangkan LI kondisi aktual sebesar 2,05 untuk presentil 5 dan 2,40 untuk presentil 95. Nilai RWL dan LI dikedua stasiun ini menunjukkan indikasi yang sama seperti pada stasiun kerja pemotongan, yaitu diperlukannya perubahan metode kerja karena beban yang melebihi batas angkut yang direkomendasikan.

Perbandingan Kondisi Aktual dan Usulan

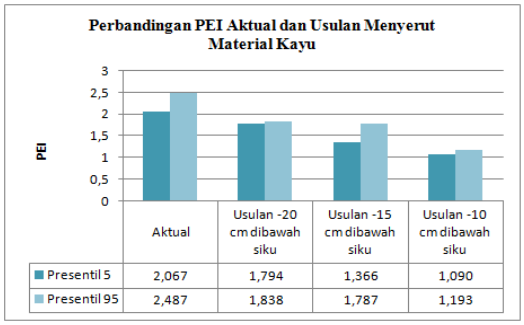
Pada subbab ini akan dibahas mengenai perbandingan model kondisi aktual sebelum dilakukannya perbaikan dan model kondisi usulan yang diberikan untuk setiap stasiun kerja. Setelah memodelkan seluruh konfigurasi usulan, langkah selanjutnya adalah membandingkan nilai PEI usulan dengan PEI aktual, baik dari presentil 5 maupun presentil 95. Semakin kecil nilai PEI yang dihasilkan, menunjukkan bahwa postur yang dimodelkan semakin nyaman dirasakan oleh operator.

Pada postur kerja memotong material kayu, perubahan nilai PEI dari kondisi aktual ke model konfigurasi ideal menunjukkan perubahan yang cukup signifikan. Nilai PEI kondisi aktual adalah adalah 1,817 untuk presentil 5 dan 2,290 untuk presentil 95. Kedua nilai ini dapat dikurangi menjadi 1,065 untuk presentil 5 dan 1,229 untuk presentil 95 setelah mengalami konfigurasi berupa perubahan ketinggian permukaan meja kerja ideal menjadi 10 cm dibawah siku.



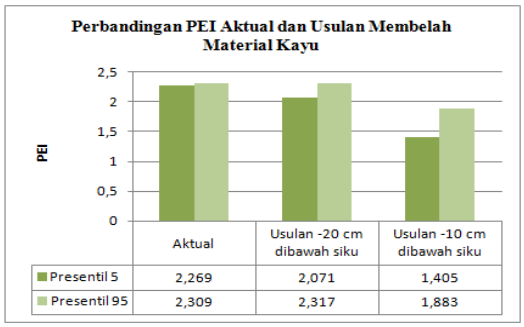
Gambar 1. Perbandingan PEI Aktual dan Usulan Memotong Material Kayu

Pada postur kerja menyerut material kayu, perubahan nilai PEI dari kondisi aktual ke model konfigurasi ideal juga menunjukkan perubahan signifikan. Nilai PEI kondisi aktual adalah 2,067 untuk presentil 5 dan 2,487 untuk presentil 95. Kedua nilai ini dapat dikurangi menjadi 1,09 untuk presentil 5 dan 1,193 untuk presentil 95 setelah mengalami konfigurasi berupa perubahan ketinggian permukaan meja kerja ideal menjadi 10 cm dibawah siku.



Gambar 2. Perbandingan PEI Aktual dan Usulan Menyerut Material Kayu

Selanjutnya pada postur kerja membelah material kayu, nilai PEI kondisi aktual adalah adalah 2,269 untuk presentil 5 dan 2,309 untuk presentil 95. Kedua nilai ini dapat dikurangi menjadi 1,405 untuk presentil 5 dan 1,883 untuk presentil 95 setelah mengalami konfigurasi berupa perubahan ketinggian permukaan meja kerja ideal menjadi 10 cm dibawah siku.



Gambar 3. Perbandingan PEI Aktual dan Usulan Membelah Material Kayu

Perubahan nilai PEI terjadi pada ketiga postur kerja, yaitu postur kerja memotong, menyerut, dan membelah kayu dikarenakan adanya perubahan elemen-elemen LBA, OWAS, RULA yang ditunjukkan pada Tabel 7. Secara keseluruhan terdapat perubahan signifikan pada setiap elemen tersebut dari kondisi aktual ke kondisi usulan sehingga dapat dikatakan desain konfigurasi perubahan ketinggian meja kerja yang dilakukan telah memperbaiki sisi ergonomi postur pekerja.

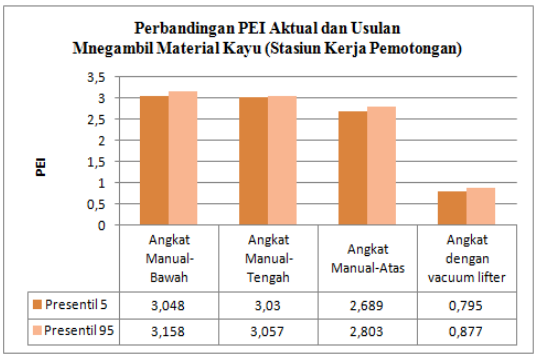
Tabel 5. Perbandingan Skor LBA, OWAS, RULA Kondisi Aktual dan Usulan

Postur Kerja Memotong Material Kayu						
Kondisi	Presentil 5			Presentil 95		
	LBA	OWAS	RULA	LBA	OWAS	RULA
Aktual	1030	2	5	1948	2	6
Usulan -10 cm	701	1	3	1258	1	3
Postur Kerja Menyerut Material Kayu						
Kondisi	Presentil 5			Presentil 95		
	LBA	OWAS	RULA	LBA	OWAS	RULA
Aktual	1188	2	6	1927	2	7
Usulan -10 cm	787	1	3	1136	1	3
Postur Kerja Membelah Material Kayu						
Kondisi	Presentil 5			Presentil 95		
	LBA	OWAS	RULA	LBA	OWAS	RULA
Aktual	1187	2	7	2014	2	6
Usulan -10 cm	1167	1	4	1943	2	4

Perubahan nilai PEI pada postur mengangkat material kayu untuk ketiga stasiun kerja dari kondisi aktual ke model konfigurasi ideal menunjukkan perubahan yang sangat signifikan. Misalnya pada postur mengangkat material kayu di stasiun kerja pemotongan, nilai PEI kondisi aktual maksimum adalah 3,048 untuk presentil 5 dan 3,158 untuk presentil 95. Kedua nilai ini dapat dikurangi menjadi 0,795 untuk presentil 5 dan 0,877 untuk presentil 95 setelah mengalami konfigurasi berupa perubahan penambahan alat bantu *vacuum lifter* dengan rekomendasi ketinggian penggunaan alat ini 10 cm dibawah siku.

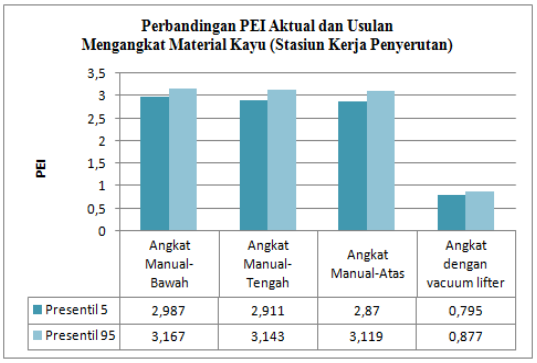
Tabel 6. Rekapitulasi PEI Postur Kerja Usulan Mengangkat Kayu dengan *Vacuum Lifter*

Presentil	$SP > 90%	Skor LBA (N)	Skor OWAS	*Grand Score* RULA	PEI
5	Ya	473	1	2	0,795
95	Ya	752	1	2	0,877



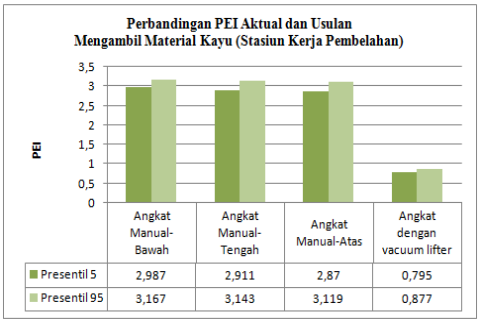
Gambar 4. Perbandingan PEI Aktual dan Usulan Mengangkat Kayu (Stasiun Pemotongan)

Pada postur mengangkat material kayu di stasiun kerja penyerutan, nilai PEI kondisi aktual maksimum adalah adalah 2,987 untuk presentil 5 dan 3,167 untuk presentil 95. Sama seperti stasiun kerja pemotongan, kedua nilai ini dapat dikurangi menjadi 0,795 untuk presentil 5 dan 0,877 untuk presentil 95 setelah mengalami konfigurasi berupa perubahan penambahan *vacuum lifter* dengan ketinggian pengggunaan alat ini 10 cm dibawah siku.



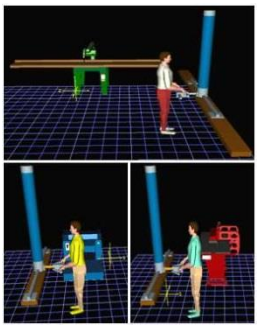
Gambar 5. Perbandingan PEI Aktual dan Usulan Mengangkat Kayu (Stasiun Penyerutan)

Pada postur mengangkat material kayu di stasiun kerja pembelahan, nilai PEI kondisi aktual maksimum adalah adalah 2,987 untuk presentil 5 dan 3,167 untuk presentil 95. Kedua nilai ini dapat dikurangi menjadi 0,795 untuk presentil 5 dan 0,877 untuk presentil 95 setelah mengalami konfigurasi berupa perubahan penambahan *vacuum lifter* dengan ketinggian pengggunaan alat ini 10 cm dibawah siku.



Gambar 6. Perbandingan PEI Aktual dan Usulan Mengangkat Kayu (Stasiun Pembelahan)

Tidak terdapat RWL dan LI usulan dikarenakan aktivitas pengangkatan yang dilakukan pada kondisi usulan yaitu menggunakan *vacuum lifte*r dimana dengan alat ini, operator tidak perlu menanggung beban material kayu yang diangkat, melainkan cukup dengan hanya memegang gagang (*handle*) *vacuum lifter* dan menggeser atau mengarahkan benda untuk dipindahkan dari suatu lokasi ke lokasi lainnya yang dituju dikarenakan beban angkut telah ditanggung oleh alat bantu ini.



Gambar 7. Postur Kerja Usulan Mengangkat Material Kayu dengan *Vacuum Lifter*

Pada ketiga stasiun kerja, terdapat perbedaan yang signifikan antara model pada kondisi aktual dan usulan, khususnya pada posisi memotong, menyerut, membelah, dan mengangkat material kayu ditinjau dari ergonomi postur. Perbedaan ini ditandai dengan berkurangnya nilai PEI dan beban angkut pekerja secara signifikan dari kondisi aktual ke kondisi usulan. Hal ini mengindikasikan bahwa desain tempat kerja (meja kerja dan peralatan *manual handling*) pada kondisi usulan merupakan desain yang dinilai ideal dan lebih dapat mengakomodir kenyamanan bagi operator sehingga tidak mengalami kelelahan akibat beban kerja yang besar. Perubahan konfigurasi desain ini diharapkan dapat sejalan dengan manfaat penelitian yaitu meminimalisasi dampak jangka panjang dari resiko terjadinya kelelahan, keluhan kesehatan MSDs dan kecelakaan kerja akibat desain tempat kerja yang kurang ideal dari sisi ergonomi.

Kesimpulan

Suatu model manusia virtual di area *material cutting* pada industri mebel telah dibuat menggunakan *virtual human modelling* yang dapat merepresentasikan postur kerja dari operator sehingga dapat ditentukan konfigurasi desain tempat kerja yang ideal terhadap postur pekerja yang meliputi desain ketinggian permukaan meja kerja dan peralatan *manual handling* melalui tinjauan ergonomi. Desain tempat kerja yang secepat mungkin perlu diperbaiki adalah desain pada ketiga stasiun kerja utama, yaitu stasiun kerja pemotongan, penyerutan, dan juga pembelahan material kayu.

Pada ketiga stasiun kerja, terdapat perbedaan yang signifikan antara model pada kondisi aktual dan usulan, khususnya pada posisi memotong, menyerut, membelah, dan mengangkat material kayu ditinjau dari ergonomi postur. Perbedaan ini ditandai dengan berkurangnya nilai PEI dan beban angkut pekerja secara signifikan dari kondisi aktual ke kondisi usulan. Hal ini mengindikasikan bahwa desain tempat kerja (meja kerja dan peralatan *manual handling*) pada kondisi usulan merupakan desain yang dinilai ideal dan lebih dapat mengakomodir kenyamanan bagi operator atau pekerja sehingga pekerja tidak mengalami kelelahan akibat beban kerja yang terlalu besar.

Pada proses pemotongan, penyerutan, dan pembelahan kayu di area material cutting didapatkan desain konfigurasi ketinggian permukaan meja kerja yang ideal berdasarkan nilai PEI terkecil adalah 10 cm dibawah tinggi siku pekerja presentil 50. Perubahan dapat lakukan dengan penambahan ketinggian dari tinggi awal ke tinggi usulan 93,1 cm. Pada kondisi usulan, terdapat pengurangan jumlah operator pada stasiun kerja pemotongan yang semula 2 operator menjadi 1 operator.

Pada ketiga stasiun kerja untuk postur kerja aktual mengangkat material kayu diperoleh nilai PEI yang tinggi dan nilai RWL dan LI melebihi batas yang direkomendasikan NIOSH. Konfigurasi dilakukan dengan menggunakan tambahan alat bantu *vacuum lifter* yang tinggi pegangannya disesuaikan ketinggian permukaan meja kerja ideal yang telah dihitung sebelumnya pada pekerja presentil 5 dan 95 sehingga beban angkut berkurang secara signifikan.

Daftar Pustaka

American Furniture Manufacturers Association. (2002). *Voluntary ergonomics guideline for the furniture manufacturing industry*. US: US Department of Labor.

Caputo, F., G. Gironimo, Giuseppe Di, Marzano, A. (2006). Ergonomic optimization of a manufacturing system work cell in a virtual environment. *Acta Polytechnica Vol. 46 No. 5/2006, Czech Technical University Publishing House*.

Chuan, Tan Kay, Markus, H., Naresh, K. (2010). Anthropometry of the singaporean and indonesian populations. *International Journal of Industrial Ergonomics* 40 (2010) 757e76

Kalawsky, R. (1993). *The Science of Virtual Reality and Virtual Environments*. Gambridge: Addison-Wesley Publishing Company, 396 p.

Mirmohamadi et all. (2004). Evaluation of risk factors causing musculoskeletal disorders using QEC method in a furniture producing unite. *Iranian Journal Public Health*, Vol. 33, No. 2, pp.24-27, 2004.

NIOSH. (1998). *NIOSH document, applications manual for the revised NIOSH lifting equation, NIOSH publication number 94-110*. US: Author.

Pheasant, Stephen. (2003). *Bodyspace: anthropometry, ergonomics and design of work*. London: Taylor & Francis.

Ratnasingam, J., Ioras, F., Swan, T.T., Yoon, C.Y., Thanasegaran, G. (2011). Determinants of occupational accidents in the woodworking sector: the case of the malaysian wooden furniture industry. *Journal of Applied Sciences* 11 (3): 561- 566, 2011.

Sanders, Mark & McCormick, E. (1993). *Human factors in engineering and design 7th edition*. New York: McGraw-Hill, Inc. [7] Helander, Martin. (2003). *A guide to human factors and ergonomics* (2nd edition). New York: Taylor & Francis.

Wignjosoebroto, Sritomo. (2000). Ergonomi, studi gerak, dan waktu. Jakarta: Penerbit Guna Widya.

EVALUASI DESAIN ERGONOMI PEMICU / *TRIGGER* SENJATA API JENIS PISTOL

Maya Arlini Puspasari[1], Erlinda Muslim[2], Tansha Muwarman Tidan[3], Danar Nugroho[4]
Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik - Universitas Indonesia, Depok 16424
Tel: (021) 78888805. Fax: (021) 78885656

Email: [1]maya.arlini@yahoo.com,[2]erlinda@eng.ui.ac.id, [3]tanshamuwarwan@rocketmail.com, [4]dita_ti2011@yahoo.com

ABSTRAKS
Penelitian ini membahas evaluasi desain ergonomi pemicu atau yang disebut dengan trigger senjata api dengan jenis pistol terhadap penggunaan yang digunakan sebagai latihan menembak prajurit TNI. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penekanan mekanis pada senjata terlalu berat atau terlalu ringan terhadap tenaga yang dikeluarkan oleh jari telunjuk prajurit TNI. Beberapa analisis dilakukan berupa perhitungan mekanika pegas yang berfungsi sebagai momen puntir terhadap arah gaya yang berlawanan dengan arah penekanan jari telunjuk. Analisa lainnya berupa gerakan biomekanika jari telunjuk berupa perubahan sudut pada sendi – sendi yang ada pada jari telunjuk ketika melakukan tahapan penekenan pemicu pistol. Dari hasil analisis didapat bahwa hasil perhitungan mekanis berdasarkan dimensi yang ada pada pemicu berupa besarnya tenaga yang diperlukan untuk menekan pemicu pistol lebih kecil dengan perbandingan data tekan jari telunjuk prajurit TNI yang diperoleh dengan handgrip Dynamometer. Dari hasil analisa biomekanika jari telunjuk menunjukan posisi yang nyaman ketika melakukan tahapan penekanan pemicu pistol.

***Kata kunci**: Ergonomi, Biomekanika, Trigger, Hand Grip Dynamometer*

PENDAHULUAN

Kesuksesan suatu pasukan TNI dalam melaksanakan tugas mereka sangat dipengaruhi oleh kemampuan dari para prajuritnya. Kemampuan prajurit TNI dalam melaksanakan tugasnya dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu fasilitas, peralatan, dan beban kerja. Masalah ergonomi dalam mendukung tugas TNI dipengaruhi oleh gerakan tubuh saat mengoperasikan alat, alat yang dimaksudkan terhadap permasalahan ini adalah senjata api.

Pada senjata api khususnya pistol, terdapat bagian – bagian yang secara langsung bersentuhan dengan tubuh manusia, yaitu bagian grip pegangan pistol dengan telapak tangan dan bagian pemicu pistol dengan jari telunjuk tangan. Pelatuk adalah mekanisme yang memicu mekanisme senjata api untuk melakukan tahapan penembakan. Pelatuk kebanyakan berupa tuas yang dipicu oleh jari. Untuk menggerakan pelatuk dibutuhkan penekanan pemicu yang dilakukan oleh pengguna.

Data pra penelitian dilakukan untuk mendukung latar belakang penelitian ini, data diperoleh dari TNI yang berasal dari berbagai kesatuan di kota Bandung, dilakukan dengan jumlah responden 50 prajurit TNI dengan rentan usia berkisar 23 – 52 tahun.

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, maka pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah perlunya faktor ergonomis pemicu pistol terutama dalam pengaruh beban gaya yang dikeluarkan otot jari dan tingkat kenyamanan saat digunakan oleh prajurit sebagai bagian dari pengembangan aspek ergonomi dalam pembuatan senjata api.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi secara ergonomis rancangan pemicu senjata api pistol dengan menghitung gaya yang dikeluarkan otot jari telunjuk ketika menekan pemicu pistol sehingga nantinya dapat mengurangi kelelahan dan meningkatkan kenyamanan prajurit TNI saat latihan menembak dengan menggunakan pistol.

Secara garis besar ergonomi dapat didefinisikan sebagai suatu ilmu yang mempelajari interaksi manusia dengan lingkungan dan alat kerja yang dipakai sehingga dapat berperan untuk menyelesaikan masalah ketidak serasian manusia dengan peralatan yang dipakai. Sehingga akan diperoleh kemudahan, keamanan, dan kenyamanan dalam menggunakan peralatan yang dipakai sehingga tugas dapat dilaksanakan dengan baik, efisien,dan efektif.

Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu – ilmu biologi dan fisiologi. Biomekanika.

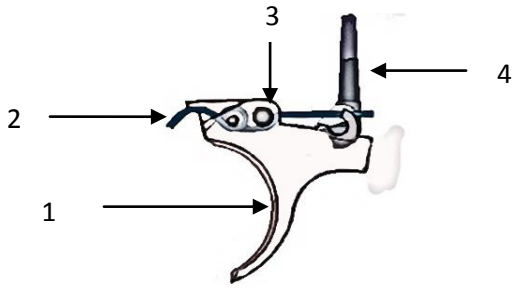
Jenis pistol yang digunakan dalam penelitian ergonomi pemicu ini adalah pistol Pindad P1 buatan PT.Pindad Indonesia. Pindad P1 adalah pistol *single action* yang menggunakan amunisi 9 mm ke dalam magasin isi 15 butir peluru. Pistol ini merupakan versi Indonesia dari Browning Hi-Power, dengan lisensi dari FN Herstal, Belgia.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, didapat responden dengan jumlah sebanyak 50 prajurit TNI yang berdinas di kota Bandung dengan rentan usia berkisar 23 -52 tahun. Data yang didapat dari responden ini untuk mengambil, data besarnya gaya tekan jari telunjuk dengan menggunakan alat *Handgrip Dynamometer* dan kuesioner tentang penggunaan pistol yang digunakan ketika latihan menembak.

Gambar 1. Cara pengambilan gaya tekan jari telunjuk

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah membandingkan hasil data berupa nilai rata - rata, nilai minimum, dan nilai maksimum yang didapat dari gaya tekan jari telunjuk prajurit TNI dengan nilai perhitungan gaya yang pada pemicu pistol. Dimana data yang diperlukan untuk mengetahui besar gaya mekanis pada pemicu pistol yaitu data dimensi dan material. Komponen – komponen yang menempal pada pemicu pistol ini menyebabkan gaya pada pemicu dan sebagai penghubung ke pelatuk pistol (*trigger lever*).



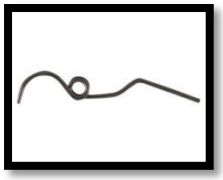
Gambar 2. Komponen pada pemicu pistol

Keterangan pada gambar 2 adalah :

1. Pemicu
2. Per Pemicu
3. Pin Dudukan Pemicu
4. Tuas Pemicu

Komponen utama yang digunakan untuk perhitungan adalah berupa pegas pemicu dan pemicu itu sendiri. Kedua material dari komponen ini terbuat dari besi.

Pegas Pemicu



Material	Iron Wire ASTM
Diameter Kawat	0.8 mm
Jumlah Koil	2
Rata – rata Diameter Koil	3.2 mm
Panjang Working Arm	19.1 mm
Panjang Support Arm	8.75 mm

Pemicu

Material	Iron Wire
Radius Pengangan Jari telunjuk	13 mm
Tebal rata – rata	13 mm

Gambar 3. Part pemicu pistol

Metode lain yang berkaitan dengan biomekanika adalah pengambilan besar sudut pada sendi jari telunjuk ketika melakukan tahapa menekan pemicu pistol. Cara ini dilakukan dengan mengukur perubahan sendi jari menggunakan alat yang dinamakan *Goniometer.*

Gambar 4. Goniometer

Metode diatas digunakan untuk mengetahui pergerakan jari telunjuk yang benar ketika melakukan tahapan penembakan. Agar terhindar dari faktor cidera yang dapat terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

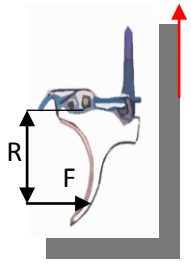
Pembahasan pertama adalah menghitung mekanisme pemicu yang terjadi. Untuk mengetahui seberapa besar tenaga yang diperlukan untuk menekan pemicu pistol.

Memacu pada jurnal *Design of a Trigger Mechanism for Sniper Rifle* yang ditulis oleh Jan Tvazorek dan Monika Gullerova terdapat beberapa prosedur untuk menentukan dan menghitung mekanisme picu. Prosedur yang dimaksud adalah sebagai berikut :

a. Menentukan deskripsi teknis pemicu jenis p1
b. Menentukan posisi mendasar dari mekanisme pemicu
c. Menghitung gaya tahan pemicu
d. Menghitung mekanisme pegas pemicu.

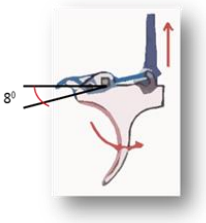
Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan posisi – posisi atau tahap – tahap penekanan pemicu ketika ditekan oleh jari telunjuk sehingga ke kembali posisi semula.

ISBN: 978-602-70259-2-9



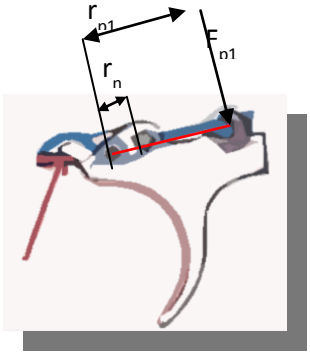
Gambar 5

1. Posisi pemicu dalam keadaan diam. Penembak akan mulai menekan pemicu dengan jari telunjuk dan tuas pemicu akan terangkat. Gaya untuk menekan pemicu dilambangkan dengan F_{SP}. Pemicu tersebut terhubung dengan rumah pistol oleh pin pemicu



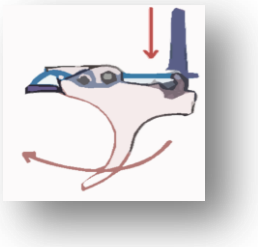
Gambar 6

2. Setelah pemicu ditekan dengan maksimal, sudut kemiringan yang dihasilkan dari posisi normal hingga keadaan maksimal sebesar 8^o. Sudut ini dilambangkan dengan $\alpha_{sp.}$



Gambar 7

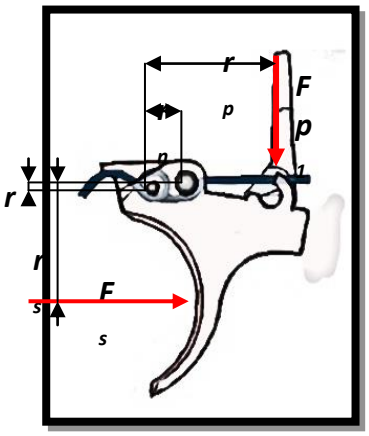
3. Gaya yang dihasilkan pegas pemicu untuk menekan pemicu kembali ke posisi awal dilambangkan dengan F_{p1}, jarak dari arah tekanan gaya pemicu ke pusat lilitan dilambangkan dengan r_{p1}, dan untuk jarak dari pusat lilitan kawat per ke pin pemicu pistol dilambangkan dengan r_n



Gambar 8

4. Pemicu kembali ke posisi diam atau posisi seimbang sehingga menarik tuas pemicu yang sebelumnya menekan pemicu.

Untuk mengetahui seberapa besar gaya yang sebenarnya diperlukan untuk menarik pemicu Pistol p1 ini, diperlukan gambaran arah gaya yang terjadi ketika menarik picu hingga selesai proses penembakan terjadi. Gambar dibawah ini mungkin akan dapat menjelaskan arah gaya yang terjadi saat proses secara mekanika penembakan terjadi.



Gambar 9

Pada gambar diatas menunjukan arah gaya yang terjadi pada mekanisme pemicu *single action*. Diketahui parameter – parameter yang akan diperlihatkan pada tabel dibawah ini. Satuan yang digunakan adalah milimeter (mm) dan nilai gravitas sebesar 9.8 m/s^{-1}.

Tabel 1. Parameter pada arah gaya mekanis pemicu

No	Parameter	Besar	Satuan
1	F_{sp}	14.7	N
2	r_{p1}	16	mm
3	r_n	4.2	mm
4	r_t	1	mm
5	r_{sp}	13.4	mm

Sebuah pistol jenis p1 buatan PT.Pindad dengan mekanisme *single-action* dan kaliber peluru 9 mm x 19 mm, diketahui mempunyai gaya sebesar 1,5 kg (atau jika dikonversikan ke satuan Newton sebesar 14.7 N) yang diperlukan oleh sebuah jari telunjuk untuk menekan pemicu pistol.

Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa gaya yang diberikan oleh pegas pemicu untuk mengembalikan posisi pemicu ke posisi awal adalah sebagai berikut:

$F_{sp} = F_{p1} . \tan 8^o$ (1)
$14.7\ N = F_{p1} . \tan 8^o$
$F_{p1} = 10.162\ N$

Kemudian langkah berikutnya adalah menghitung momen puntir maksimum yang terjadi pada pegas puntir yang berada dalam rumah pistol. Hal ini diperlukan karena momen puntir pada pegas inilah yang memberikan arah gaya berlawanan yang dikeluarkan oleh proses penekanan jari telunjuk terhadap pemicu pistol.

$$m_{p1} = F_{p1} \times r_{p1} \quad (2)$$
$$m_{p1} = 10{,}162\ N \times 16\ mm$$
$$m_{p1} = 162{,}592\ Nmm$$

Selanjutnya adalah perhitungan yang terdistribusi pada pegas puntir yang berfungsi untuk menahan dan memberikan gaya berlawanan pada arah penekanan pemicu oleh jari telunjuk. Faktor – faktor yang berpengaruh pada pegas pemicu antara lain adalah indeks pegas (yang menyatakan ukuran kerampingan pegas), faktor koreksi dari tegangan pembengkokan (faktor *wahl*), dan tegangan lentur pegas puntir.

- Indeks Pegas

$$i = \frac{D}{d} = \frac{3.2}{0.8} = 4\ mm \qquad (3)$$

- Faktor koreksi dari regangan pembengkokan pegas (faktor wahl)

$$K = \frac{i}{i-0.75} = \frac{4}{4-0.75} = 1.231 \qquad (4)$$

- Tegangan lentur koil

$$\sigma_b = K \times \frac{32M}{\pi d^3} = 3983.146\ N/mm^2 \qquad (5)$$

Setelah didapat data gaya tekan yang dibutuhkan untuk menarik pemicu pistol, dibandingkan dengan rata – rata hasil gaya tekan jari telunjuk yang dilakukan ke responden 50 prajurit TNI.

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
mean	50	4.342	1.0051	2.5	6.2

Merujuk pada hasil perhitungan mekanika pemicu pistol yang dihitungan dengan tahap – tahap yang diikuti berdasarkan jurnal *Design of a Trigger Mechanism for Sniper Rifle* (Tvazorek dan Gullerova, 2012) serta data yang diperoleh mengenai besarnya tenaga (gaya) yang diperlukan jari telunjuk untuk menarik pemicu pistol jenis *Single Action*, yaitu sebesar 1,5 kg atau dikonversikan dalam satuan newton yaitu sebesar 10,162 N.

Proses analisa dibandingkan dengan data yang diperoleh dari data responden atau prajurit TNI sebanyak 50 orang yang diambil dengan perangkat *handgrip dynamometer*. Berdasarkan data yang didapat bahwa hasil rata – rata tenaga yang dikeluarkan jari telunjuk prajurit TNI untuk menekan pemicu hingga selongsong di dalam rumah pistol meledak (proses penembakan), yaitu sebesar 4.342 kg/s dengan nilai minimum yaitu sebesar 2,5 kg/s dan nilai maksimum sebesar 6,2 kg/s.

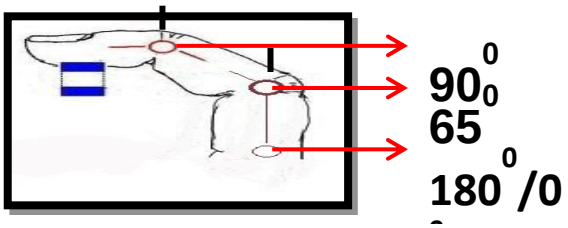
Dapat diartikan bahwa nilai tenaga yang dikeluarkan oleh prajurit TNI masih terlalu besar untuk menekan pemicu pistol. Hal ini tidak akan mengakibatkan kelelahan pada tangan atau hingga akan menyebabkan cidera proses penekanan pemicu kemungkinan tidak akan keras. Tetapi terdapat kemungkinan hal yang terjadi jika hal ini dibiarkan, kemungkinan yang terjadi ialah terjadi ketidakakurasian penembakan terhadap target tembak, jika dilakukan oleh pemula. Dikarenakan tidak adanya pengalaman atau jam terbang untuk mengukur seberapa besar tenaga (*feeling*) untuk menekan pemicu pistol.

Pembahasan yang kedua adalah mengenai tahapan jari telunjuk melakukan penembakan. Pada tahapan pengolahan biomekanika sudut jari telunjuk, diketahui sudut persendian pada buku – buku jari telunjuk mengalami perubahan. Hal ini dimaksudkan untuk mengoptimalkan tenaga yang akan dikeluarkan, posisi kenyamanan saat akan menarik pemicu, dan penembakan yang lebih akurat.

Langkah yang dilakukan selanjutnya adalah menampilkan posisi jari telunjuk beserta persendian ketika dalam posisi ekuilibrium atau dalam posisi bebas sebelum menyentuh pemicu pistol yang dilihat dari pandangan atas. Posisi ini dimaksudkan untuk merelaksasikan dan memberikan posisi senyaman mungkin jari telunjuk. Tidak dilakukan penelitian sudut yang terjadi pada posisi ini, karena setiap prajurit memiliki cara sendiri dalam tahap ini.

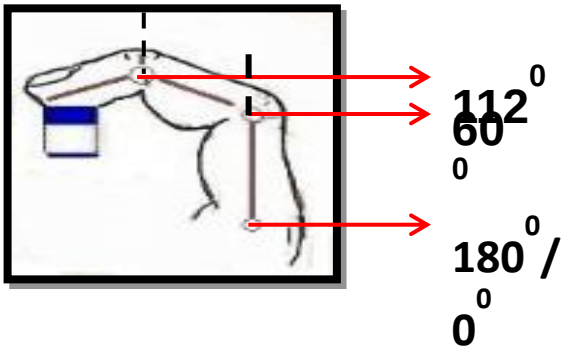
Gambar 10

Kemudian, tahap selanjutnya adalah gambar ilustrasi ketika jari telunjuk menyentuh pemicu pistol. Pada posisi ini jari telunjuk masih belum mengerahkan tenaga secara keseluruhan. Terjadi perubahan posisi pada buku jari bagian tengah (*middle phalanx*) dan buku jari paling ujung (*distal phalanx*). Perubahan juga terjadi di persendian jika dibandingkan dengan posisi sebelumnya (posisi ekuilibrium), tetapi hanya sudut persendian PIP dan DIP sedangkan posisi persendian MCP sejajar (180^0) sejajar dengan telapak tangan.



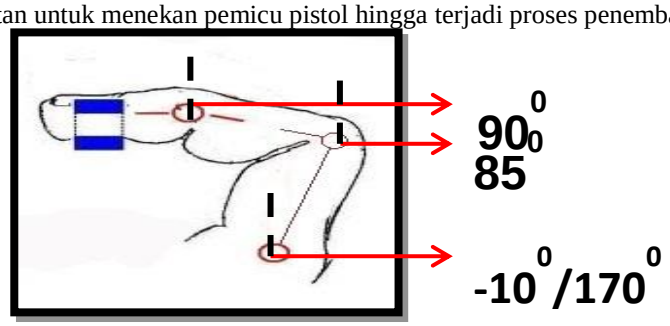
Gambar 11

Tahap selanjutnya adalah posisi jari telunjuk akan menekan pemicu pistol. Pada posisi ini terjadi perubahan yang tidak terlalu jauh berbeda dengan tahapan sebelumnya. Akan tetapi terjadi sedikit perubahan sudut pada sendi distal yang membuat buku jari paling ujung (distal) sedikit posisi menekuk lebih kedalam.



Gambar 12

Kemudian, ilustrasi yang akan ditampilkan berikutnya adalah posisi jari telunjuk mengeluarkan gaya /tenaga/kekuatan untuk menekan pemicu pistol hingga terjadi proses penembakan.



Gambar 13

Dari cara penempatan pemicu terhadap jari telunjuk diatas merupakan cara yang paling optimal dan nyaman menurut instruktur penembak TNI yang berada pada PT.DI. Terdapat beberapa kesalahan posisi ketika jari telunjuk hendak menyentuh pemicu pistol.

Gambar 14

Pada gambar 14 diatas dapat dilihat tiga posisi pemegangan pemicu oleh jari telunjuk. Pada gambar pertama, posisi pemicu dipegang oleh bagian buku jari atau disebut dengan *middle phalanx*, jika posisi ini dilakukan hingga penembak menekan pemicu pistol maka yang akan terjadi adalah penembakan yang dilakukan tidak akurat atau melenceng dari sasaran.

Pada gambar yang ketiga, posisi pemicu dipegang oleh bagian ujung buku jari telunjuk atau disebut dengan *distal phalanx*. Akan tetapi dapat dilihat pada gambar, pemicu disentuh oleh bagian buku jari yang terlalu dekat dengan sendi distal. Hal ini merupakan cara yang benar, akan tetapi cara ini merupakan cara lama yang digunakan untuk menarik pemicu yang lebih kuat (seperti pistol jenis revolver

double action). Namun jika digunakan terhadap pistol pada penelitian ini yaitu pistol jenis P1 (*single action*), tenaga yang diperlukan untuk menarik pemicu tidak terlalu banyak dan jika dilakukan dalam posisi ini akan menyebabkan jari tangan dan tangan akan lebih cepat lelah.

Pada gambar kedua menunjukan posisi penempatan pemicu yang tepat, yaitu disentuh di tepat bagian tengah sidik jari pada buku jari telunjuk paling ujung (*distal phalanx*). Pada posisi ini bertujuan untuk mengendalikan penembakan dari pistol dan untuk mengendalikan tingkat akurasi penembakan yang lebih baik serta tepat sasaran.

KESIMPULAN

Penelitian ini berupaya mengkaji aspek ergonomi rancangan pistol pindad P1 buatan PT.Pindad yang berfokus pada bagian pemicu pistol. Hasil penelitian ini menunjukan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan perbandingan hasil perhitungan mekanika pemicu pistol dengan data yang didapat dengan handgrip dynamometer dapat ditarik kesimpulan bahwa seorang prajurit TNI mempunyai tenaga tekan pada jari telunjuk lebih besar dibandingkan dengan data yang didapat mengenai penarikan pemicu pistol jenis *single action* yaitu jika dibandingkan dengan nilai minimumnya saja 2,5 kg > 1,5 kg.
2. Berdasarkan pengukuran perubahan sudut sendi pada jari telunjuk yang ditampilkan pada bab sebelumnya merupakan tahap – tahap melakukan penembakan / penekanan pemicu pistol yang paling optimal. Dapat dilihat dari bab sebelumnya bahwa sudut pada persendian yang paling optimal ketika menekan pemicu pistol adalah sebagai berikut :

No	Proses	Sudut pada persendian		
		Proximal Phalanx	*Middle phalanx*	*Distal Phalanx*
1	Tahap 1 (posisi bebas)	∞	∞	∞
2	Tahap 2	0^0	65^0	90^0
3	Tahap 3	0^0	60^0	112^0
4	Tahap 4	-10^0	85^0	90^0

Penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan yang dapat memunculkan agenda – agenda penelitian di masa yang akan datang. Bahwa jika proses penembakan atau penekanan pemicu pistol tidak akan menimbulkan kelelahan khususnya pada bagian tangan dan jari, akan tetapi untuk penelitian lebih lanjut dapat dilakukan sebuah penelitian jika proses penekenan pemicu pistol ditekan secara berulang – ulang kali dalam periode waktu tertentu apakah dapat menimbulkan kelelahan pada tangan dan jari manusia.

DAFTAR PUSTAKA

Atanackovic, Teodor M., dan Guran, Ardeshir. *Theory of Elasticity for Scientiest and Engineer*. Birkhauser, Boston, 2000.

Bansal, R.K ., (2010). *A Text Book of Strength of Materials.* Laxmi Publicatio, Revised 4th edition, India.

Bridger.R.S, (1995), *Introduction to Ergonomics*, McGraw-Hill, Singapore, p.1.

Brorsson, Sofia. *Biomechanical studies of finger extension function.* University of Gothenburg, Sweden, 2008.

Henrotin, Guard,.*The FN High Power Explained*.G.Henrotin & H&L Publishing, 2004.

Kumar. Shrawan. *Biomechanics in Ergonomics*. University of Alberta, Canada, 1999.

Mark S. Sanders & Ernest J. McCormick, "Human Factors in Engineering and Design", Mcgraw-Hill inc., United States of America, 1993.

Nurmianto, Eko,.*Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2003.

Rafael, A. Lopez.Jr, "Biomechanics of Joint Replacements : Finger To Shoulder", University of puerto rico, mayaguez, 2003, p.7.

Tvazorek, Jan., dan Gullerova, Monika,"Design of a Trigger Mechanism for a Sniper Rifle", University of Trencin, Slovakia, Vol.2, No.7, 2012

PENENTUAN JUMLAH PEJABAT FUNGSIONAL PENGADAAN BARANG/JASA PEMERINTAH BERDASARKAN ANALISIS BEBAN KERJA (Studi Kasus Unit Layanan Pengadaan Kota Surakarta)

Arizal Noor Hakim[1], Yusuf Priyandari[2], dan Bambang Suhardi[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: arizalhakim@gmail.co.id, pri.and.ari@gmail.com, bambangsuhardi_ugm@yahoo.co.id

ABSTRAKS
Unit Layanan Pengadaan (ULP) Kota Surakarta merupakan unit yang melaksanakan pengadaan barang/jasa pada lingkungan Kota Surakarta. Pada tahun 2014, Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi (Kemenpan-RB) mulai menerapkan jabatan fungsional pengelola pengadaan barang/jasa. Dalam Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi nomor 77 tahun 2012, Kemenpan-RB menetapkan bahwa formasi jabatan fungsional pengelola pengadaan barang/jasa untuk lingkungan kabupaten/kota pada tingkat ULP adalah antara 30 sampai 50 orang. Sedangkan, saat ini pada ULP Kota Surakarta terdapat pejabat dan staf pengadaan barang/jasa berjumlah 59 orang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menghitung beban kerja dan jumlah kebutuhan pejabat fungsional pengadaan barang/jasa anggota ULP Kota Surakarta.
Penghitungan beban kerja menggunakan metode pengukuran waktu dan metode NASA-TLX (Task Load Index). Dari kedua metode tersebut kemudian didapatkan beban kerja fisik dan mental. Setelah dilakukan penghitungan beban kerja, maka dilakukan penghitungan jumlah kebutuhan pejabat fungsional pengadan barang/jasa dengan menggunakan metode penghitungan Kemenpan-RB berdasarkan KEP/75/M.PAN/7/2004.
***Kata kunci**: Beban Kerja, Kebutuhan Jumlah Sumber Daya Manusia, NASA-TLX (Task Load Index)*

PENDAHULUAN

Kota Surakarta merupakan salah satu kota yang memiliki jumlah pengadaan barang/jasa relatif banyak. Pengadaan barang/jasa yang dilakukan oleh Pemerintah Kota (pemkot) Surakarta dilaksanakan oleh Unit Layanan Pengadaan (ULP) Kota Surakarta. ULP Kota Surakarta merupakan suatu unit yang mulai beroperasi pada tahun 2013.

Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi (Kemenpan-RB) menetapkan dalam Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi (Permenpan-RB) nomor 77 tahun 2012 tentang jabatan fungsional pengelola pengadaan barang/jasa bahwa formasi jabatan fungsional pengelola pengadaan barang/jasa untuk lingkungan kabupaten/kota pada tingkat ULP adalah antara 30 sampai 50 orang. Sedangkan pada tahun 2013, ULP Kota Surakarta memiliki pejabat dan staf pengadaan barang/jasa berjumlah 59 orang. Permen PAN-RB no. 77 tahun 2012 tentang jabatan fungsional pengelola pengadaan barang/jasa tersebut mulai diimplementasikan pada tahun anggaran 2014 sehingga perlu dilakukan penyesuaian formasi jabatan fungsional pengelola pengadaan barang/jasa agar sesuai dengan peraturan tersebut. Penyesuaian formasi dilakukan dengan melakukan penghitungan jumlah kebutuhan sumber daya manusia. Jumlah sumber daya manusia disesuaikan dengan beban kerja yang ditanggung oleh pekerja tersebut (Arsi & Pratiwi, 2012).

Berdasarkan perbedaan jumlah antara *existing* dengan rekomendasi dari Kemenpan-RB maka perlu dilakukan penelitian untuk menghitung jumlah kebutuhan sumber daya manusia yang ideal pada ULP Kota Surakarta. Penelitian ini menggunakan pendekatan dua analisis beban kerja, yaitu beban kerja fisik atau waktu sesuai dengan KEP/75/M.PAN/7/2004 dan beban kerja mental sesuai dengan metode NASA-TLX.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan observasi awal dan studi literatur, lalu ditentukan masalah yang akan diselesaikan serta tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini. Terdapat dua macam data yang dikumpulkan, yaitu data waktu penyelesaian tugas dan data kuesioner NASA-TLX. Setelah itu pengolahan data dilakukan dengan cara pendekatan beban kerja waktu per hari (X) dan perhitungan beban kerja mental subjektif dengan metode NASA-TLX (Y). Hasil kedua perhitungan tersebut digunakan sebagai input untuk mencari beban kerja total (Z). Dari nilai Z (Koefisien beban kerja total) inilah dapat diketahui apakah beban kerja yang diterima anggota ULP sekarang berlebih atau tidak. Setelah itu

ditentukan jumlah kebutuhan pejabat pengelola pengadaan barang/jasa menggunakan pedoman KEP/75/M.PAN/7/2004.

c) Pengambilan Data Waktu Penyelesaian Tugas

Data waktu penyelesaian tugas merupakan waktu untuk menyelesaikan tugas pengadaan barang jasa dari awal pengumuman pemilihan penyedia sampai ditetapkannya pemenang pemilihan penyedia barang/jasa. Data waktu penyelesaian tugas diambil berdasarkan kelompok yang telah ditentukan. Pada lingkungan Kota Surakarta terdapat 8 kelompok pengadaan dari 4 kelompok kerja (pokja). Jumlah anggota ULP Kota Surakarta sekarang adalah 37 orang. Dari 37 orang tersebut terdapat 31 orang yang pernah melakukan pengadaan kelompok 1, terdapat 36 orang yang pernah melakukan pengadaan kelompok 2, terdapat 34 orang yang pernah melakukan pengadaan kelompok 3, terdapat 21 orang yang pernah melakukan pengadaan kelompok 4/5, terdapat 20 orang yang pernah melakukan pengadaan kelompok 6, dan terdapat 19 orang yang pernah melakukan pengadaan kelompok 7 &8.

d) Perhitungan NASA-TLX

NASA-TLX merupakan metode pengukuran beban kerja mental subjektif yang dikembangkan oleh Sandra G. Hart dan Lowell E. Staveland. Metode ini menggunakan enam deskriptor (Hart & Staveland, 1988), yaitu kebutuhan mental (KM), kebutuhan fisik (KF), kebutuhan waktu (KW), performansi (P), tingkat frustasi (TF), dan usaha (U). Metode ini mempunyai 4 langkah yaitu, pembobotan, pemberian ratings, perhitungan weighted workload (WWL), dan pengkategorian nilai beban kerja.

e) Perhitungan Beban Kerja Total (Z)

Perhitungan beban kerja total menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Z = 0{,}6X + 0{,}4Y \qquad (1)$$

Z merupakan nilai koefisien beban kerja total. Nilai koefisien beban kerja total didapatkan dari penggabungan nilai koefisien beban kerja waktu (X) dan nilai koefisien beban kerja mental (Y). Setelah didapatkan nilai Z maka dilakukan pengkategorian terhadap nilai beban kerja tersebut.

f) Perhitungan Jumlah Kebutuhan Sumber Daya Manusia

Jumlah kebutuhan sumber daya manusia dihitung berdasarkan pedoman KEP/75/M.PAN/7/2004 dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Jumlah\ Kebutuhan\ Pegawai = \frac{\Sigma\ Waktu\ penyelesaian\ tugas}{\Sigma\ Waktu\ kerja\ efektif} \qquad (2)$$

Rumus tersebut digunakan karena pekerjaan pengadaan barang/jasa merupakan pekerjaan yang hasil kerjanya bersifat abstrak (Kemenpan-RB, 2004). Untuk menghitung menggunakan rumus tersebut, terlebih dahulu dicari total waktu penyelesaian tugas dan waktu kerja efektif. Waktu kerja efektif untuk pekerjaan pengadaan barang/jasa selama setahun adalah 1250 jam (LKPP, 2013).

ISBN: 978-602-70259-2-9

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data waktu penyelesaian tugas disajikan per kelompok pengadaan disajikan pada tabel 1 sampai tabel 7 berikut ini

Tabel 1. Data Waktu Penyelesaian Tugas Kelompok 1

Detail Pekerjaan	Umum	DTRK2	Dikpora	Kesra	DKK3	Capil	Setwan	Dinsos	DP2	RSUD2	BKD1	BKD2	Kuham1	BLH	DKP1	PMK	DKK2	DPP1	Kuham2	DPU2	DPU3	DKK1	DPP2	Humas2	Humas1	Total	Rata2	Estimasi
Menyusun rencana pemilihan penyedia barang/jasa	2	8	2	1,5	1,5	0,5	2	1,5	1	2	1,5	2	1	1	1	1	1,5	0,5	1,75	1,5	1,5	1,5	0,5	2	1,5	41,75	1,67	1,75
Memeriksa dokumen spesifikasi barang/jasa	2	8	1	1	1	0,75	1	1	2	1	0,75	1	1	1	1	1	1,5	1	1	0,75	0,5	2	1	1	1	34,25	1,37	1
Membuat rancangan kontrak pengadaan	3	8	1	1	1	1	1	1	0	1	0,5	2	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	33	1,32	1
Menyusun Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	1	16	1	1	0,75	0,75	1	1	0	2	0,5	3	1	0	0	0,5	1	1,5	0,25	0,75	0,75	0,5	1,5	1	1	37,75	1,51	0,75
Menyusun dokumen pengadaan barang/jasa	3	16	5	3	3,5	3,5	1,5	3,5	3	2	2	1	2,5	3	1,5	3	4	3	3,25	2	2	3	3	4	2	83,25	3,33	3,25
Membuat pengumuman pelaksanaan pengadaan	0,5	8	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	2	0,1	0,2	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	1	0,25	0,15	0,5	0,5	0,5	18,7	0,748	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	2	8	2	1,5	2	1	1,5	2	2	2	1	2	1	1	1,5	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1,5	45	1,8	2
Membuka dokumen Penawaran (Koreksi Aritmatik)	2	8	2,5	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	1,5	2	4	1,5	2,5	2	2	2	1,5	3	2	61,5	2,46	2,5
Evaluasi dokumen penawaran penyedia barang/jasa	2	8	2	2	2	2	2	2	4	1	1,5	2	1	1	2	2	1,5	3	2	2	2	3	3	2	2	57	2,28	2
Evaluasi dokumen kualifikasi penyedia barang/jasa	1	8	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	1,5	2	2	2	50,5	2,02	2
Memeriksa keaslian dokumen kualifikasi	2	8	2	2	2	2	1	2	1	1	0,75	2	1	1,5	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1,5	2	45,75	1,83	2
Membuat berita acara hasil pelelangan pada web LPSE	0,5	8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,25	1	0,2	0,5	1	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	1	1	21,55	0,862	0,5
Membuat berita acara hasil pelelangan manual	1	8	1	1	1	1	1	1,25	1	0,5	0,25	1	1	1	1	1	1	0,3	1	0,5	0,5	1	0,3	1	1	28,6	1,144	1
Mengelola data & informasi pengadaan	6,5	8	6	5	5	6	4	6	4	5	4	5	2	5	2	6	7	6	6,5	4	4	6	6	5	6,5	130,5	5,22	6,5
Menetapkan & mengumumkan pemenang pemilihan	2	8	2	1	1,5	2	1	1,75	1	1	0,75	2	1	1	0,5	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	40,5	1,62	2
Melakukan diskusi membahas sanggahan masuk	2	16	2	2	2	2	2	2,5	2	2	1,5	3	1	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	68	2,72	2
Mengelola sanggahan peserta pemilihan penyedia	0,5	16	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	3	3	1	0,5	0,5	1	39	1,56	0,5
Membuat surat penunjukan penyedia barang/jasa	0,25	8	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	1	0,2	0,2	0	0,25	0,25	0,2	0,25	0,5	0,5	0,5	0,2	0,5	1	17,05	0,682	0,25
Pengadaan barang dengan sistem e-procurement	2,75	8	2,5	2	2,5	2	2	3	3	3	2	2	2	2,5	2,5	2,75	8	2	2,75	4	4	2	2	3	2,5	74,75	2,99	2,75
Pengadaan barang dengan sistem e-purchasing	1,25	8	2	1	1,5	1,5	1,5	1,5	0	2	1	2	1	1	2	1	4	2	7,25	3	3	1,5	2	0	1,5	52,5	2,1	1,25
Komunikasi & koordinasi pengadaan	24	8	15	10	12,5	12	7	12,5	12	11	10	10	10	10	2	12	15	24	12,5	4	4	8	24	10	12,5	292	11,68	12,5
Pengelolaan/penataan dokumen pengadaan	12	8	14	10	12	12	10	12	12	10	10	10	10	10	2	12	12	10	12	4	4	16	10	8	12	254	10,16	12
Evaluasi kinerja pengadaan untuk tahap pemilihan penyedia	9	8	6	10	10	9	7	8	8	8	5	3	2	7	2	8	9	3	9	3	3	10	3	5	9	164	6,56	9

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 2. Data Waktu Penyelesaian Tugas Kelompok 2

Detail Pekerjaan	DTRK2	Dikpora	Kesra	DKK3	Capil	DKP2	Setwan	Dinsos	DP2	RSUD2	DPU1	BKD1	BKD2	Kuham1	BLH	DKP1	PMK	DPP1	DTRK1	Kuham2	DPU2	DPU3	DKK1	DPP2	Humas2	Humas1	Total	Rata2	Estimasi
Menyusun rencana pemilihan penyedia barang/jasa	8	3	1,5	1,75	1,5	1	2	2	1	2	0,5	1,5	3	1	1,5	1,5	1,5	3	1,75	1,75	1,5	1,5	1,5	3	2	1,5	51,75	1,99	1,75
Memeriksa dokumen spesifikasi barang/jasa	16	5	3	5	4	2	1	5	3	6	1	1,5	4	1	2,5	2	4	2	5	5	0,75	1	4	2	4	5	94,75	3,64	5
Membuat rancangan kontrak pengadaan	8	1	1	1	1	1	1	2	0	1,5	0,5	0,5	3	1	0,5	1	1	0,5	8	1	1	1	1,5	0,5	1	1	40,5	1,56	1
Menyusun Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	16	2	1	0,75	0,5	1	1	1,5	0	1,5	0	0,5	2	1	0,5	0	0,75	1	0,75	0,75	0,75	0,75	1	1	1	1	38	1,46	0,75
Menyusun dokumen pengadaan barang/jasa	16	4	2	3	3,5	2	1,5	4	4	3	1	2	2	2,5	3	1,5	3	1,5	8	3,25	3	3	3	1,5	4	3	88,25	3,39	3,25
Membuat pengumuman pelaksanaan pengadaan	8	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25	3	0,1	0,25	0,5	0,25	1	8	0,25	0,5	0,25	0,15	1	0,5	1	28,75	1,11	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	8	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	8	2	1	1	2,5	1	2	1,5	55	2,12	2
Membuka dokumen Penawaran (Koreksi Aritmatik)	16	3	2	3	2	1	2	4	4	3	1	2	3	2	2,5	3	2	1,5	16	2,5	2	2	2	1,5	3	3	89	3,42	2,5
Evaluasi dokumen penawaran penyedia barang/jasa	16	6	3	4	3,5	4	2	4	4	4	3	1,5	3	1	2	2	4	3	8	4	3	3	4,5	3	6	4	105,5	4,06	4
Evaluasi dokumen kualifikasi penyedia barang/jasa	16	6	3	4	3,5	2	2	4	4	3	1	1	3	1	4	2	4	2	8	4	3	2	2	2	3	4	93,5	3,60	4
Memeriksa keaslian dokumen kualifikasi	8	2	3	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1,5	2	2	1	16	2	2	0,5	2	1	2	2	62	2,38	2
Membuat berita acara hasil pelelangan pada web LPSE	8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,25	1	0,2	0,5	1	0,5	0,5	8	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	1	30,95	1,19	0,5
Membuat berita acara hasil pelelangan manual	8	1	1	1	1	1	1	1,5	1	0,5	0,5	0,25	1	1	0,75	1	1	0,5	8	1	0,5	4	1	0,5	1	1,5	40,5	1,56	1
Mengelola data & informasi pengadaan	8	8	5	6	6	5	5	6,5	4	6	1	4	5	2	5	2	6	4	8	6,5	4	1	8	4	6,5	6,5	133	5,12	6,5
Menetapkan & mengumumkan pemenang pemilihan	8	2	1,5	2	1,5	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1,5	8	2	1	1	2	1,5	1,5	2	50,5	1,94	2
Melakukan diskusi membahas sanggahan masuk	16	2	2	2	2	1	2	2,5	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	16	2	3	3	2	2	2	2	77,5	2,98	2
Mengelola sanggahan peserta pemilihan penyedia	8	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	2	1	0,5	0,5	1	1	0,5	1	0,5	1	16	0,5	3	3	1	1	1	1	48,5	1,87	0,5
Membuat surat penunjukan penyedia barang/jasa	8	0,5	0,5	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0	0,25	0,5	0,2	0,25	0	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	1	17,7	0,68	0,25
Pengadaan barang dengan sistem e-procurement	8	3	2	2,5	2,75	2	2	3	4	3	1	2	2	2	2	3	2	2	2,75	2,75	4	4	2	2	3	2,5	71,25	2,74	2,75
Pengadaan barang dengan sistem e-purchasing	8	1,25	1,5	1,25	1,5	1	1	1,5	0	2	1	1	1,5	1	1	0	1,25	2	1,25	1,25	3	3	1,5	2	0	1,5	41,25	1,59	1,25
Komunikasi & koordinasi pengadaan	8	20	10	12,5	12	10	7	12,5	12	11	2	10	10	10	10	2	12	14	12,5	12,5	4	4	8	14	10	12,5	262,5	10,10	12,5
Pengelolaan/penataan dokumen pengadaan	8	12	10	12	12	10	10	12	12	10	4	10	10	10	10	2	12	14	12	12	4	4	16	14	10	12	264	10,15	12
Evaluasi kinerja pengadaan untuk tahap pemilihan penyedia	8	8	10	9	9	4	7	8	8	9	2	5	7	2	7	2	9	8	9	9	3	3	10	8	8	9	181	6,96	9

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 3. Data Waktu Penyelesaian Tugas Kelompok 3

Detail Pekerjaan	Umum	DTRK2	Dikpora	Kesra	DKK3	Capil	DKP2	Setwan	Dinsos	RSUD2	DPU1	BKD1	BKD2	Kuham1	BLH	DKP1	PMK	DPP1	DTRK1	Kuham2	DPU2	DPU3	DKK1	DPP2	Humas2	Humas1	Total	Rata2	Estimasi
Menyusun rencana pemilihan penyedia barang/jasa	2	8	3	1,5	1,75	1,5	1	2	2	2	0,5	1,5	2	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,75	1,75	2	2	1,5	1,5	2	1,5	49,75	1,91	1,75
Memeriksa dokumen spesifikasi barang/jasa	5	16	5	4	5	4,5	4	1	5	4	1	1,5	6	1	5	2,5	4	3	5	5	1	1	5	3	5	5	107,5	4,13	5
Membuat rancangan kontrak pengadaan	3	8	1	1,5	1	1,5	1	1	2	1	0	0,5	3	1	1	1	1	1	8	1	1,51	1,5	1,5	1	2	1	47,01	1,81	1
Menyusun Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	1	16	2	1	0,75	1	0,5	1	1,5	2	0	0,5	2	1	0,75	0	0,75	3	0,75	0,25	1	1	1	3	1	1	43,75	1,68	0,75
Menyusun dokumen pengadaan barang/jasa	3	16	4	3	3,25	4	3	1,5	4	3	1	2	4	2,5	3	2	3	1,5	8	3,25	3	3	3,5	1,5	4	3	93	3,58	3,25
Membuat pengumuman pelaksanaan pengadaan	0,5	8	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,3	0,25	0,5	0,1	0,25	0,5	0,25	0,5	8	0,25	1	1	0,15	0,5	0,5	1	26,3	1,01	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	2	8	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	8	2	1	1	2,5	1	2	1,5	56	2,15	2
Membuka dokumen Penawaran (Koreksi Aritmatik)	2,5	16	3	2	3	2,75	1	2	4	3	1	2	3	2	2	3	2	3	16	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	92,75	3,57	2,5
Evaluasi dokumen penawaran penyedia barang/jasa	4	16	6	3	4	4	6	2	4	4	3	1,5	5	1	3	2	4	2	8	4	3	3	4	2	5	4	107,5	4,13	4
Evaluasi dokumen kualifikasi penyedia barang/jasa	3	16	6	3	4	4	3	2	4	4	1	1	4	1	4	2	4	2	8	4	3	3	3	2	4	4	99	3,81	4
Memeriksa keaslian dokumen kualifikasi	2	8	2	3	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	16	2	2	2	1	1	2	2	63	2,42	2
Membuat berita acara hasil pelelangan pada web LPSE	0,5	8	0,5	1	0,5	0,75	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,25	1	0,2	0,25	1	0,5	0,5	8	0,5	1	1	1	0,5	1	1	31,95	1,23	0,5
Membuat berita acara hasil pelelangan manual	1	8	1	1	1	1,5	1	1	1,5	1	0,5	0,25	1	1	0,75	1	1	0,5	8	1	1	1	1	0,5	1	1,5	39	1,50	1
Mengelola data & informasi pengadaan	6,5	8	8	5	6	6,75	5	5	6,5	6	1	4	5	2	6	2	6	6	8	6,5	4	4	5	6	6	6,5	140,75	5,41	6,5
Menetapkan & mengumumkan pemenang pemilihan	2	8	2	1,5	2	2	1	1	2,5	1,5	1	1	2	1	2	1	2	1	8	2	1,5	1,5	1	1	1	2	52,5	2,02	2
Melakukan diskusi membahas sanggahan masuk	2	16	2	2	2	2	1	2	3	2	1	1	2	1	2	1	2	3	16	2	3	3	2	3	2	2	80	3,08	2
Mengelola sanggahan peserta pemilihan penyedia	0,5	16	1	1	0,5	0,75	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	1	1	0,25	1	0,5	1	8	0,5	3	3	1	1	1	1	47	1,81	0,5
Membuat surat penunjukan penyedia barang/jasa	0,25	8	0,5	1	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0	0,25	0,5	0,2	0,25	0	0,25	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	18,45	0,71	0,25
Pengadaan barang dengan sistem e-procurement	2,75	8	3	2	2,5	3	2	2	3,5	3	1	2	3	2	2,5	3	2	3	2,75	2,75	4	4	3	3	3	2,5	75,25	2,89	2,75
Pengadaan barang dengan sistem e-purchasing	1,25	8	1,25	1	1,25	1,5	1	1	2	2	1	1	2	1	1	0	1	2	1,25	1,25	3	3	2	2	0	1,5	43,25	1,66	1,25
Komunikasi & koordinasi pengadaan	24	8	20	10	12,5	13	10	7	15	11	2	10	12	10	10	2,5	12	8	12,5	12,5	6	6	16	8	10	12,5	280,5	10,79	12,5
Pengelolaan/penataan dokumen pengadaan	12	8	12	10	12	12	10	10	12,5	11	4	10	10	10	10	2,5	12	8	12	12	6	6	16	8	10	12	258	9,92	12
Evaluasi kinerja pengadaan untuk tahap pemilihan penyedia	9	8	8	10	9	9	8	7	9	9	2	5	8	2	7	2,5	9	6	9	9	3	3	8	6	8	9	182,5	7,02	9

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 4. Data Waktu Penyelesaian Tugas Kelompok 4/5

Detail Pekerjaan	DTRK2	Dikpora	DKK3	DPU1	BKD1	BKD2	PMK	DKK2	DPP1	DTRK1	DPU2	DPU3	DKK1	DPP2	Total	Rata2	Estimasi
Menyusun rencana pemilihan penyedia barang/jasa	8	2	1,75	0,5	1,5	2	1,5	1,5	3	1,75	1,5	1,5	1,5	3	31	2,21	1,75
Memeriksa dokumen spesifikasi barang/jasa	8	3	3	0,5	1,5	4	3	3	3	3	0,75	1	2,5	3	39,25	2,80	3
Membuat rancangan kontrak pengadaan	8	1	1	0	0,5	2	1	1	0,5	8	1	1	1,5	0,5	27	1,93	1
Menyusun Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	8	1	0,75	0	0,5	2	1,5	1	3	0,75	0,75	0,75	1	3	24	1,71	0,75
Menyusun dokumen pengadaan barang/jasa	8	4	3,25	1	2	4	5	4	1	8	2	2	3,5	1	48,75	3,48	3,25
Membuat pengumuman prakualifikasi	8	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	8	1	1	0,15	0,5	21,4	1,53	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	8	2	2	1	1	2	2	2	1	8	1	1	1	1	33	2,36	2
Evaluasi dokumen kualifikasi penyedia barang/jasa	16	6	3	2	1,5	3	4	4	4	8	2	2	4	4	63,5	4,54	4
Menyusun daftar pendek hasil kualifikasi	8	1	0,75	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	27,75	1,98	1
Memeriksa keaslian dokumen kualifikasi	8	6	2	1	0,25	2	2	2	1	16	1	1	1	1	44,25	3,16	2
Menetapkan & mengumumkan hasil kualifikasi	8	2	1,5	0,5	0,75	1	2	1,5	1	8	1	1	1,5	1	30,75	2,20	2
Mengelola sanggahan peserta kualifikasi	8	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	2	16	1	1	1	2	36	2,57	0,5
Membuat undangan penyedia lolos kualifikasi	8	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	8	0,5	0,5	0,5	0,5	20,75	1,48	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	8	2	2	1	1	2	2	2	1	8	1	1	1	1	33	2,36	2
Membuka dokumen penawaran (koreksi aritmatik)	16	3	2,5	1	1,5	3	2	4	4	8	2	2	2,5	4	55,5	3,96	2,5
Evaluasi dokumen penawaran	8	4	3,5	3	1	4	4	3	5	16	2	2	4	5	64,5	4,61	4
Menetapkan & mengumumkan pemenang	8	2	1,5	0,5	0,5	1,5	2	1	1	8	1	1	1,5	1	30,5	2,18	2
Melakukan diskusi membahas sanggahan masuk	8	2	2	1	0,75	2	2	2	3	8	1	1	1,5	3	37,25	2,66	2
Mengelola sanggahan peserta pemilihan penyedia	8	1	1	0,5	0,5	1	0,5	1	1	8	3	3	1	1	30,5	2,18	0,5
Membuat undangan klarifikasi & negosiasi	8	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	8	0,5	0,5	0,25	0,5	20,25	1,45	0,25
Klarifikasi & negosiasi penawaran jasa konsultan	8	3	3	1	0,75	3	3	3	2	16	2	2	2,5	2	51,25	3,66	3
Membuat surat penunjukan penyedia barang/jasa	8	0,5	0,25	0	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	8	0,5	0,5	0,5	0,25	20,25	1,45	0,25
Membuat berita acara hasil seleksi pada web LPSE	8	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	8	1	1	1	0,5	23,25	1,66	0,5
Membuat berita acara hasil seleksi manual	8	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	8	1	1	1	1	27	1,93	1
Pengadaan barang dengan sistem e-procurement	8	3	2,75	1	1	3	2	6	2	2,75	4	4	1,5	2	43	3,07	2,75
Pengadaan barang dengan sistem e-purchasing	8	1,5	1,25	1	1	1,5	1	4	1,5	1,25	3	3	1,5	1,5	31	2,21	1,25
Komunikasi & koordinasi pengadaan	8	20	12	3	10	10	12	15	8	12,5	4	4	16	8	142,5	10,18	12,5
Pengelolaan/penataan dokumen pengadaan	8	12	12	4	10	10	12	12	8	12	4	4	16	8	132	9,43	12
Evaluasi kinerja pengadaan untuk tahap pemilihan penyedia	8	8	9	1	5	8	9	9	8	9	3	3	8	8	96	6,86	9

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 5. Data Waktu Penyelesaian Tugas Kelompok 6

Detail Pekerjaan	DTRK2	Dikpora	DKK3	DPU1	BKD1	BKD2	PMK	DKK2	DPP1	DPU2	DPU3	DKK1	DPP2	Total	Rata2	Estimasi
Menyusun rencana pemilihan penyedia barang/jasa	8	2	1,75	0,5	1,5	2	1	2	3	1,5	1,5	1,5	3	29,25	2,25	1,75
Memeriksa dokumen spesifikasi barang/jasa	16	3	3	0,5	1,5	3	3	4	3	0,75	1	2,5	3	44,25	3,40	3
Membuat rancangan kontrak pengadaan	8	1	1	0	0,5	2	1	1,5	0,5	1	1	1,5	0,5	19,5	1,50	1
Menyusun Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	16	1	0,75	0	0,5	2	0,75	1,5	3	0,75	0,75	1	3	31	2,38	0,75
Menyusun dokumen pengadaan barang/jasa	8	4	3	1	2	3,5	3	4	1	2	2	3,5	1	38	2,92	3,25
Membuat pengumuman prakualifikasi	8	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	14	1,08	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	8	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	25	1,92	2
Evaluasi dokumen kualifikasi penyedia barang/jasa	8	6	4	2	1,5	3,5	4	4	4	3	3	4	4	51	3,92	4
Menyusun daftar pendek hasil kualifikasi	8	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	21	1,62	1
Memeriksa keaslian dokumen kualifikasi	8	4	2	1	0,25	2	2	3	1	1	1	1	1	27,25	2,10	2
Menetapkan & mengumumkan hasil kualifikasi	8	2	2	0,5	0,75	1,5	2	2	1	1	1	1,5	1	24,25	1,87	2
Mengelola sanggahan peserta kualifikasi	16	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	2	1	1	1	2	27,5	2,12	0,5
Membuat undangan penyedia lolos kualifikasi	8	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	12,75	0,98	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	8	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	25	1,92	2
Membuka dokumen penawaran (koreksi aritmatik)	16	3	2,5	1	1,5	3	2	4	4	2	2	1,5	4	46,5	3,58	2,5
Evaluasi dokumen penawaran	8	4	4	3	1	4	4	6	5	2	2	4	5	52	4,00	4
Menetapkan & mengumumkan pemenang	8	2	2	0,5	0,5	1	2	2	1	1	1	1,5	1	23,5	1,81	2
Melakukan diskusi membahas sanggahan masuk	8	2	2	1	0,75	2	2	2	3	1	1	2	3	29,75	2,29	2
Mengelola sanggahan peserta pemilihan penyedia	8	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	3	3	1	1	21,5	1,65	0,5
Membuat undangan klarifikasi & negosiasi	8	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	12,75	0,98	0,25
Klarifikasi & negosiasi penawaran jasa konsultan	8	3	3	1	0,75	3	3	3	2	2	2	2,5	2	35,25	2,71	3
Membuat surat penunjukan penyedia barang/jasa	8	0,5	0,25	0	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	1	0,25	12,75	0,98	0,25
Membuat berita acara hasil seleksi pada web LPSE	8	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,5	15,25	1,17	0,5
Membuat berita acara hasil seleksi manual	8	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	19	1,46	1
Pengadaan barang dengan sistem e-procurement	8	3	2,75	1	1	3	2	6	2	4	4	2	2	40,75	3,13	2,75
Pengadaan barang dengan sistem e-purchasing	8	1,5	1,25	1	1	2	1	6	1,5	3	4	1,5	1,5	33,25	2,56	1,25
Komunikasi & koordinasi pengadaan	8	20	12	3	10	2	12	15	8	4	4	8	8	114	8,77	12,5
Pengelolaan/penataan dokumen pengadaan	8	12	12	4	10	10	12	12	8	4	4	8	8	112	8,62	12
Evaluasi kinerja pengadaan untuk tahap pemilihan penyedia	8	8	9	1	5	8	9	9	8	3	3	8	8	87	6,69	9

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 6. Data Waktu Penyelesaian Tugas Kelompok 7

Detail Pekerjaan	DTRK2	Dikpora	DKK3	DPU1	BKD1	BKD2	PMK	DPP1	DPU2	DPU3	DKK1	DPP2	Total	Rata2	Estimasi
Menyusun rencana pemilihan penyedia barang/jasa	8	2	1,75	0,5	1,5	1,5	1	3	1,5	1,5	1,5	3	26,75	2,23	1,75
Memeriksa dokumen spesifikasi barang/jasa	16	3	3	0,5	1,5	3	3	3	0,75	1	2,5	3	40,25	3,35	3
Membuat rancangan kontrak pengadaan	8	1	1	0	0,5	1,5	1	0,5	1	1	1,5	0,5	17,5	1,46	1
Menyusun Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	16	1	0,75	0	0,5	1	0,75	3	0,75	0,75	1	3	28,5	2,38	0,75
Menyusun dokumen pengadaan barang/jasa	8	4	3	1	2	4	3	1	2	2	3,5	1	34,5	2,88	3,25
Membuat pengumuman prakualifikasi	8	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	1	1	0,5	0,5	13,75	1,15	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	8	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	23	1,92	2
Evaluasi dokumen kualifikasi penyedia barang/jasa	16	6	4	2	1,5	4	4	6	3	3	4	6	59,5	4,96	4
Menyusun daftar pendek hasil kualifikasi	8	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	20	1,67	1
Memeriksa keaslian dokumen kualifikasi	8	6	2	1	0,25	2	2	1	1	1	1	1	26,25	2,19	2
Menetapkan & mengumumkan hasil kualifikasi	8	2	2	0,5	0,75	2	2	1	1	1	1,5	1	22,75	1,90	2
Mengelola sanggahan peserta kualifikasi	8	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	1	1	0,5	16	1,33	0,5
Membuat undangan penyedia lolos kualifikasi	8	0,5	0,25	1	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	13,25	1,10	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	8	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	23	1,92	2
Membuka dokumen sampul I	8	3	2,5	1	1,5	2	2	3	2	2	2	3	32	2,67	2,5
Evaluasi dokumen penawaran	16	4	4	2	1	4	4	5	4	4	4	5	57	4,75	4
Menetapkan & mengumumkan peringkat teknis	8	2	2	1	0,5	2	2	1	2	2	1,5	1	25	2,08	2
Membuka dokumen sampul II	8	3	2	1	1,5	3	2,5	2	2	2	2	2	31	2,58	2,5
Evaluasi dokumen sampul II	16	4	4	2	1	3	4	3	4	4	4	3	52	4,33	4
Menetapkan & mengumumkan pemenang pemilihan	8	2	1,5	1	0,5	2	2	1	1	1	1	1	22	1,83	2
Melakukan diskusi membahas sanggahan yang masuk	16	2	2	1	0,75	2	2	1	1	1	2	1	31,75	2,65	2
Mengelola sanggahan peserta pemilihan penyedia	8	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	3	3	1	0,5	20	1,67	0,5
Membuat undangan klarifikasi & negosiasi	8	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	12,5	1,04	0,25
Klarifikasi & negosiasi penawaran jasa konsultan	8	3	3	1	0,75	3	3	1,5	3	3	2,5	1,5	33,25	2,77	3
Membuat surat penunjukan penyedia barang/jasa	8	0,5	0,25	0	0,25	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	12,25	1,02	0,25
Membuat berita acara hasil seleksi pada web LPSE	8	0,5	0,5	0,5	0,25	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	14,75	1,23	0,5
Membuat berita acara hasil seleksi manual	8	1	1	0,5	0,5	1,5	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	16,5	1,38	1
Pengadaan barang dengan sistem e-procurement	8	3	2,75	1	1	3	2	2	4	4	2	2	34,75	2,90	2,75
Pengadaan barang dengan sistem e-purchasing	8	1,5	1,25	1	1	1	1,25	1	3	3	1,5	1	24,5	2,04	1,25
Komunikasi & koordinasi pengadaan	8	20	12	3	10	11	12	8	4	4	8	8	108	9,00	12,5
Pengelolaan/penataan dokumen pengadaan	8	12	12	4	10	10	12	8	4	4	8	8	100	8,33	12
Evaluasi kinerja pengadaan untuk tahap pemilihan penyedia	8	8	9	1	5	8	9	6	3	3	8	6	74	6,17	9

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 7. Data Waktu Penyelesaian Tugas Kelompok 8

Detail Pekerjaan	Umum	DTRK2	DKK3	Setwan	BKD1	BKD2	Kuham1	DKP1	DPP1	Kuham2	DPU2	DKK1	Humas1	Total	Rata2	Estimasi
Menyusun rencana pemilihan penyedia barang/jasa	2	8	1,75	2	1,5	2	1	1,5	1	1,75	1,5	1,5	1,5	27	2,08	1,75
Memeriksa dokumen spesifikasi barang/jasa	2	16	1	1	0,75	1	1	1	3	1	0,75	1	1	30,5	2,35	1
Membuat rancangan kontrak pengadaan	2	8	1	1	0,5	2	1	1	1	1	1	1	1	21,5	1,65	1
Menyusun Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	1	16	0,75	1	0,5	1	1	0	2	0,75	0,75	1	1	26,75	2,06	0,75
Menyusun dokumen pengadaan barang/jasa	3	8	3	1,5	2	3	2,5	1,5	3	3,25	2	3,5	3	39,25	3,02	3,25
Membuat pengumuman pelaksanaan pengadaan	0,5	8	0,25	0,25	0,25	0,5	0,1	0,5	0,5	0,25	1	0,5	1	13,6	1,05	0,25
Memberikan penjelasan dokumen pengadaan	2	8	2	2	1	2	1	1,5	1	2	1	1	1,5	26	2,00	2
Membuka dokumen Penawaran (Koreksi Aritmatik)	2,5	16	2,5	2	2	3	2	1,5	2	2,5	2	2,5	3	43,5	3,35	2,5
Evaluasi dokumen penawaran penyedia barang/jasa	3	8	2	2	1,5	2	1	2	2	2	2	2,5	2	32	2,46	2
Evaluasi dokumen kualifikasi penyedia barang/jasa	3	8	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2,5	2	30,5	2,35	2
Memeriksa keaslian dokumen kualifikasi	2	8	2	1	0,75	2	1	2	1	2	3	2	2	28,75	2,21	2
Membuat berita acara hasil pelelangan pada web LPSE	0,5	8	0,5	0,5	0,25	1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	14,45	1,11	0,5
Membuat berita acara hasil pelelangan manual	1	8	1	1	0,25	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	18,25	1,40	1
Mengelola data & informasi pengadaan	6,5	8	6	3	4	5,5	2	2	4	6,5	4	5	6,5	63	4,85	6,5
Menetapkan & mengumumkan pemenang pemilihan	2	8	2	1	0,75	2	1	1	1	2	2	1	2	25,75	1,98	2
Melakukan diskusi membahas sanggahan masuk	2	8	2	2	1,5	2	1	1	2	2	2	1,5	2	29	2,23	2
Mengelola sanggahan peserta pemilihan penyedia	0,5	8	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	2	0,5	3	1	1	20	1,54	0,5
Membuat surat penunjukan penyedia barang/jasa	0,25	8	0,25	0,25	0,25	0,5	0,2	0	0,5	0,25	0,5	0,5	1	12,45	0,96	0,25
Pengadaan barang dengan sistem e-procurement	2,75	8	2,75	2	2	2	2	2	2	2,75	3	2	2,5	35,75	2,75	2,75
Pengadaan barang dengan sistem e-purchasing	1,25	8	1,25	1	1	1	1	0	1	1,25	3	1,5	1,5	22,75	1,75	1,25
Komunikasi & koordinasi pengadaan	24	8	12	7	10	10	10	2	8	12,5	4	8	12,5	128	9,85	12,5
Pengelolaan/penataan dokumen pengadaan	12	8	12	10	10	11	10	2	6	12	4	8	12	117	9,00	12
Evaluasi kinerja pengadaan untuk tahap pemilihan penyedia	9	8	9	7	5	8	2	2	6	9	3	8	9	85	6,54	9

Hasil dari pengumpulan data waktu penyelesaian tugas tersebut dihitung untuk mendapatkan beban waktu per anggota seperti yang ditunjukan pada tabel 8.

ISBN: 978-602-70259-2-9

Tabel 8. Alokasi Waktu Per Anggota Selama Setahun

Kelompok	Waktu (Jam)	Jumlah Paket	Total Waktu (Jam)	Jumlah Anggota yang Pernah Mengerjakan	Waktu Rata-Rata Per Anggota (Jam)
1	*2*	*3*	*4 = (2*3)*	*5*	*6 = (4/5)*
1	67,64	43	2908,35	31	93,82
2	75,60	108	8165,01	36	226,81
3	78,26	5	391,29	34	11,51
4/5	91,80	19	1744,13	21	83,05
6	80,38	1	80,38	20	4,02
7	88,85	8	710,83	19	37,41
8	68,52	18	1233,35	19	64,91
Total	551,05	202	15233,34		

Setelah diketahui waktu rata-rata per anggota dapat diketahui beban kerja waktu per anggota per hari seperti yang ditunjukan pada Tabel 9.

Tabel 9. Beban Kerja Waktu Per Anggota

No	Kode	Kelompok							Total (Jam)	Menit Per Hari	Kategori
		1	2	3	4/5	6	7	8			
1	Umum	93,82		11,51				64,91	170,24	42,56	Rendah
2	DTRK2	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41	64,91	521,53	130,38	Sedang
3	Dikpora	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41		456,62	114,15	Sedang
4	Kesra		226,81	11,51				64,91	303,23	75,81	Rendah
5	DKK3	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41	64,91	521,53	130,38	Sedang
6	Capil	93,82	226,81	11,51					332,13	83,03	Rendah
7	DKP2		226,81	11,51					238,31	59,58	Rendah
8	Setwan	93,82	226,81	11,51				64,91	397,04	99,26	Rendah
9	Dinsos	93,82	226,81	11,51					332,13	83,03	Rendah
10	DP2	93,82	226,81						320,62	80,16	Rendah
11	RSUD2	93,82	226,81	11,51					332,13	83,03	Rendah
12	DPU1		226,81	11,51	83,05	4,02	37,41		362,80	90,70	Rendah
13	BKD1	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41	64,91	521,53	130,38	Sedang
14	BKD2	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41	64,91	521,53	130,38	Sedang
15	Kuham1	93,82	226,81	11,51				64,91	397,04	99,26	Rendah
16	BLH	93,82	226,81	11,51					332,13	83,03	Rendah
17	DKP1	93,82	226,81	11,51				64,91	397,04	99,26	Rendah
18	PMK	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41		456,62	114,15	Sedang
19	DKK2	93,82			83,05	4,02			180,89	45,22	Rendah
20	DPP1	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41	64,91	521,53	130,38	Sedang
21	DTRK1		226,81	11,51	83,05				321,37	80,34	Rendah
22	Kuham2	93,82	226,81	11,51				64,91	397,04	99,26	Rendah
23	DPU2	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41	64,91	521,53	130,38	Sedang
24	DPU3	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41		456,62	114,15	Sedang
25	DKK1	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41	64,91	521,53	130,38	Sedang
26	DPP2	93,82	226,81	11,51	83,05	4,02	37,41		456,62	114,15	Sedang
27	Humas2	93,82	226,81	11,51					332,13	83,03	Rendah
28	Humas1	93,82	226,81	11,51				64,91	397,04	99,26	Rendah

Keterangan : Tidak mengerjakan pengadaan tersebut.

Beban kerja waktu per anggota pada tabel 9 menunjukan bahwa pembagian beban kerja antaranggota ULP tidak merata. Sedangkan untuk hasil pengukuran beban kerja mental ditunjukan pada tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Beban Kerja Mental Setiap Anggota ULP

No	Nama	Kode	KM	KF	KW	P	TF	U
1	FX. Sasadara Paska	Umum	100	30	50	70	70	60
2	Iswan Fitradias	DTRK2	80	50	30	30	75	50
3	Sigit Martopo	Dikpora	70	50	80	60	75	80
4	Nurul Umam	Kesra	75	40	60	70	40	75
5	Ida Angklaita	DKK3	75	70	70	75	70	80
6	Agus Martopo	Capil	70	50	70	70	60	75
7	Taufiek Mukti W.	DKP2	90	75	75	50	80	80
8	Gunawan yulianto	Setwan	100	70	60	70	90	90
9	Budi Winarno	Dinsos	75	60	90	50	75	70
10	Sigit Triyatmo	DP2	75	25	50	90	90	90
11	Rahmat Timur J.	RSUD2	70	50	40	70	70	70
12	Yoyok Darmoko	DPU1	90	80	80	80	60	80
13	Lisino Soares	BKD1	80	70	70	80	40	80
14	Siti Handayani	BKD2	80	80	85	85	60	80
15	Effendi Maruli S.	Kuham1	10	10	50	90	10	90
16	Kwat Oktaria A.	BLH	75	20	50	80	20	100
17	Agung Widi H.	DKP1	80	40	70	75	35	60
18	Kris Dwi Tanti	PMK	80	50	80	80	60	70
19	Arthaty M.	DKK2	80	50	85	75	75	60
20	Eko Yuwono	DPP1	80	70	50	70	25	90
21	Adji Anggoro R.	DTRK1	50	75	75	75	50	75
22	Veky Novian S.	Kuham2	70	50	50	80	45	60
23	Luluk Suprianto	DPU2	90	90	90	90	90	90
24	Susilo Medi S.	DPU3	100	100	80	80	80	100
25	Budiono	DKK1	100	25	75	75	25	100
26	Endang Sri Rejeki	DPP2	70	40	75	80	40	75
27	Suroso	Humas2	80	70	80	70	70	80
28	Jackson Napitupulu	Humas1	85	50	30	80	25	80

Tingkat beban kerja mental setiap anggota ULP berada pada kisaran beban kerja tinggi-sangat tinggi. Dari kedua hasil di atas maka didapatkan koefisien beban kerja total (Z) seperti yang ditunjukan pada tabel 11.

Tabel 11. Beban Kerja Total Setiap Anggota ULP

No	Kode	Menit Per Hari	Kategori	X	WWL	Kategori	Y	Z	Kategori
1	Umum	42,56	Rendah	1	77,33	Tinggi	3	1,8	Sedang
2	DTRK2	130,38	Sedang	2	59,67	Tinggi	3	2,4	Sedang
3	Dikpora	114,15	Sedang	2	75,00	Tinggi	3	2,4	Sedang
4	Kesra	75,81	Rendah	1	68,00	Tinggi	3	1,8	Sedang
5	DKK3	130,38	Sedang	2	75,00	Tinggi	3	2,4	Sedang
6	Capil	83,03	Rendah	1	69,00	Tinggi	3	1,8	Sedang
7	DKP2	59,58	Rendah	1	74,00	Tinggi	3	1,8	Sedang
8	Setwan	99,26	Rendah	1	88,00	Sangat Tinggi	4	2,2	Sedang
9	Dinsos	83,03	Rendah	1	76,67	Tinggi	3	1,8	Sedang
10	DP2	80,16	Rendah	1	76,33	Tinggi	3	1,8	Sedang
11	RSUD2	83,03	Rendah	1	66,67	Tinggi	3	1,8	Sedang
12	DPU1	90,70	Rendah	1	80,00	Sangat Tinggi	4	2,2	Sedang
13	BKD1	130,38	Sedang	2	76,00	Tinggi	3	2,4	Sedang
14	BKD2	130,38	Sedang	2	79,00	Tinggi	3	2,4	Sedang
15	Kuham1	99,26	Rendah	1	55,33	Tinggi	3	1,8	Sedang
16	BLH	83,03	Rendah	1	65,33	Tinggi	3	1,8	Sedang
17	DKP1	99,26	Rendah	1	68,67	Tinggi	3	1,8	Sedang
18	PMK	114,15	Sedang	2	77,33	Tinggi	3	2,4	Sedang
19	DKK2	45,22	Rendah	1	75,33	Tinggi	3	1,8	Sedang
20	DPP1	130,38	Sedang	2	72,33	Tinggi	3	2,4	Sedang
21	DTRK1	80,34	Rendah	1	73,33	Tinggi	3	1,8	Sedang
22	Kuham2	99,26	Rendah	1	61,00	Tinggi	3	1,8	Sedang
23	DPU2	130,38	Sedang	2	90,00	Sangat Tinggi	4	2,8	Tinggi
24	DPU3	114,15	Sedang	2	89,33	Sangat Tinggi	4	2,8	Tinggi
25	DKK1	130,38	Sedang	2	70,00	Tinggi	3	2,4	Sedang
26	DPP2	114,15	Sedang	2	73,00	Tinggi	3	2,4	Sedang
27	Humas2	83,03	Rendah	1	76,67	Tinggi	3	1,8	Sedang
28	Humas1	99,26	Rendah	1	69,67	Tinggi	3	1,8	Sedang

Dari tabel 11 dapat diketahui bahwa tingkat beban kerja total setiap anggota ULP berada pada tingkat sedang-tinggi. Hal ini menunjukan bahwa pada ULP Kota Surakarta tidak perlu dilakukan penambahan sumber daya manusia karena tingkat beban kerja masih dalam tingkat yang wajar. Setelah itu dilakukan perhitungan jumlah kebutuhan sumber daya manusia berdasarkan tingkat beban kerja tersebut. Perhitungan jumlah kebutuhan sumber daya manusia untuk ULP Kota Surakarta berdasarkan kelompok pengadaannya. Pada ULP Kota Surakarta terdapat 8 kelompok pengadaan dari empat kelompok kerja (yaitu Barang, Konstruksi, Konsultansi, dan Jasa Lain). Akan tetapi kelompok 4 dan 5 mempunyai karakteristik yang sama sehingga dijadikan satu kelompok. Hasil perhitungan ditunjukan pada tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Jumlah Kebutuhan Sumber Daya Manusia ULP

	Waktu Setahun (Jam)	Kebutuhan	Pembulatan
	(1)	*(2) = '(1)/1250*	*(3)*
Kelompok 1	2908,35	2,33	3
Kelompok 2	8165,01	6,53	7
Kelompok 3	391,29	0,31	1
Kelompok 4/5	1744,13	1,40	2
Kelompok 6	80,38	0,06	1
Kelompok 7	710,83	0,57	1
Kelompok 8	1233,35	0,99	1
		Total	16

Berdasarkan perhitungan di atas maka jumlah kebutuhan pejabat pengelola pengadaan barang/jasa adalah 16 orang. Selanjutnya, dilakukan analisis beban kerja dari hasil perhitungan jumlah kebutuhan sumber daya manusia yang ditunjukan pada tabel 12 untuk mengetahui tingkat beban kerjanya. Hasil analisis beban kerja ditunjukan pada tabel 13 berikut ini.

Tabel 13. Analisis Beban Kerja Hasil Perhitungan

Kelompok	Menit Per Hari	Kategori	X	WWL	Kategori	Y	Z	Kategori
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8 = (0,6)*4+(0,4)*7*	*9*
1	242,36	Tinggi	3	73,44	Tinggi	3	3	Tinggi
2	291,61	Tinggi	3	73,28	Tinggi	3	3	Tinggi
3	97,82	Rendah	1	73,32	Tinggi	3	1,8	Sedang
4/5	218,02	Tinggi	3	76,10	Tinggi	3	3	Tinggi
6	20,10	Rendah	1	76,31	Tinggi	3	1,8	Sedang
7	177,71	Sedang	2	76,39	Tinggi	3	2,4	Sedang
8	308,34	Tinggi	3	72,14	Tinggi	3	3	Tinggi

Hasil analisis beban kerja menunjukan bahwa beban kerja masing-masing kelompok sudah berada pada tingkat kurang dari atau sama dengan tinggi. Maka, tidak perlu dilakukan perhitungan dan penambahan sumber daya manusia. Rekapitulasi hasil perhitungan jumlah kebutuhan pejabat pengelola pengadaan per pokja ditunjukan pada tabel 14 berikut ini.

Tabel 14. Hasil Perhitungan Sumber Daya Manusia

Kelompok	Jumlah Pekerja	Pokja	Total Pekerja
1	3	Barang	3
2	7	Konstruksi	8
3	1		
4/5	2	Konsultansi	4
6	1		
7	1		
8	1	Jasa Lain	1
Total	16		16

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Beban kerja total masing – masing anggota ULP Kota Surakarta berada pada kisaran beban kerja sedang sampai beban kerja tinggi. Ada 2 orang yang termasuk beban kerja tinggi dan 26 orang yang termasuk beban kerja sedang. Beban kerja total tersebut terdiri dari beban kerja waktu dan beban kerja mental. Beban kerja waktu yang terjadi pada anggota ULP Kota Surakarta berada pada kisaran rendah sampai sedang, yaitu pada angka 42,56 sampai 130,38 menit per hari dan untuk beban kerja mental berada pada kisaran tinggi sampai sangat tinggi, yaitu pada angka 55,33 sampai 90.
2. Berdasarkan perhitungan jumlah kebutuhan pejabat pengelola pengadaan barang/jasa pada ULP Kota Surakarta, ULP Kota Surakarta membutuhkan 20 orang pejabat pengelola pengadaan barang/jasa. Dengan alokasi untuk pokja barang 3 orang, pokja konstruksi 9 orang, pokja konsultansi 5 orang, dan pokja jasa lainnya 3 orang.

DAFTAR PUSTAKA

Arsi, R. M. & Pratiwi, S. G. (2012). Analisis Beban Kerja untuk Menentukan Jumlah Optimal Karyawan dan Pemetaan Kompetensi Karyawan Berdasar pada Job Description (Studi Kasus : Jurusan Teknik Industri, ITS, Surabaya). *Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No.1*

Hart, S. G. & Staveland, L. E. 1988. *Development of NASA-TLX (Task Load Index) : Result of empirical and theoretical research. In : Human Mental Workload. (Eds. Peter A. Hancock and Najmedin Meshkati)*, Elsevier Science Publisher, Norht Holland, 139-184

Kementerian Pendayaagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi (Kemenpan-RB). 2004. Keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Republik Indonesia Nomor KEP/75/M.PAN/7/2004 tentang Pedoman Perhitungan Kebutuhan Pegawai Berdasarkan Beban Kerja Dalam Rangka Penyusunan Formasi Pegawai Negeri Sipil.

Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (LKPP). 2013. Peraturan Kepala Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah Nomor 14 Tahun 2013 tentang Pedoman Penyusunan Formasi Jabatan Fungsional Pengelola Pengadaan Barang/Jasa.

Perancangan Alat Pengering Simplisia Menggunakan Tenaga Matahari

Ferry Tri Susilo[1], Ilham Priyadythama[2] dan Rahmaniyah Dwi Astuti[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: ferrytrisusilo@gmail.com, niyah22@gmail.com, ilham@megaspin.net

ABSTRAKS
Simplisia merupakan bahan alami yang digunakan untuk obat tradisional dan belum mengalami perubahan proses apapun, kecuali proses pengeringan. Pembuatan simplisiameliputi tahap penyortiran,pencucian, pemotongan, pengeringan dan penyortiran kering.Proses pengeringan merupakan salah satu tahap kritis karena mempengaruhi kualitas produk akhir dari simplisia. Penjemuran secara langsung di tempat terbuka menyebabkan kualitas simplisia yang dihasilkan kurang baik.Simplisia kurang baik pada segi kebersihan dan warna karena terkena cemaran kotoran, debu dan serangga.Selain itu,cahaya matahari mengandung sinar ultra violet yang dapat merusak kandungan aktif yang ada pada simplisia.
Penelitian ini bertujuan merancang alat pengering simplisia bertenaga sinar matahari yang sesuai dengan kebutuhan petani rimpang padaKlaster Biofarmaka Karanganyar.Klaster Biofarmaka Karanganyar merupakan kelompok tani biofarmaka pembudidaya tanaman rimpang dan simplisia di wilayah Kabupaten Karanganyar yang masih melakukan proses penjemuran simplisia secara langsung di tempat terbuka. Perancangan alat pengering simplisia meliputi tahap identifikasikebutuhan rancangan,penyusunan konsep rancangan, spesifikasi rancangan,pembuatan alat dan pengujian alat.Alat pengering diujidengan parameterpengujian temperatur, kelembaban dan laju udara pada saat wadah pengering kosong.Penelitian ini menghasilkan alat pengering simplisia menggunakan tenaga matahari yang tersusun dari 2 komponen utama yaitu solar air collector dan wadah pengering. Hasil pengujian menunjukan temperatur rata-rata yang dihasilkan alat pengering 60^o C dengan kelembaban 40% dan laju udara 1.02 m/s pada lubang inlet yang sudah sesuai dengan standar BALLITRO.

Kata kunci**:** *Simplisia, solar dryer, temperature, humidity, air flow*

PENDAHULUAN

Simplisia merupakan bahan alami yang digunakan untuk obat tradisional dan belum mengalami perubahan proses apa pun, dan kecuali dinyatakan lain umumnya berupa bahan yang telah dikeringkan [1]. Simplisia telah lama dikenal masyarakat sebagai bahan dasar obat tradisional yang digunakan untuk mengobati suatu penyakit tanpa menimbulkan efek samping apapun. Simplisia dibagi menjadi 2 jenis yaitu simplisia tumbuhan dan simplisia hewan. Kemudahan budidaya dan penanganan membuat simplisia tumbuhan lebih sering ditemui dibandingkan dengan simplisia hewan. Jenis simplisia tumbuhan sangat beragam tergantung jenis dan bagian tumbuhan yang dimanfaatkan seperti daun, bunga, buah, biji, rimpang, batang dan akar [2].

Proses pengolahan simplisia meliputi tahap-tahap penyortiran, pencucian, pengecilan ukuran (pemotongan), pengeringan dan penyortiran kering. Dari beberapa tahap tersebut tahap pengeringan simplisia merupakan tahap yang sangat kritis karena sangat mempengaruhi kualitas produk akhir dari simplisa. Pengeringan simplisia bertujuan mengurangi kadar air simplisia sehingga simplisia tidak mudah rusak, berjamur, atau kandungan bahan aktif berubah jika disimpan dalam waktu yang cukup lama [3]. Standar Balittro menjelaskan untuk proses pengeringan yang baik dilakukan pada suhu sekitar 400 – 600 C dengan tingkat kelembaban kurang dari 55 % [4].

Proses pengeringan simplisia yang dijemur secara langsung di bawah sinar matahari menyebabkan kualitas simplisia yang dihasilkan masih kurang bagus dikarenakan adanya pengaruh lingkungan luar. Simplisia yang dijemur di tempat terbuka terkontaminasi oleh debu, kotoran-kotoran dan cemaran lainya dari udara yang dibawa lingkungan sekitar serta gangguan beberapa jenis serangga. Simplisia yang terkena kontaminasi membuat tampilan secara fisik dan visual tidak begitu menarik (pudar) dan ada kecenderungan timbulnya kampang atau jamur yang disebabkan kotoran dan debu yang menempel pada simplisia. Penjemuran simplisia dibawah sinar matahari langsung juga menyebabkan kandungan simplisia mudah rusak. Cahaya matahari mengandung sinar ultra violet yang dapat merusak kandungan minyak atsiri, pro-vit A dan zat antioksidan pada simplisia [5,6]. Kondisi simplisia yang kualitasnya tidak baik membuat simplisia tidak dapat diterima dipasaran terutama di industri jamu.

Berdasarkan permasalahan yang muncul maka diperlukan rancangan alat pengering simplisia bagi industri jamu yang masih melakukan proses penjemuran secara langsung di bawah sinar matahari dalam pengolahan simplisia. Alat pengering simplisia yang dibutuhkan adalah alat yang tidak memerlukan biaya operasional yang tidak lain dapat memaksimalkan pemanfaatan panas dari sinar matahari. Selain itu, alat tersebut juga dirancang untuk sesuai standar BALLITRO untuk menjaga kualitas simplisia hingga siap dipasarkan.

SUBJEK DAN METODE

Penelitian dilakukan pada proses pembuatan simplisia di Klaster Biofarmaka Kabupaten Karanganyar. Klaster Biofarmaka Kabupaten Karanganyar merupakan kelompok tani biofarmaka pembudidaya tanaman rimpang dan simplisia di wilayah Kabupaten Karanganyar. Proses pembuatan simplisia di Klaster Biofarmaka Kabupaten Karanganyar meliputi tahap sortasi awal, tahap pencucian, tahap pemotongan, tahap pengeringan dan tahap sortasi kering.

Identifikasi awal permasalahan dilakukan dengan cara observasi dan wawancara di Klaster Biofarmaka Kabupaten Karanganyar. Hasil dari observasi dan wawancara akan diterjemahkan menjadi kebutuhan pengguna dan kebutuhan teknis yang telah disesuaikan dengan permasalahan yang ada pada tempat penelitian. Dari kebutuhan teknis akan dibangkitkan beberapa alternatif konsep rancangan. Alternatif konsep rancangan merupakan gambaran atau perkiraan mengenai teknologi, prisnsip kerja dan bentuk produk. Dari alternatif konsep tersebut akan dilakukan penilaian konsep dan konsep yang mempunyai nilai paling banyak akan dijadikan konsep rancangan. Langkah selanjutnya melakukan spesifikasi rancangan, pembuatan alat dan pengujian alat pengering simplisia.

Kinerja alat pengering didasarkan pada nilai laju pengeringan yang ditentukan oleh parameter-parameternya (temperatur wadah pengeringan, kelembaban wadah pengeringan dan laju udara pada inlet) pada saat wadah kosong.

HASIL

1. Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Identifikasi kebutuhan perancangan digunakan untuk memperjelas batasan-batasan dalam pembuatan konsep perancangan alat pengering simplisia. Identifikasi kebutuhan meliputi penjabaran kebutuhan pengguna yaitu petani rimpang dan kebutuhan secara teknis di Klaster Biofarmaka Kabupaten Karanganyar. Kebutuhan pengguna dan kebutuhan teknis tersaji pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Penjabaran Kebutuhan Pengguna

No	Identifikasi Kebutuhan Pengguna
1	Simplisia terhindar dari kontaminasi kotoran, debu dan cemaran - cemaran lainya
2	Pengeringan simplisia tidak langsung di bawah sinar matahari
3	Simplisia tidak dipindah - pindah saat proses pengeringan
4	Tidak membutuhkan area pengeringan yang luas
5	Proses pengeringan cepat dan sesuai standar
6	Sumber energi murah
7	Mudah dalam pengoprasian
8	Mudah dalam perawatan

Tabel 2. Penjabaran Kebutuhan Teknis

No	Identifikasi Kebutuhan Pengguna	Kebutuhan Teknis
1	Simplisia terhindar dari kontaminasi kotoran, debu dan cemaran - cemaran lainya	Proses pengeringan simplisia di dalam ruang penutup / *chamber*
2	Pengeringan simplisia tidak langsung di bawah sinar matahari	
3	Simplisia tidak dipindah - pindah saat proses pengeringan	
4	Tidak membutuhkan area pengeringan yang luas	Kapasitas besar pada area yang kecil
5	Proses pengeringan cepat dan sesuai standar	Suhu pengeringan optimal, yaitu dengan mempertimbangkan standar suhu pengeringan simplisia berkisar 40-60˚ C dan tingkat kelembaban di bawah 55% (stadar Balittro)
6	Sumber energi murah	Alat pengering simplisia bebas sumber energi, memanfaatkan energi panas matahari.
7	Mudah dalam pengoprasian	Setting alat pengering simplisia mudah dan tidak memakan waktu yang lama
8	Mudah dalam perawatan	Material yang dipakai ramah lingkungan dan mudah dalam perawatan

2. Penyusunan Konsep

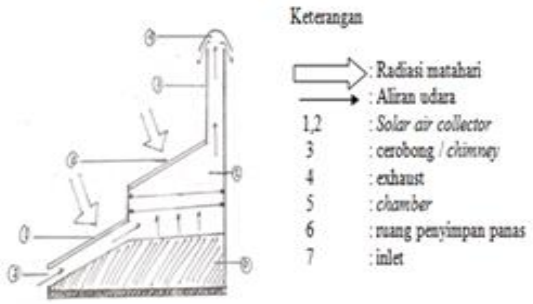
Pada tahap penyusunan konsep meliputi tahap membangkitkan alternatif konsep, penilaian konsep dan pengembangan konsep. Pada tahap ini alternatif konsep dibuat berdasarkan kebutuhan teknis yang sudah dijabarkan dari kebutuhan pengguna. Dari kebutuhan teknis dapat dikembangkan beberapa kriteria untuk alternatif konsep alat pengering simplisia. Kriteria ini akan digunakan sebagai tahap penilaian konsep. Setelah terbentuk kriteria, maka akan dibangkitkan 3 alternatif konsep sebagai konsep awal. Tahap penilaian konsep dilakukan dengan menilai seluruh konsep terhadap kriteria yang sudah ditentukan. Pembangkitan alternatif konsep juga didasarkan pada studi literatur mengenai teknik pengolahan hasil pasca panen dan metode pengeringan untuk hasil pertanian menggunakan solar drying [7]. Berikut kriteria untuk alat pengering simplisia :

1. Proses pengeringan simplisia di dalam ruang penutup/*chamber*.
   Proses pengeringan simplisia dilakukan pada suatu wadah tertutup dan terisolasi agar terhindar langsung dari sinar matahari dan kontaminasi cemaran, kotoran serta debu. Proses pengeringan simplisia tidak perlu melakukan proses pemindahan saat simplisia belum kering.
2. Kapasitas besar pada area yang kecil.
   Alat pengering simplisia dapat menampung kapasitas simplisia yang dikeringkan lebih banyak daripada pada saat proses penjemuran secara langsung. Kapasitas simplisia pada alat pengering simplisia lebih besar dibandingkan dengan kapasitas saat penjemuran simplisia pada area luasan yang sama.
3. Suhu pengeringan optimal
   Suhu pengeringan optimal, yaitu dengan mempertimbangkan standar suhu pengeringan simplisia berkisar 40^0-60^0 C dan tingkat kelembaban di bawah 55% (stadar BALITTRO). Dengan suhu yang bekisar 40^0-60^0C akan mempercepat proses pengeringan dan membuat kualitas simplisia semakin baik dibandingkan dengan penjemuran secara langsung.
4. Kebutuhan energi.
   Proses pengeringan ini tidak membutuhkan sumber daya energi yang memerlukan pembiayaan yang berasal dari tenaga matahari.
5. Pengoprasian alat pengering.
   Pengoprasian alat pengering simplisia meliputi set up awal alat dan proses penataan simplisia pada wadah pengering/chamber. Dalam proses loading unloading alat pengering simplisa tidak memakan waktu yang lama dan mudah dalam pengoprasian alat tersebut. Pengoprasian alat juga

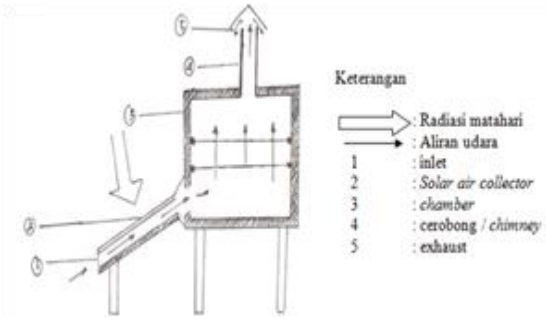
mempertimbangkan kemudahan untuk memindah alat pengering tersebut sesuai posisi matahari yang tepat.

1. Perawatan.

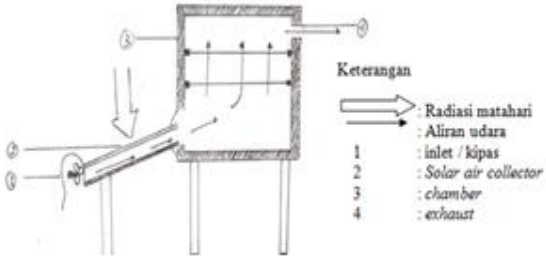
Alat pengering simplisia menggunakan material yang ramah lingkungan mudah dalam perawatanya agar alat pengering dapat bertahan dalam jangka waktu yang relatif lama. Perawatan juga meliputi perawatan dalam pergantian media dan komponen yang dipakai pada alat pengering simplisia.Alternatif konsep dapat dilihat pada gambar 1-3.



Gambar 1. Alternatif Konsep 1



Gambar 2. Alternatif Konsep 2



Gambar 3. Alternatif Konsep 3

Tahap penilaian konsep dilakukan dengan menilai seluruh konsep terhadap kriteria yang sudah ditentukan. Kriteria diseleksi lagi menurut kebutuhan rancangan. Konsep 1 dipilih sebagai refrensi yang dijadikan pembanding terhadap seluruh konsep yang ada. Tabel 3 dan 4 merupakan tabel range skala penilaian dan tabel penilaian konsep.

Tabel 3. Skala Penilaian

Kinerja Relatif	Nilai
Kurang dibanding dengan referensi	-
Sesuai seperti referensi	0
Baik dari referensi	+

Tabel 4. Penilaian Konsep

No	Kriteria	Konsep 1 (ref)	Konsep 2	Konsep 3
1	Kecepatan pengeringan	0	+	+
2	Kapasitas simplisia persatuan luas	0	+	+
3	Kemudahan set up	0	+	0
4	Kemudahan proses loading unloading alat	0	0	0
5	Jumlah komponen	0	+	0
6	Kemudahan pergantian komponen	0	+	-
Jumlah +		0	5	2
Jumlah 0		6	1	3
Jumlah -		0	0	1
Nilai akhir		0	5	1
Peringkat		3	1	2
Lanjutkan ?		tidak	ya	tidak

Alternatif konsep 2 dipilih sebagai konsep rancangan yang akan dibuat. Tahap selanjutnya melakukan pengembangan konsep terhadap konsep yang sudah terpilih. Pengembangan konsep didasarkan pada desain (gambar 4), material tabel dan dimensi alat pengering simplisia.

Gambar 4. Desain alat pengering simplisia 3D

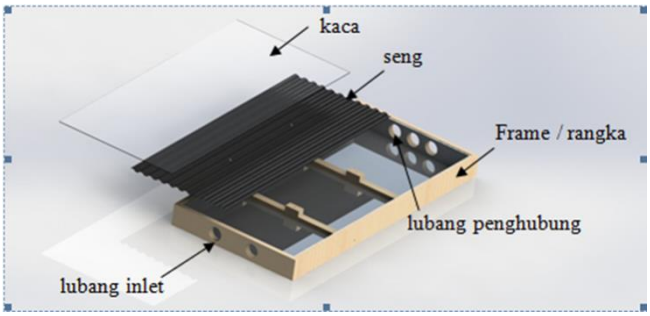
Tabel 5. Skala penilaian

Komponen	Material	Fungsi	Keterangan
solar air collector	papan kayu	frame / kerangka	material kayu dipilih karena kayu relatif ringan dan ramah lingkungan jika dibandingkan dengan logam
	seng gelombang	absorber	seng merupakan salah satu logam yang mempunyai sifat menyerap panas, harga murah dan memiliki durabilitas yang tinggi, bentuk gelombang dipilih karena memliki luas permukaan yang lebih besar daripada seng berbentuk datar
	sterofoam	isolasi panas	Sterofoam mempunyai bobot yang ringan dan bersifat tidak bisa menghantarkan panas sehingga sterofoam merupakan salah satu isolator panas yang baik
	kaca	cover	kaca mampu menangkap sinar matahari dan dipantulkan kembali sehingga panas matahari dapat terserap baik oleh absorber yang berada di bawah kaca sebagai cover
chamber	papan kayu	frame / kerangka	material kayu dipilih karena kayu relatif ringan dan cenderung tidak menimbulkan efek kimiawi ke simplisia saat proses pengeringan
	sterofoam	isolasi panas	sterofoam mempunyai bobot yang ringan dan bersifat tidak bisa menghantarkan panas sehingga sterofoam merupakan salah satu isolator panas yang baik

3. SpesifikasiRancangan

1. Solar Air Collector

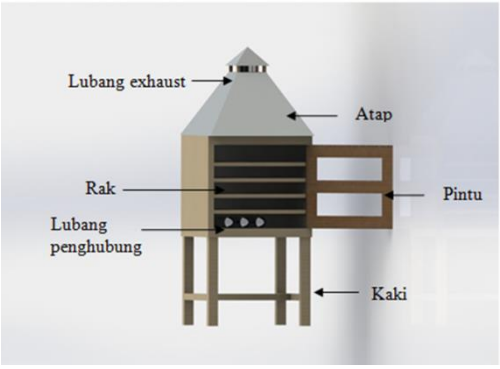
Solar air collector merupakan salah satu komponen utama penyusun alat pengering simplisia. *Solar air collector* berfungsi sebagai penghasil udara panas yang kemudian akan dialirkan ke dalam *drying chamber* untuk mengeringkan simplisia. Detail *solar air collector* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Komponen penyusun *solar air collector*

2. Wadah pengeringan (drying chamber)

Drying chamber merupakan komponen yang digunakan sebagai wadah simplisia yang akan dikeringkan. *Drying chamber* menerima udara panas dari *solar air collector* yang kemudian akan di keluarkan lewat lubang exhaust pada cerobong yang sudah dibuat. *Drying chamber* dapat di lihat lebih detail pada gambar 6.



Gambar 6. Komponen penyusun drying chamber

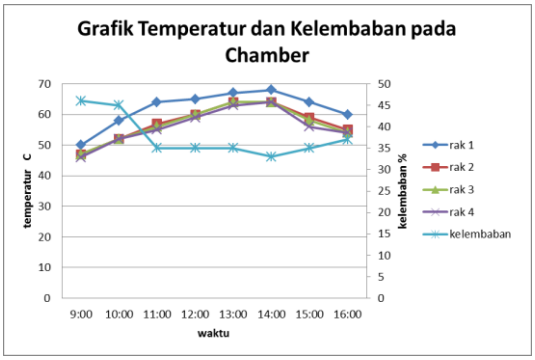
4. Pembuatan Prototipe

Selama pengujian, keadaan cuaca tidak menentu, dalam satu hari kadang cerah, berawan bahkan kadang turun hujan. Gambar alat pengering simplisia dapat dilaihat pada gambar 7.

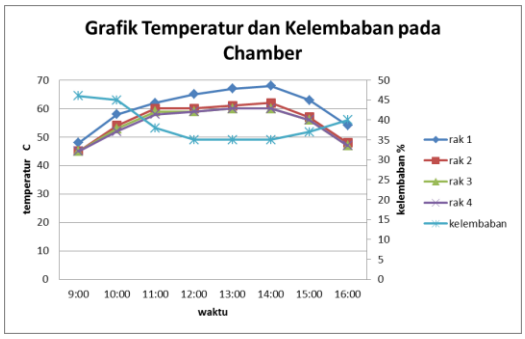
Gambar 7. Alat pengering simplisia

5. Pengujian Prototipe

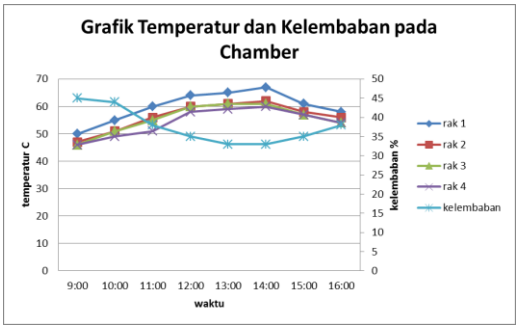
Pada pengujian prototipe kinerja alat pengering diukur berdasarkan pada nilai laju pengeringan yang ditentukan oleh parameter-parameternya (temperatur wadah pengeringan, kelembaban wadah pengeringan dan laju udara) pada saat wadah kosong. Pengujian alat pengering disajikan pada tabel 8-12.



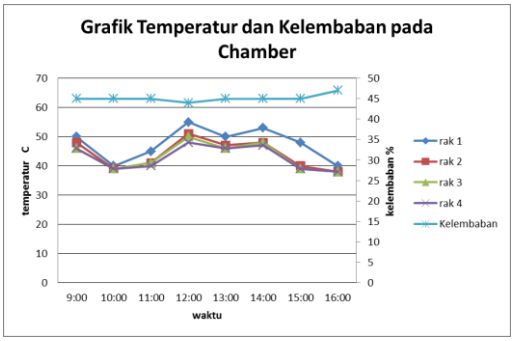
Gambar 8. Pengujian 1 (keadaan cerah)



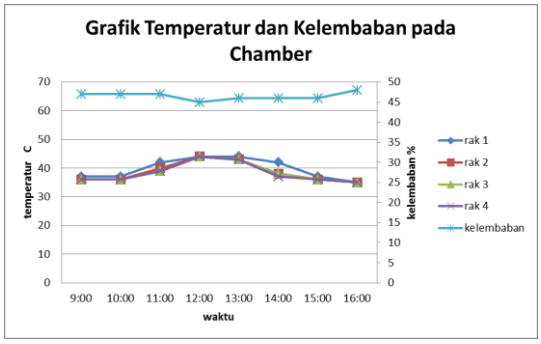
Gambar 9. Pengujian 2 (keadaan cerah)



Gambar 10. Pengujian 3 (keadaan cerah)



Gambar 11. Pengujian 4 (keadaan berawan)



Gambar 12. Pengujian 5 (keadaan mendung)

Laju aliran udara pengujian diatas memiliki rata-rata sebesar 1,02 m/s pada lubang *inlet*.

PEMBAHASAN

Alat pengering simplisia mempuyai kapasitas ±30 kg simplisia basah. Berdasarkan pengujian alat pengering simplisia didapatkan hasil pada kondisi cerah yaitu maksimum temperatur sebesar 69^{o}C dengan kelembaban sebesar 35%. Kondisi berawan didapatkan maksimal temperatur sebesar 55^{o}C dengan kelembaban sebesar 45%. Kondisi mendung didapatkan maksimal temperatur sebesar 44^{o}C dengan kelembaban sebesar 46%. Laju aliran udara pengujian diatas memiliki rata-rata sebesar 1,02 m/s pada lubang inlet. Kondisi cuaca selama pengujian mempengaruhi temperatur pengeringan sehingga laju pengeringan yang cepat tergantung pada kondisi cuaca cerah.

Untuk memperoleh kualitas simplisia yang baik diharapkan tidak ada pengembunan pada wadah pengering saat proses pengeringan. Proses pengembunan sangat mempengaruhi hasil bahan. Jika terjadi pengembunan akan mengakibatkan bahan yang ada menjadi tidak cepat kering dan busuk. Oleh karena itu, dilakukan pengujian sederhana berupa pengeringan bahan menggunakan kain perca. Kain perca basah disusun pada rak 1,2 dan 3 sedangkan pada rak 4 disusun kain perca kering. Menimbang berat awal bahan masing-masing rak menggunakan timbangan digital kemudian alat pengering dijemur. Setelah proses pengeringan selesai, menimbang kembali berat akhir bahan pada masing-masing rak. Pada pengujian pengembunan didapatkan hasil rak 1, 2 dan 3 yang diisi bahan basah mengalami penyusutan bobot. Rak ke 4 (paling atas) yang diisi bahan kering hanya sedikit mengalami penurunan berat. Pengujian pengembunan bahan dapat dilihat pada gambar 13. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

Gambar 13. Pengujian pengembunan

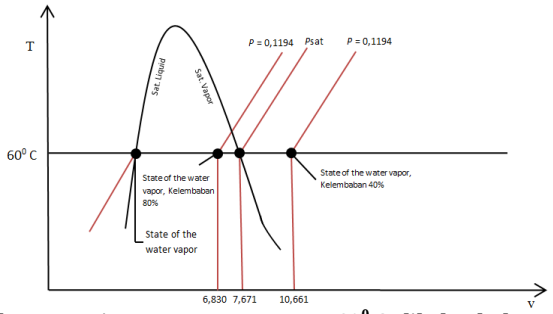
Tabel 6. Tabel temperatur dan kelembaban wadah pengering

no	jam	temperatur (C)				kelembaban
		rak 1	rak 2	rak 3	rak 4	
1	10:00 (keadaan cerah)	56	53	53	53	38
2	11:00 (keadaan cerah)	58	55	55	51	38
3	12:00 (keadaan berawan)	50	41	43	41	43
4	13:00 (keadaan mendung)	35	32	32	35	45
5	14:00 (keadaan cerah)	58	53	46	41	40
6	15:00 (keadaan berawan)	45	40	36	35	43

Tabel 7. Tabel berat awal dan akhir bahan

rak	berat mula-mula (gram)	berat akhir (gram)	kadar air (%)
rak 1 (bahan basah)	170.2	45.8	0.73
rak 2 (bahan basah)	196.2	57.2	0.71
rak 3 (bahan basah)	193.7	53.2	0.73
rak 4 (bahan kering)	54.9	53.8	0.02

Dari hasil diatas tidak terjadi proses pengembunan pada saat proses pengeringan. Hal tersebut dapat dilihat dari rak 4 (paling atas) yang diisi bahan kering tidak mengalami penambahan bobot yang berasal dari penguapan bahan. basah di bawahnya. Dari proses pengeringan didapati bahwa bahan tidak dapat kering secara sempurna pada rak 2 dan 3 karena kondisi cuaca yang tidak menentu. Menurut Menurut Moran dan Shapiro (2000) [8], ketika sistem dalam keadaan cair jenuh penambahan kalor pada pada tekanan tertentu menyebabkan pembentukan uap tanpa terjadi perubahan temperatur, tetapi dengan peningkatan volume spesifik yang cukup berarti (gambar 2.2). Pada gambar 2.2 dijelaskan penguapan (dan proses kebalikanya yaitu kondensasi) dapat terjadi apabila tekananya lebih rendah dari tekanan kritis. Udara kelembaban 40% di 60^0C mempunyai density sebesar 0,0938 kg/m3. dengan demikian, untuk density sebesar 0,0938 kg/m3 mempunyai nilai volume spesifik sebesar 10,661 m3/kg.



Gambar 14. Diagram t-v temperatur 60^0 C dikelembaban 40%

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan alat pengering simplisia yang memanfaatkan energi matahari dan sesuai dengan kebutuhan petani Klaster Biofarmaka Karanganyar. Alat pengering simplisia menghasilkan teperatur rata-rata sebesar 60^0 C dan kelembaban 40% dimana hasil tersebut sudah sesuai standar pengeringan simplisia yang dinyatakan oleh BALITTRO yaitu sekitar 40^0-60^0 C dengan tingkat kelembaban kurang dari 55%.

DAFTAR PUSTAKA

Rukmi, Isworo. 2009. Keanekaragaman Aspergillus pada Berbagai Simplisia Jamu Trdisional. Jurnal Sains & Matematika (JSM) Volume 17 Nomor 2 April 2009.

Herawati, STP., MSi, Dian, Nuraida, Prof. Dr. Lilis, dan Sumarto, STP., MP. 2012. Cara Produksi Simplisia yang Baik. Seafast Center.

Sadewo, B. 2009. *Hidup Sehat Cara Mas Dewo*. Jakarta, AgroMedia Pustaka, ISBN 979-006-239-7

Sembiring. 2007. Teknologi Penyiapan Simplisia Terstandar Tanaman Obat. http//www.balittro.litbang.go.id. [diakses pada 09.30 juni 05, 2012]

Hernani dan Nurdjanah, Rahmawati. 2009. Aspek Pengeringan dalam Memeprtahankan Metabolit Sekunder pada Tanaman Obat. Perkembangan

Manalu, Ir. Lamhot P., M.Si. 2010. Aplikasi Teknologi Pengeringan Untuk Produksi Simplisia Temulawak dan Sambiloto. Laporan Akhir: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

Weis, W. dan Buchinger, J. 2002. Establishment Of A Production, Sales And Consulting, Infrastructure For Solar Thermal Plants In Zimbabwe. Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie INTEC.

Moran, J. Michael dan Shapiro. N. Howard. 2000. Fundamentals of Engineering Thermodynamics. New York. John Wiley & Sons, Inc. 605 Third Avenue.

IDENTIFIKASI TREN BISNIS DI KALANGAN MAHASISWA (STUDI KASUS DI UNIVERSITAS SURABAYA)

Esti Dwi Rinawiyanti, Linda Herawati Gunawan
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
Jl. Raya Kalirungkut, Surabaya
Telp 031-2981392
Email: estidwi@staff.ubaya.ac.id

ABSTRAKS
Upaya peningkatan Kewirausahaan tidak hanya dilakukan oleh pemerintah, tetapi juga perguruan tinggi dengan memberikan mata kuliah Kewirausahaan kepada mahasiswa. Diharapkan mahasiswa setelah lulus dapat menciptakan lapangan kerja untuk dirinya sendiri dan juga orang lain. Ternyata, tidak hanya menunggu lulus, tapi sembari kuliah pun mahasiswa sudah menjalankan usaha sendiri. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi tren bisnis yang dilakukan oleh mahasiswa. Responden ialah mahasiswa yang saat ini masih aktif kuliah di Universitas Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa ingin membuka usaha sendiri setelah lulus kuliah (57%), di usia sebelum 30 tahun (73%), dan sebanyak 31,3% mahasiswa mempunyai usaha sampingan saat ini. Sedangkan bidang usaha yang dijalankan mahasiswa saat ini terbanyak ialah kuliner (32,08%) dan dagang online (14,15%). Kendala terbesar terkait dengan usaha sampingan yang dijalankan saat ini ialah susah membagi waktu, modal yang terbatas, banyak saingan, khawatir dengan resiko, dan kemampuan kurang. Hasil tersebut bisa menjadi acuan untuk pembelajaran mata kuliah Kewirausahaan berikutnya, yang diharapkan bisa membekali hard skill dan soft skill Kewirausahaan pada mahasiswa.

Kata kunci: *tren bisnis, mahasiswa, Kewirausahaan*

PENDAHULUAN

Iklim persaingan usaha di Indonesia dewasa ini makin kompetitif. Untuk memenangkan persaingan dibutuhkan daya saing dan nilai tambah di kalangan pelaku usaha sehingga dapat terus maju atau minimal mampu untuk bertahan. Usaha-usaha baru juga kian banyak bermunculan, dengan sistem manajemen yang lebih modern dan dikelola dengan profesional. Untuk meningkatkan daya saingnya, para pemain usaha baru berlomba-lomba untuk menciptakan berbagai inovasi dan sistem yang kuat dengan berbasis teknologi. Makin maraknya pemain usaha baru yang dimotori oleh para generasi muda, kiranya perlu teruji keandalannya di tengah iklim persaingan usaha yang ketat seperti sekarang. Bekal pengetahuan dan ketrampilan/*skill* yang diperoleh, sekiranya perlu digabungkan dengan motivasi, kematangan dan komitmen yang kuat untuk menjalankan usahanya. Untuk menumbuhkan mental wirausaha yang tangguh khususnya di kalangan generasi muda, mereka perlu dibekali sejak dari muda, yang dapat terbentuk di lingkungan keluarga, institusi pendidikan dasar, maupun di lingkungan perguruan tinggi. Kini upaya pemerintah untuk menumbuhkan jiwa wirausaha di kalangan generasi muda begitu gencar dengan memasukkan Kewirausahaan di dalam kurikulum pendidikan di Indonesia, terutama di perguruan tinggi. Jumlah mahasiswa di Indonesia di tahun 2011 adalah 4,8 juta orang atau dengan angka partisipasi kasar kurang lebih 23% dari populasi penduduk Indonesia dengan usia 19-30 tahun. Ditargetkan angka partisipasi kasar mahasiswa 30% di tahun 2014 (Kompas, 2012). Bila disiapkan dan dibekali dengan baik, maka mahasiswa akan menjadi generasi yang luar biasa, generasi yang dapat mengelola negara dengan baik, meningkatkan kualitas bangsa, dan menyebabkan pertumbuhan ekonomi Indonesia bisa lebih baik. Akan tetapi, 610 ribu dari total 7,17 juta pengangguran terbuka di Indonesia, adalah "pengangguran intelektual" atau dari kalangan lulusan universitas (Tribun News, 2013). Meningkatnya jumlah pengangguran intelektual disebabkan orientasi para sarjana adalah mencari pekerjaan dan bukannya menciptakan pekerjaan. (Tempo, 2012). Oleh karena itu mahasiswa perlu disiapkan dan dibekali selama kuliah, supaya setelah lulus mereka tidak hanya menjadi pencari kerja (*job seeker*), tetapi menjadi pencipta kerja (*job creator*). Menurut Hatta (Unpad, 2013) para generasi muda seperti mahasiswa, seharusnya berani melakukan transformasi dan inovasi untuk memajukan bangsa Indonesia melalui praktik dunia usaha. Kenyataannya minat berwirausaha para lulusan perguruan tinggi di Indonesia masih sangat rendah. Data dari Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil dan Menengah (Kemenkop UMKM), hanya 17 persen lulusan perguruan tinggi di Indonesia yang tertarik menjadi wirausahawan. (Republika, 2012).

Selain pemerintah yang mendukung gerakan Kewirausahaan, perguruan tinggi juga berperan dalam menyiapkan mahasiswa dan membekali mereka untuk bisa menjadi wirausaha. Sri Widhari dan Suarta (2012) melakukan studi di Jurusan Pariwisata Politeknik Negeri Bali untuk menganalisis faktor-faktor yang memotivasi mahasiswa untuk menjadi wirausaha. Studi tersebut mengidentifikasi tiga variabel yang berpengaruh positif dan signifikan terhadap keinginan mahasiswa berwirausaha, yaitu keberhasilan diri, toleransi akan resiko, dan kebebasan bekerja. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Oktarilis di Universitas Gunadarma (2012) dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan diri, kebebasan dalam bekerja, dan kebutuhan akan prestasi merupakan variabel dominan yang mempengaruhi keinginan mahasiswa Universitas Gunadarma untuk menjadi wirausahawan.

Melalui wawancara informal dengan beberapa mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Kewirasahaan di Universitas Surabaya, mereka menyatakan berminat untuk membuka usaha sendiri setelah lulus kuliah dan ada juga yang sudah menjalankan usaha saat ini, yang dikerjakan sembari kuliah.Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui lebih dalam minat berwirausaha pada mahasiswa dan mengidentifikasi tren bisnis di kalangan mahasiswa, khususnya mahasiswa di Universitas Surabaya.

KAJIAN LITERATUR

Kewirausahaan adalah kemampuan kreatif dan inovatif yang dijadikan dasar, kiat, dan sumber daya untuk mencari peluang menuju sukses. Inti dari kewirausahan adalah kemampuan untuk menciptakan sesuatu yang baru dan berbeda *(create new and different*) melalui berpikir kreatif dan bertindak inovatif untuk menciptakan peluang. Proses kreatif dan inovatif tersebut biasanya diawali dengan memunculkan ide-ide dan pemikiran-pemikiran baru untuk menciptakan sesuatu yang baru dan berbeda. Sesuatu yang baru dan berbeda merupakan nilai tambah barang dan jasa yang menjadi sumber keunggulan untuk dijadikan peluang (Suryana, 2003). Kemampuan berwirausaha *(entrepreneurial)* merupakanfungsi dari perilaku Kewirausahaan dalam mengombinasikan kreativitas, inovasi, kerja keras, dan keberanian menghadapi risiko untuk memperoleh peluang (Suharso, 2008). Semangat dan kemampuan berwirausaha tidak bisa tumbuh dalam waktu sekejap, tetapi perlu dibangkitkan, dilatih, dan dikembangkan. Oleh karena itu, untuk menyiapkan para lulusan perguruan tinggi menjadi tangguh, kreatif dan mandiri, mahasiswa perlu dibangkitkan semangat wirausaha dan dibekali dengan mental wirausaha, sehingga setelah lulus kuliah mahasiswa siap untuk menjadi wirausaha. Perlu juga menciptakan lingkungan dan budaya wirausaha di kampus yang akan semakin menumbuhkan minat wirausaha pada mahasiswa.

Penelitian yang dilakukan oleh GUESS (2011) menunjukkan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi minat wirausaha pada mahasiswa, yaitu motivasi, latar belakang keluarga, dan kendala, di mana ketiga faktor tersebut akan membentuk perilaku, sikap dan norma yang mempengaruhi minat wirausaha. Penelitian yang dilakukan di 489 universitas di 26 negara dan melibatkan sekitar 930.000 mahasiswa memberikan hasil bahwa untuk motivasi, faktor yang paling berpengaruh adalah keinginan memperoleh pendapatan yang lebih tinggi, menjadi bos sendiri dan meneruskan tradisi keluarga. Untuk latar belakang keluarga, dari 30% mahasiswa yang mempunyai latar belakang keluarga wirausaha, hanya 7% yang ingin meneruskan usaha keluarganya setelah lulus kuliah. Sedangkan untuk kendala, aspek terbesar yang menghalangi mahasiswa untuk berwirausaha adalah modal dan resiko keuangan, serta lingkungan ekonomi secara umum.

METODE PENELITIAN

Secara umum penelitian ini dapat dikategorikansebagai *action research*, yang merupakan kegiatan partisipatif dimana peneliti merupakan bagian dari penelitian, dan termasuk dalam *descriptive research* karena tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menggambarkantren bisnis di kalangan mahasiswa.Penelitian menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh langsung dari hasil wawancara dan pembagian kuisioner pada mahasiswa aktif di Universitas Surabaya, yaitu mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Kewirausahaan semester Gasal 2013/2014. Sedangkan data sekunder didapatkan dari beberapa sumber, seperti data jumlah mahasiswa di tiap fakultas dan juga dari internet. Penelitian dimulai dengan survey awal pada beberapa mahasiswa, di mana hasil survei tersebut menjadi landasan untuk menyusun kuisioner. Kuisioner terdiri dari tiga bagian yakni: (1) Bagian pertama menanyakan mengenai profil responden, (2) Bagian kedua mengidentifikasi minat wirausaha, dan (3) Bagian kedua menanyakan usaha yang dijalankan mahasiswa saat ini.

Pembagian kuisioner dilakukan melalui dua tahap yakni tahap *pre-sampling* dan *sampling*. *Pre-sampling* dilakukan dengan membagikan kuisioner kepada 30 responden yang merupakan mahasiswa Fakultas Teknik yang mengambil mata kuliah Kewirausahaan dan Inovasi semester Gasal 2013/2014,

dilanjutkan dengan *sampling* pada tiap fakultas. Jumlah kuisioner yang kembali sebanyak 409 lembar dengan rincian dari tiap fakultas sebagai berikut: (1) Fakultas Teknik: 226 responden; (2) Fakultas Farmasi: 45 responden; (3) Fakultas Psikologi: 10 responden; (4) Fakultas Bisnis dan Ekonomika: 100 responden; (5) Fakultas Teknobiologi: 9 responden; (6) Politeknik: 15 responden, sedangkan yang tidak terisi ada 4. Data selanjutnya diolah menggunakan bantuan software SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengolaahn data kemudian dianalisa dengan penjelasan sebagai berikut.

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran profil responden seperti di tabel 1. Berikut ini merupakan hasil analisis deskriptif yang telah dilakukan.

- Sebaran responden: dari tabel 1 terlihat bahwa jumlah responden terbanyak adalah mahasiswa Fakultas Teknik, hal ini dikarenakan peneliti juga sebagai pengajar mata kuliah Kewirausahaan di Fakultas Teknik sehingga lebih memudahkan dalam memperoleh mahasiswa yang bersedia menjadi responden (di saat perkuliahan, maupun di luar jam perkuliahan). Sedangkan untuk fakultas lain, peneliti mengalami keterbatasan waktu saat mengambil sendiri data kuisioner (masuk di kelas/jam perkuliahan tiap fakultas).
- Angkatan: terlihat bahwa mahasiswa yang terbanyak berada pada angkatan 2010 dan diikuti angkatan 2011. Hal ini dikarenakan mata kuliah Kewirausahaan di semester gasal 2013/2014 ini memang bersesuaian dengan angkatan yang mengambilnya yaitu angkatan 2010, Sedangkan untuk angkatan 2011 yang mengambil adalah mahasiswa yang lebih cepat mengambil mata kuliah Kewirausahaan.
- Jenis kelamin: jumlah mahasiswa laki-laki dan perempuan yang mengambil mata kuliah Kewirausahaan berimbang.
- Indeks Prestasi Kumulatif (IPK): sebaran mahasiswa yang terbanyak berada dalam *range* IPK 2.51-3.00 kemudian diikui 3.01-2.50, Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa yang mengambil mata kuliah Kewirausahaan secara prestasi akademik berada dalam *range* cukup baik hingga baik.

Tabel 1. Hasil Pengumpulan Data Profil Responden

No	Pertanyaan	Jawaban	Jumlah	Presentase
1	Jenis kelamin	Laki-Laki	203	49.6
		Perempuan	203	49.6
1	Fakultas	Fakultas Farmasi	45	11
		Fakulas Bisnis dan Ekonomika	100	24.4
		Politeknik	15	3.7
		Fakultas Psikologi	10	2.4
		Fakultas Teknik	226	55.3
		Fakultas Teknobiologi	9	2.2
2	Angkatan	2008	8	2
		2009	20	4.9
		2010	215	52.6
		2011	144	35.2
		2012	15	3.7
3	IPK terakhir	<2.00	14	3.4
		2.01-2.50	102	24.9
		2.51-3.00	134	32.8
		3.01-3.50	98	24
		3.51-4.00	59	14.4
4	Apakah orangtua/wali berwirausaha	Ya	306	74.8
		Tidak	103	25.2
5	Penghasilan orangtua per bulan	< 10 juta	206	50,4
		10 – 20 juta	116	28.4
		20 – 30 juta	24	5.9
		30 – 40 juta	24	5.9
		< 40 juta	17	4.2

- Latar belakang keluarga: responden yang memiliki keluarga atau saudara yang berwirausaha (74,8%) mempunyai porsi lebih besar dibandingkan yang tidak berwirausaha (25,2%).

- Penghasilan orang tua: berada dalam kisaran <10 juta dan 10-20 juta. Jika dikaitkan dengan apakah orang tua berwirausaha atau tidak, maka dengan penghasilan terbanyak di kisaran ini, dapat dikatakan orang tua responden berwirausaha di kelas menengah.

Analisa Minat Bisnis

Berikutnya ialah hasil pengumpulan data dari kuisioner bagian kedua mengenai minat berwirausaha pada mahasiswa seperti di tabel 2. Ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar minat mahasiswa untuk berwirausaha. Pada kuisioner juga ditampilkan beberapa pertanyaan di mana mahasiswa memberikan jawaban (*open question*) dan ada pula jawaban dengan urutan prioritas (ranking).Analisa untuk hasil dijelaskan sebagai berikut.

- Jenis pekerjaan yang diinginkan setelah lulus kuliah: dari tabel 2 terlihat bahwa minat mahasiswa yang terbesar adalah membuka usaha sendiri (57%). Hal ini bisa jadi terkait dengan latar belakang orang tua atau keluarga dekat yang berwirausaha sehingga mempengaruhi jiwa wirausaha di dalam diri mahasiswa yang bersangkutan. Jenis pekerjaan yang menempati urutan kedua ialah ikut orang (perusahaan swasta) sebanyak 25,7%. Yang menarik di sini ialah meskipun sebanyak 74,8% responden mempunyai orang tua yang berwirausaha, tapi hanya 26% yang berminat untuk meneruskan usaha orang tua. Artinya, responden lebih menyukai berwirausaha sendiri, terlepas dari baying-bayang orang tua.

Tabel 2. Hasil Pengumpulan Data Minat Wirausaha

No	Pertanyaan	Jawaban	Jumlah	Presentase
1	Setelah lulus kuliah, jenis pekerjaan yang diinginkan	Usaha sendiri	233	57
		Ikut orang (swasta)	105	25.7
		Pegawai negeri sipil	14	3.4
		Meneruskan usaha orangtua	26	6.4
		Lainnya	30	7.3
2	Apakah berminat membuka usaha sendiri?	Ya	230	57%
		Tidak	175	43%
3	Di usia berapa berniat untuk membuka usaha sendiri	20 – 2 5tahun	172	42.1
		25 – 30 tahun	159	38.9
		30 – 35 tahun	45	11
		35 – 40 tahun	4	1
		< 40 tahun	6	15.
4	Saat ini mempunyai usaha sendiris/sampingan	Ya	128	31.3
		Tidak	278	68

- Apakah berminat membuka usaha sendiri: mayoritas responden menjawab iya (57%), bahwa mereka berminat untuk membuka usaha sendiri.
- Alasan mengapa ingin membuka usaha sendiri: pertanyaan ini terkait dengan pertanyaan sebelumnya 'Apakah Anda berminat untuk membuka sendiri?'. Tidak semua responden memberikan ranking untuk pilihan jawaban. Hasil tanggapan responden untuk pertanyaan ini ditampilkan di tabel 3.
- Dari tabel 3 kemudian diurutkan beberapa alasan yang dominan mengapa membuka usaha sendiri, yaitu (1) Mandiri, (2) Pendapatan lebih tinggi, (3) Mewujudkan impian, (4) Tidak terikat waktu, dan (5) Menjadi bos atas diri sendiri. Ada fenomena menarik yang tertangkap dari responden, dimana ternyata yang menjadi alasan ingin buka usaha sendiri yang tertinggi karena ingin mandiri, bukan semata-mata karena mengejar pendapatan tinggi belaka. Sedangkan alasan tentang ingin mendapatkan pendapatan lebih tinggi menduduki peringkat yang kedua. Mahasiswa bisa memperoleh informasi mengenai standar gaji lulusan S1, baik yang *fresh graduate* maupun yang sudah beberapa tahun bekerja dari *sharing* dengan kakak kelas, kuliah tamu, melalui internet, dan juga dari orang tua/keluarga yang berwirausaha. Di benak mahasiswa sudah tertanam *image* bahwa pendapatan yang diperoleh dari berwirausaha lebih tinggi daripada gaji dengan bekerja ikut orang. Ranking berikutnya ialah keinginan untuk mewujudkan impian. Hal ini menunjukkan bahwa responden sedikit banyak telah memiliki impian untuk bisa membuka usaha sendiri nantinya. Dan yang menduduki peringkat ke empat dan kelima karena tidak terikat waktu dan menjadi bos atas diri sendiri, hal ini menunjukkan alasan mahasiswa ingin berwirausaha karena ingin bebas akan tetapi bebas yang mandiri (sesuai dengan hasil rangking 1).
- Di usia berapa hendak membuka usaha sendiri: mayoritas mahasiswa menginginkan untuk membuka usaha sendiri di usia sebelum 30 tahun. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara dengan

beberapa responden, bahwa setelah lulus mereka ingin langsung membuka usaha sendiri, atau bekerja ikut orang terlebih dahulu 3-5 tahun untuk mendapatkan pengalaman dan mengumpulkan modal, setelah itu menjalankan usaha sendiri.

Tabel 3. Urutan Prioritas Jawaban untuk Alasan Mengapa Membuka Usaha Sendiri

Jawaban	Pendapatan lebih tinggi	Menjadi bos atas diri sendiri	Tidak terikat waktu	Tantangan	Mewujudkan impian	Mandiri	Membuka lapangan kerja	Mengikuti jejak orang tua	Gengsi
Ranking 1	96	48	45	39	75	99	14	14	1
Ranking 2	57	56	51	27	43	66	8	8	0
Ranking 3	46	30	62	41	49	55	12	12	0
Ranking 4	36	42	37	46	43	35	10	10	2
Ranking 5	21	27	32	44	32	19	16	16	4
Ranking 6	19	19	24	25	26	24	17	17	2
Ranking 7	17	19	17	20	16	7	23	23	6
Ranking 8	9	15	6	7	3	3	67	67	14
Ranking 9	1	0	2	1	2	1	11	11	105
Total	302	256	276	250	289	309	178	178	134

Analisa Tren Bisnis

Bagian ketiga kuisioner ditanyakan untuk mendapatkan gambaran bisnis sampingan yang dijalankan oleh mahasiswa dengan beberapa variabel menggunakan pertanyaan terbuka (*open question*) dan ada pula jawaban dengan urutan prioritas (ranking).

- Usaha sampingan: sehubungan dengan aktivitas mahasiswa sejauh ini disamping berkuliah, terdapat 31,3% mahasiswa yang juga memiliki usaha sampingan. Hal ini dapat menjadi alasan mengapa mahasiswa memilih untuk usaha sendiri setelah lulus, dikarenakan saat ini mereka sudah mencoba untuk berbisnis.
- Jenis usaha sampingan saat ini: tidak semua responden mengisi pertanyaan ini, kurang lebih 51% dari seluruh responden memberikan jawaban yang ditampilkan di tabel 4 dengan urutan jenis usaha yang mendapatkan jawaban terbanyak. Diketahui bahwa jenis usaha terbanyak yang dilakukan mahasiswa saat ini ialah kuliner (32,08%) dan dagang *online* (14,15%). Hal ini bisa dimengerti karena bisnis kuliner dengan produk untuk memenuhi kebutuhan primer yaitu pangan, cepat laku, dan pasti dibeli konsumen. Beberapa usaha kuliner yang dijalankan bisa berupa makanan ringan (*snack*), minuman, sampai ke makanan berat. Ada juga yang menjalankan suaha kafe dengan beberapa teman mahasiswa. Sedangkan beberapa alasan untuk dagang *online* yaitu mudah dilakukan, apalagi bagi mahasiswa yang mengikuti perkembangan teknologi, mempunyai *gadget* yang *update*, dan gemar melakukan *browsing* internet. Selain itu usaha tersebut tidak membutuhkan modal besar serta bisa dilakukan kapan saja dan di mana saja. Beberapa produk yang dijual *online* antara lain tas, sepatu, pakaian (baju, kaos), aksesoris, perlengkapan komputer, sampai binatang peliharaan.

Tabel 4. Jenis Usaha Sampingan Mahasiswa Saat Ini

Jenis Usaha	Jumlah	Prosentase
Kuliner	68	32.08%
Dagang (*online*)	30	14.15%
Kesehatan	23	10.85%
Jasa	18	8.49%
Informasi	15	7.08%
Agrobisnis	14	6.60%
Fashion	12	5.66%
Manufaktur	11	5.19%
Otomotif	10	4.72%
Properti	5	2.36%
Edukasi	3	1.42%
Investasi	3	1.42%
Total	212	100.00%

- Kendala saat ini yang dihadapi terkait dengan usaha yang sedang dijalankan: pertanyaan ini berhubungan dengan pertanyaan sebelumnya, yaitu apakah mahasiswa saat ini mempunyai usaha sendiri/sampingan, dengan hasil jawaban seperti di tabel 5.

Tabel 5. Urutan Prioritas Jawaban Kendala yang Dihadapi Saat Ini

Jawaban	Modal terbatas	Dukungan dari orang tua	Banyak saingan	Susah membagi waktu	Kemampuan kurang	Khawatir dengan resiko	Kekurangan ide usaha
Ranking 1	66	7	29	63	8	10	6
Ranking 2	31	5	34	30	13	22	7
Ranking 3	18	9	21	32	15	14	8
Ranking 4	9	7	10	1	12	22	17
Ranking 5	5	8	10	7	9	13	12
Ranking 6	3	8	6	5	16	5	13
Ranking 7	3	22	2	6	11	5	5
Total	135	66	112	144	84	91	68

Terlihat bahwa 5 kendala paling besar yang dihadapi saat ini ialah: (1) Susah membagi waktu, (2) Modal yang terbatas, (3) Banyak saingan, (4) Khawatir dengan resiko, dan (5) Kemampuan kurang. Dengan kata lain kendala yang dihadapi responden adalah terkait dengan waktu, modal dan banyaknya saingan. Hal inilah yang bisa jadi berkorelasi dengan alasan ingin membuka usaha sendiri yaitu karena ingin tidak terikat waktu (bebas waktu). Terlebih saat ini mahasiswa masih aktif kuliah, di mana banyak tugas, masih ada ujian, kegiatan kampus, dan sebagainya. Terkait dengan modal, jika dihubungkan dengan profil responden, dimana orang tua berpendapatan 10-20 juta per bulan menempati jawaban terbanyak, maka untuk memberikan modal usaha kepada anak agak berat, mengingat kebutuhan dana untuk membuka usaha juga relatif besar. Tentang khawatir dengan resiko, ini berhubungan dengan modal yang terbatas, dimana jika responden harus berusaha keras untuk mendapatkan modal, maka mereka harus yakin bahwa usaha yang mereka rintis menguntungkan. Karena jika tidak, responden harus menanggung resiko kegagalan, dan ini dirasakan sebagai kendala yang cukup besar. Hal tersebut juga menjadi alasan mengapa usaha sampingan yang dijalankan saat ini sebagian besar adalah kuliner dan dagang *online*. Seperti dijelaskan sebelumnya usaha kuliner dan dagang *online* tidak terlalu membutuhkan modal yang besar, sehingga cocok sekali untuk mahasiswa yang mempunyai kendala modal terbatas. Terkait dengan kemampuan yang kurang, hal ini terkait dengan materi yang responden harapkan di perkuliahan, tidak hanya mengenai *hard skill* yang berhubungan dengan fakultas/jurusan, tetapi perlunya diberikan materi kewirausahaan, karena responden menyadari hal ini yang cukup siginifikan diperlukan untuk membuka usaha, dan mereka perlu membekali diri dengan kemampuan tersebut selama di bangku kuliah. Materi yang perlu diajarkan antara lain resiko (kendala no 4), etika bisnis (kendala no 3), keuangan (kendala no 3), mencari gagasan usaha, pemasaran, inovasi (kendala no 5).

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan dan berdasarkan beberapa analisa terkait data kuisioner, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisa deskriptif: mayoritas responden berasal dari Fakultas Teknik (55,3%) dan dari angkatan 2010 (52,6%), sebagian besar mempunyai IPK 2,51-3,00 (32,8%), berimbang antara laki-laki dan perempuan, sebagian besar orang tua berwirausaha (74,8%), dan penghasilan orang tua < 10 juta per bulan (50,4%).
2. Analisa minat berwirausaha: mayoritas ingin membuka usaha sendiri setelah lulus kuliah (57%) di usia sebelum 30 tahun (73%), sebanyak 31,3% mahasiswa mempunyai usaha sampingan saat ini dengan jenis usaha terbanyak kuliner (32,08%) dan dagang *online* (14,15%). Sedangkan kendala terbesar terkait dengan usaha sampingan yang dijalankan saat ini ialah susah membagi waktu, modal yang terbatas, banyak saingan, khawatir dengan resiko, dan kemampuan kurang
3. Analisa *crosstab*: terdapat perbedaan pada variabel jurusan dan latar belakang keluarga terhadap pekerjaan yang diinginkan. Tetapi, dari keseluruhan hasil *crosstab*, tidak ada perbedaan antara jurusan, angkatan, indeks prestasi, dan latar belakang keluarga terhadap minat untuk membuka usaha sendiri. Artinya, minat untuk membuka usaha sendiri dimiliki oleh responden, terlepas dari faktor akademis dan faktor keluarga.

Dari kesimpulan tersebut, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dengan besarnya minat mahasiswa untuk membuka usaha sendiri setelah lulus kuliah, maka penting sekali untuk membekali mahasiswa dengan materi dan keahlian berwirausaha, meliputi *hard skills* dan *soft skills*, antara lainresiko, etika bisnis, mencari gagasan usaha, berfokus pada tindakan, pemasaran, keuangan, dan pembiayaraan.
2. Memfasilitasi atau mengakomodasi usaha sampingan yang dilakukan mahasiswa saat ini, seperti memberikan pelatihan dan menyediakan konsultasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim peneliti menyampaikan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Surabaya yang telah mendanai pelaksanaan penelitian ini dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Nomor: 080/Lit/LPPM-01/FT-TI/VIII/2013 tanggal 1 Agustus 2013.

DAFTAR PUSTAKA

Adjat R., Sudradjat, (2012), *Miris, Mengapa Banyak Sekali Pengangguran Intelektual*,http://edukasi.kompasiana.com/2012/04/14/miris-mengapa-banyak-sekali-pengangguran-intelektual/, diakses tanggal 2 Mei 2012.

Ajzen, I, (2002), *Perceived Behavioral Control, Self-Efficacy, Locus of Control, and the Theory of Planned Behavior*. Journal of Applied Social Psychology, 32(1), 1-20,

Cokorda Istri Sri Widhari, I Ketut Suarta, (2012), Analisis Faktor-faktor yang Memotivasi Mahasiswa Berkeinginan menjadi Wirausaha, Jurnal Bisnis dan Kewirausahaan Vol. 8, No. 1, Maret 2012.

Hatta Rajasa, (2013), Universitas Merupakan Inkubator Lahirnya Pelaku Wirausaha Muda, http://www.unpad.ac.id/2013/03/hatta-rajasa-universitas-merupakan-inkubator-lahirnya-pelaku-wirausaha -muda/, diakses tanggal 24 Mei 2013.

Kompas, (2011), *Mahasiswa di Indonesia Cuma 4,8 Juta*,http://edukasi.kompas.com/read/2011/03/26/13202052/Mahasiswa.di.Indonesia.Cuma.4.8.Juta, diakses tanggal 2 Mei 2012.

Nur Shabrina Oktarilis, (2012) Pengaruh faktor-faktor yang dapat memotivasi mahasiswa berkeinginan wirausaha, Jurnal Entrepreneurship, epository.gunadarma.ac.id/bitstream/.../1/Jurnal%20Entrepreneurship.pdf, diakses tanggal 24 Mei 2013.

Philipp Sieger, Urs Fueglistaller, Thomas Zellweger, (2011) International report of the Global University Entrepreneurial Spirit Student's Survei project (GUESS 2011), University of St. Gallen

Republika, (2012), *Mayoritas Lulusan Perguruan Tinggi Tak Tertarik Jadi Wirausahawan, Kok Bisa*,http://www.republika.co.id/berita/nasional/umum/12/03/03/m0aira-mayoritas-lulusan-perguruan-tinggi-tak-tertarik-jadi-wirausahawan-kok-bisa, diakses tanggal 2 Mei 2012.

Suryana, (2003), *Kewirausahaan, Pedoman Praktis, Kiat dan Proses Menuju Sukses*, Salemba Empat: 1 and 7.

Tempo, (2012), *Satu Juta Intelektual di Indonesia Menganggur*,http://www.tempo.co/read/news/2012/04/13/173396869/Satu-Juta-Intelektual-di-Indonesia-Menganggur, diakses tanggal 2 Mei 2012.

Tribun News, (2013). Muhaimin Iskandar: 600 Ribu Sarjana di Indonesia jadi Pengangguran, http://www.tribunnews.com/nasional/2013/11/03/muhaimin-iskandar-600-ribu-sarjana-di-indonesia-jadi-pengangguran, diakses tanggal 28 April 2014.

ANALISIS KEKUATAN BENDING *GREEN COMPOSITE* LIMBAH KERTAS CD/ SEKAM PADI/LEM KANJI SEBAGAI CORE PAPAN PARTIKEL

Vicky Ganis Rengganis[1], R. Hari Setyanto [2], Ilham Priyadhitama [3]
[1]Asisten Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[2]Laboratorium,Sistem Logistik dan BisnisJurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
[3] LaboratoriumPerencanaan dan Perancangan Produk,Jurusan Teknik Industri,Universitas Sebelas Maret
Jalan Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-632110
Email :[1]vickyganisrengganis@gmail.com, [2] Hstyan97@gmail.com,[3]Ilham@megaspin.net

ABSTRAKS
Teknologi hijau atau teknologi ramah lingkungan semakin serius dikembangkan oleh negara-negara di dunia saat ini (Nurudin, 2011). Perkembangan komposit telah berpindah dari material penyusun sintetis ke material penyusun berbahan alami (Lokantara, 2007). Salah satu serat alam yang digunakan sebagai bahan penyusun komposit yaitusekam padi dan pemanfaatan limbah seperti kertas CD. Tujuan dari penelitian ini mengetahui karakteristik mekanik kekuatan bending komposit sebagai core papan partikel dan menentukan komposisi komposit yang optimal yaitu limbah kertas CD, sekam padi, dan lem kanji serta faktor yang berpengaruh signifikan terhadap kelenturan. Pembuatan spesimen dilakukan dengan mencampurkan sekam padi dan kertas CD dengan beberapa perlakuan seperti variasi komposisi matriks lem kanji yaitu 5%, 7,5%, 10 %, variasi komposisi kertas CD dan sekam padi yaitu 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, dan variasi penekanan yaitu 3:4, 4:5, 5:4. Spesimen berukuran panjang 19,6 cm, lebar 5 cm, dan tebal 0,6 cm kemudian diuji kekuatan bending menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM). Pencampuran kertas CD dengan sekam padi menggunakan matriks/perekat lem kanji akan menghasilkan komposit dengan nilai lentur yang berbeda.Perbedaan pada variasi pencampuran bahan- bahan dan interaksi diantaranya memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kelanturan komposit. Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa komposit yang mempunyai nilai kelenturan tertinggi dengan perlakuan penekanan 5: 4, komposisi 50%:50%, dan lem kanji 10 % dengan nilai kekuatan bending 10977 KPa.

***Kata kunci** :Komposit, Kerta CD, Sekam Padi, Lem Kanji, Uji Bending*

PENDAHULUAN

Material merupakan salah satu bahan yang diperlukan disegala bidang, pesatnya perkembangan teknologi dan informasi berpengaruh pula pada perkembangan material.Menurut Rihayat(2008) bidang material komposit akhir-akhir ini terus mendapat perhatian yang serius dari para ilmuwan, sehingga hampir setiap hari produk baru maupun inovasi dan modifikasi produk yang telah ada terus bermunculan.

Teknologi hijau atau teknologi ramah lingkungan semakin serius dikembangkan oleh negara-negara di dunia saat ini (Nurudin, 2011).Hal itu disebabkan material komposit diperlukan di segala bidang, seperti bidang elektronik, transportasi, kedokteran/medis, biologi, dan sebagainya.Sehingga para peneliti dituntut untuk terus menghadirkan produk terbaik yang dibutuhkan di pasaran dan ramah lingkungan.

Komposit berasal dari kata kerja “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung.Komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utamanya yang secara makro berbeda di dalam bentuk atau komposisi material pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984).Faktor penyusun serta interaksi antar keduanya sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik dari bahan komposit itu sendiri.Kebanyakan orang saat ini menggunakan komposit dari serat gelas, karbon, dan grafit sebagai penguat akan tetapi komposit tersebut mahal, sehingga pemakaian serat alam sebagai alternatif pembuatan komposit dipilih karena lebih murah, mudah ditemukan, dan dapat diperbaharui seterusnya.Pemilihan sekam padi sebagai salah satu bahan penyusun karena menurut Rahmaresita (2006) Ketersediaan sekam padi sangat berlimpah, namun nilai jualnya sangat murah dengan harga Rp 15/kg- Rp 50/kg.Sedangkan harga,kertas CD juga sangat murah membuat bahan komposit ini dapat menurunkan biaya. Oleh karena itu penggunaan komposisi sekam padi, kertas CD, dan lem kanji sebagai bahan penyusun spesimen komposit merupakan alternatif material yang sedang dikembangkan sebagai papan partikel. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Oroh (2013) meneliti sabut kelapa sebagai komposit serat alam dengan pengujian bending menghasilkan nilai

modulus elastisitas bending dengan tanpa perlakuan variasi fraksi volume yaitu rata-rata VF 60 %, resin 40 % serat dengan nilai 619047.619 MPa. Menurut Oroh (2013) Ditinjau dari penelitian yang telah dilakukan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa kekuatan bending dipengaruhi oleh adanya variasi fraksi volume (Vf) semakin tinggi fraksi volumenya maka semakin tinggi pula kekuatannya. Sedangkandalam artikel ini akan membahas pengujian kelenturan material komposit serat alam berkomposisi kertas CD, sekam padi, dan lem kanji dengan uji bending.

.

METODE PENELITIAN

Bahan –bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas CD, sekam padi, lem kanji, dan air. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin *coldpress*, mesin *hotpress*, oven, mixer, gerinda, neraca digital, cetakan ukuran 19,6 x 5,1 x 0,4 $cm^{3.}$ Metode yang dilakukan pada penelitian ini diuraikan dalam penjelasan sebagai berikut :

Perlakuan Partikel

Sekam padi dan kertas CD dibersihkan dan dipisahkan dari kotoran - kotoran lain. Kemudian sekam padi dan kertas CD dihancurkan dengan menggunakan mesin *crushing* untuk memperoleh besar partikel yang diteliti.

Pembuatan Spesimen Komposit

Pembuatan spesimen dilakukan dengan mencampurkan sekam padi, kertas CD, dan lem kanji. Pencampuran ini dilakukan dengan perbandingan kadar lem kanji (5%,7,5%,10%), komposisi kertas CD dengan sekam padi (70%:30%, 60%:40%, 50%:50%), dan penekanan (3:4, 4:4, 5:4). Setelah pencampuran partikel merata maka adonan partikel dimasukan dalam cetakan yang berukuran 19,6 x 5,1 x 0,4 $cm^{3.}$

Pengepresan

Setelah adonan dimasukan dalam cetakan maka dilakukan pengepresan menggunakn mesin *cold press* untuk mengeluarkan air yang ada dalam spesimen, kemudian baru dilakukan pemasakan bahan dengan menggunakan mesin *hot press* selama 30 menit. Tahap selanjutnya selesai pengepresan panas, spesimen dikeringkan menggunakan oven sampai spesimen kering.

Uji Densitas

Densitas/ kepadatan merupakan suatu indikator penting suatu komposit, karena sangat mempengaruhi sifat dari material komposit (Mutjahid, 2011) dan menggambarkan seluruh efek dari *property material* (Rohmad, Agung, dkk, 2013). Uji densitas komposit dilakukan dengan mengacu pada ASTM D 1037.Rumus yang digunakan sebagai berikut.

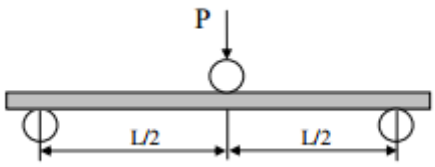
Densitas (g/mm^3) = $\frac{KL}{Lwt}$

Dimana :

F = Berat, setimbang setelah di oven (g)
K = 1, satuan SI (mm-g) atau K = 0,061 satuan (inch-pound)
L = panjang spesimen (mm)
w = lebar spesimen (mm)
t = tebal spesimen (mm)

Uji Ketahanan Lentur

Untuk mengetahui kekuatan keleturan komposit dilakukan pengujian bending dengan mengacu pada standard ASTM D 1037-99.Pada uji bending, spesimen yang berbentuk batang ditempatkan pada dua tumpuan lalu diterapkan beban ditengah tumpuan tersebut dengan laju pembebanan konstan.Pembebanan ini disebut dengan metode *3-point bending* (ASTM D 1037-99,1999).



Gambar 1. Skema uji *bending* (ASTM D 1037-99)

Kekuatan lentur dapat dihitung dengan menggunakan rumus (ASTM D 1037,1999)

MOR = $\frac{3PL}{2bd^2}$

Dimana :

MOR = modulus of repture (KPa)
P = Pembebanan bending maksimum (N)
L = panjang span, 24 x tebal (mm)
b = lebar spesimen (mm)
d = tebal/kedalaman spesimen (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

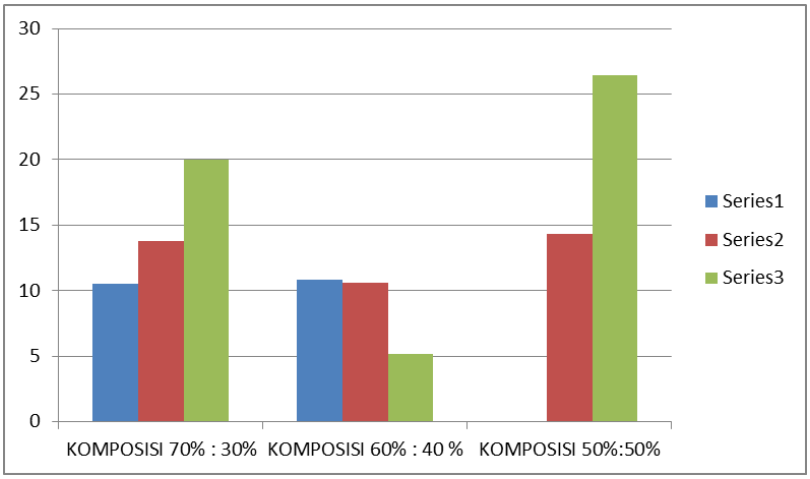
Pengumpulan data spesimen yang berukuran 19,6 x 5,1 x 0,4 cm^3 diperoleh daripengujianmenggunakan ASTM D-1037.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data maka diperoleh hasil sebagai berikut ini.

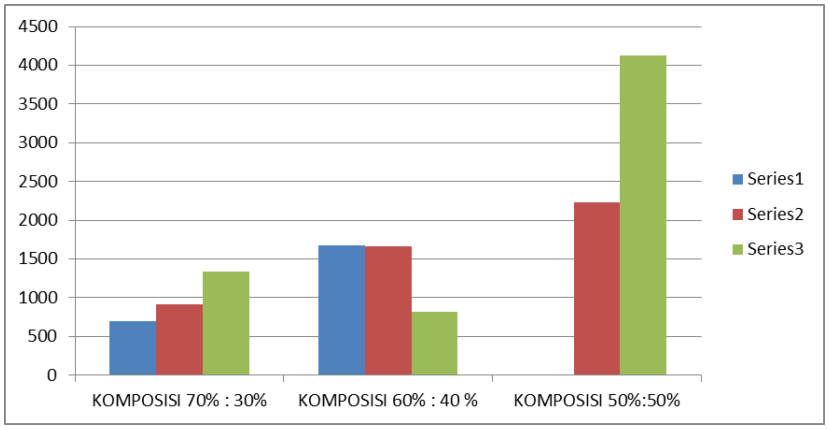
Tabel 1. Hasil Pengujian Perlakuan Komposisi

Penekanan	Komposisi		Lem Kanji	Max Force(N)	Bending Strenght(KPa)
	Koran	Sekam			
4:4	70%	30%	5%	10.5	702
			7,5%	13.8	918
			10%	20	1332
4:4	60%	40%	5%	10.8	1681
			7,5%	10.6	1663
			10%	5.2	818
4:4	50%	50%	5%	0	0
			7,5%	14.3	2232
			10%	26.4	4127

Hasil pengujian disajikan dalam bentuk garafik sebagai berikut ini :



Gambar2.*Max force* (N)



Gambar3.*Bending Strenght*

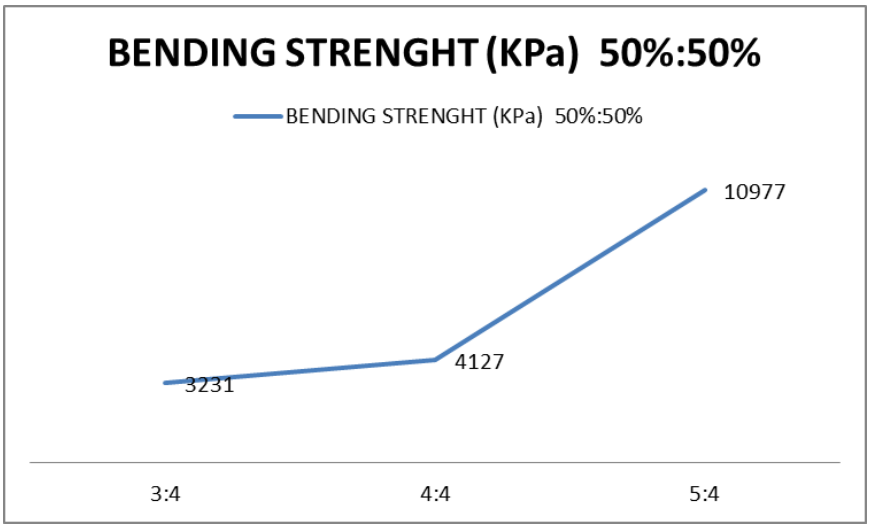
Berdasarkan gambar 2 terlihat bahwa nilai tegangan maksimum yang dapat diterima oleh spesimen sebesar 26,4 N pada penekanan 4 : 4, komposisi kertas CD dan sekam padi 50% : 50%, dan lem kanji 10% dengan kekuatan bending yang dapat diterima oleh spesimen yaitu 4127KPa. Sedangkan nilai terendah tegangan maksimum yang dapat diterima spesimen yaitu nol N pada penekana 4 : 4, komposisi 50% : 50%, dan lem kanji sebesar 5 % diperoleh kekuatan bending sebesar 0KPa.

Hasil pengujian tersebut menunjukan bahwa komposisi yang baik untuk menghasilkan kekuatan bending yang tinggi dengan nilai tegangan maksimum tinggi yaitu komposisi kertas Koran dengan sekam padi 50% : 50% dan presentase lem kanji sebesar 10%.

Nilai optimum dari pengujian ini kemudian dilakukan pengujian kembali dimana variable tetapnya adalah komposisi keras CD dan sekam padi 50% : 50%, lem kanji 10%. Sedangkan variable berubahnya yaitu variasi penekanan seperti 3:4 dan 5:4. Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut ini :

Tabel2. Pengujian Perlakuan Penekanan

Penekanan	Komposisi		Lem Kanji	Max Force(N)	Bending Strenght (KPa)
	Koran	Sekam			
3:4	50%	50%	10%	21.2	3231
4:4	50%	50%	10%	26.4	4127
5:4	50%	50%	10%	69.96	10977



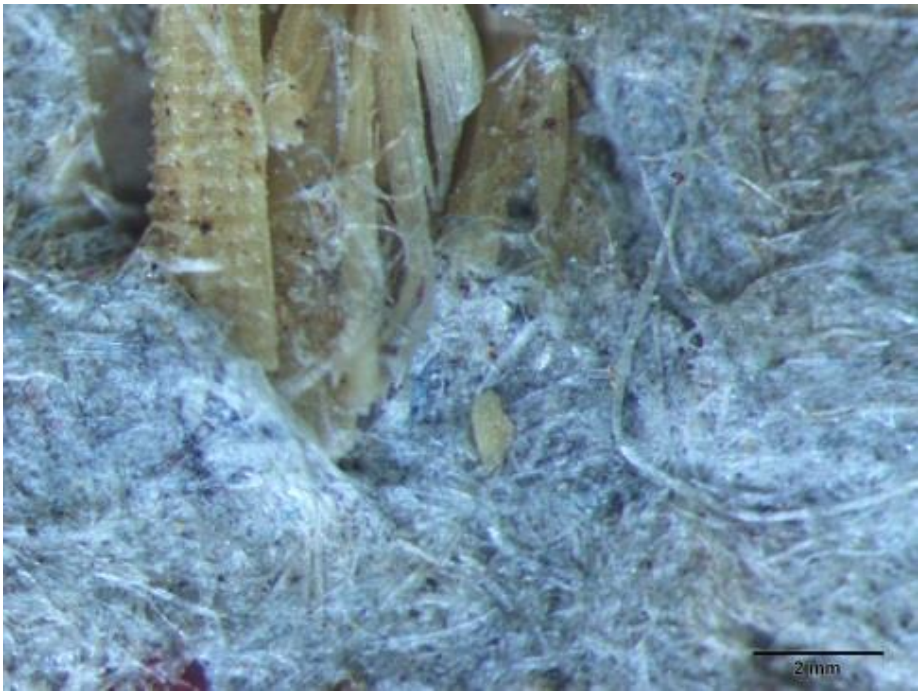
Gambar 4. Grafik *Bending Strenght* (KPa)

Hasil pada gambar 3 menunjukan bahwa spesimen dengan komposisi volume kertas CD dibandingkan dengan sekam padi 50%: 50% meningkat seiring dengan variasi penekanan yang diberikan yaitu 3:4, 4:4, dan 5 :4.

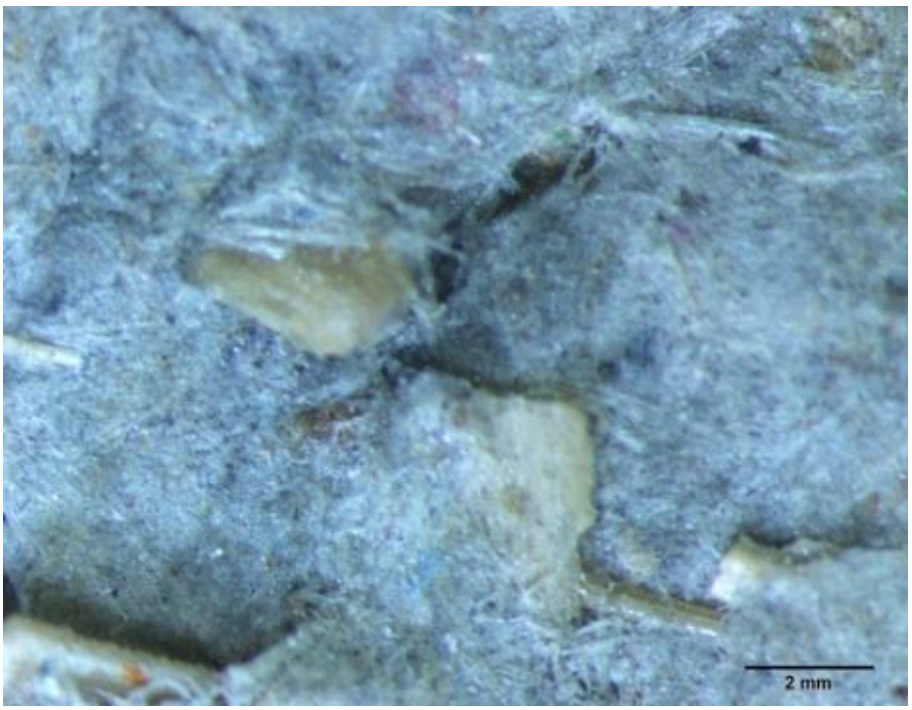
Variasi pada penekanan 5:4 memberikan nilai tertinggi kekuatan *bending/* kelenturan yang dapat di terima oleh spesimen yaitu sebesar 10977 KPa dengan tegangan maksimum yang diberikan sebesar 69,6 N.

Setelah diketahui hasil optimal dari pengujian spesimen maka dilakukan pengambilan foto makro spesimen yang mengalami perlakuan penekanan menggunakan perbesaran 500 µm.

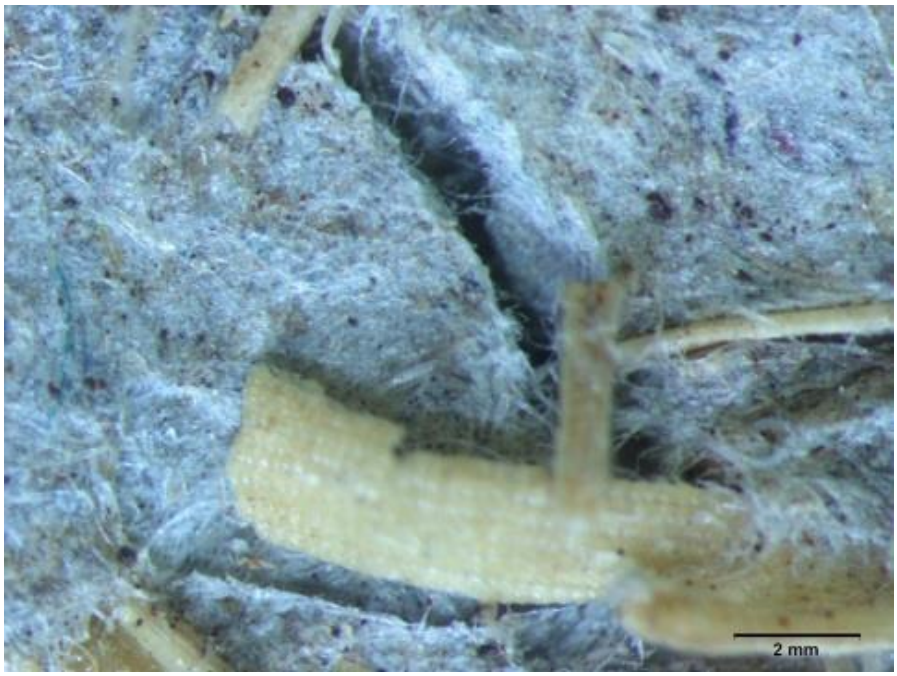
Hasil pengambilan gambar spesimen disajikan sebagai berikut.



Gambar 5. Penekanan 3:4 Pori-pori spesimen terlihat lebih renggang



Gambar 6. Penekanan 4:4 Pori-pori spesimen terlihat cukup rekat



Gambar 7. Penekanan 5:4Pori-pori spesimen terlihat lebih rekat

Berdasarkan hasil foto yang telah dilakukan pada spesimen dengan perlakukan optimal yaitu komposisi volume kertas CD banding sekam padi 50%:50% dan lem kanji 10 % terlihat pada gambar 5 menunjukan pori-pori pada spesimen yang lebih renggang. Ikatan antara kertas CD dengan sekam padi kurang menyatu dan masih ada renggangan-renggangan pada porusnya.Sedangkan pada gambar 6 menunjukan pori-pori pada spesimen sudah cukup rapat dapat terlihat dari ikatan antara sekam padi dan kertas CD yang sudah rekat dan tidak teralu renggang antara porusnya serta cukup padat.Kemudian pada gambar yang terakhir yaitu gambar 7 menunjukan ikatan spesimen yang lebih rapat terlihat dari ikatan antara sekam padi dan kertas CD yang lebih padat.

Foto makro spesimen memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai ikatan antara sekam padi dan kertas CD dimana porus spesimen yang diujiterlihat jelas.Ikatan antar sekam padi dan kertas CD dengan berbagai perlakuan variasi penekanan yang diberikan membuktikan bahwa semakin besar penekanan yang diberikan maka pori-pori spesimen semakin rapat.Rapatnya ikatan pori-pori antar partikel membuat kekuatan bending pada spesimen semakin besar.Komposisi volume sekam padi dengan kertas CD juga berpengaruh terhadap kekuatan bending pada spesimen dimana komposisi sekam padi yang bertambah membuat susunan partikel menjadi lebih rapat dan jarak antara partikel menjadi lebih dekat akibatnya interaksi antar partikel menjadi meningkat dan kekuatan bending meningkat. Hal tersebut dibuktikan pada gambar 7 menunjukan rekatnya ikatan antara pori-pori memberikan nilai kekuatan bending yang besar pada spesimen tersebut dengan hasil pengujian nilai kelenturan yang dapat ditahan yaitu ssebesar 10977 KPa dengan penambahan matriks lem kanji 10%.

KESIMPULAN

Komposit serat alam berbahan penyusun berupa kertas CD, sekam padi, dan berperekat lem kanji berfungsi sebagai core papan partikel. Berdsarkan hasil pengujian diperoleh hasil optimal spesimen yang memilki karakteristik kelenturan yang tertinggi yaitu spesimen dengan pelakuan komposisi 50%:50%. Komposisi volume tersebut merupakan komposisi yang memberikan nilai kelenturan tertinggi dengan pencampuran perekat lem kanji sebesar 10% dari volume bahan. Kemudian dilakukan pengujian dengan variasi penekanan dimana diperoleh nilai optimal nilai kelenturan spesimen pada penekanan 5:4 dengan nilai 10997 KPa dan pemberian maksimum tegangan 69,96 N.

DAFTAR PUSTAKA

Ariawan, Dody dkk, (2008), *Karakteristik Fisik dan mekanik kompsit sampah kota dengan matrik pati kanji dan unsaturated polyester*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret Jurusan Teknik Mesin

Badri, Muftil, (2009), *Pengaruh Pembebanan Statik Terhadap Perilaku Mekanik Komposit Polimer Yang Diperkuat Serat Alam*. Riau : Universitas Riau Jurusan Teknik Mesin

Hariyanto, Agus, (2009), *Rekayasa Komposit Sandwich Berpenguat Serat Ramie Dengan Core Sekam Padi*. Surakarta : Universitas Muhamadiyah Surakarta

Kartini, Ratni, (2002), *Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam*. Bogor : Institus Pertanian Bogor Jurusan Fisika FMIPA

Marlina, Leni, (2012), *Pengaruh Komposisi Sekam Padi dan Nano Silika Terhadap Kuat Tekan Material Nanokomposit.* Sumatera Selatan : Univeristas Sriwijaya Sumatera Selatan.

Mutjahid, (2010), *Pengaruh Ukuran Serbuk Aren Terhadap Kekuatan Bending, Densitas dan Hambatan Panas Komposit Semen-Serbuk Aren (Arenga Pinnata),* Tugas Akhir, Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret

Nurudin, Arif dkk, (2011), *Karakterisasi Kekuatan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (Hibiscus Tiliaceus) Kontinyu Laminat Dengan Perlakuan Alkali Bermatriks Polyester*.Malang : Universitas Brawijaya Malang

Oroh, Jonathan, (2013), *Analisis Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa*. Manado : Universitas Sam Ratulangi Jurusan Teknik Mesin.

Rihayat, Teuku, (2010), *Pembuatan Polimer Komposit Ramah Lingkungan Untuk Aplikasi Industri Otomotif Dan Elektronik*. Lhokseumawe : Politeknik Negeri Lhokseumawe Jurusan Teknik Kimia

Rohmad, Agung, dkk, (2011), *Karakterisasi Produk Ubin Berbahan Dasar Plastik Pp dan Karet Ban Bekas Dengan Metode Pressured Sintering* , Surakarta : Universitas Sebelas Maret.

Syafiisab, Asmaa, (2010), *Pengaruh Komposit Core Berbasis Limbah Kertas, Dengan Pencampur Sekam Padi, Dan Serabut Kelapa Terhadap Kekuatan Bending Panel*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret Jurusan *Teknik Industri*

REKAYASA DAN MANUFAKTUR PAPAN PARTIKEL BERBAHAN AMPAS TEBU YANG BERKARAKTERISTIK HAMBAT PANAS

Rohandi Latif[1], R. Hari Setyanto[2], Ilham Priadythama[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: rohandi.latif@student.uns.ac.id, setyanto@uns.ac.id, ilham@megaspin.net

ABSTRAKS
Penggunaan serat alam dapat memenuhi kebutuhan industri saat ini karena mempunyai beberapa keunggulan yaitu mampu meredam suara, isolasi temperatur, densitas rendah dan kemampuan mekanik yang tinggi. Salah satu serat alam yang berpotensi digunakan sebagai bahan komposit adalah ampas tebu. Komposit ini dapat diaplikasikan dalam pembuatan papan partikel untuk memenuhi kebutuhan konstruksi, bangunan, atau furniture. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses manufaktur papan partikel dari ampas tebu dan lem putih (PVAc) yang berkarakteristik hambat panas. Selain itu, dari penelitian ini dapat diketahui kombinasi level-level faktor yang memberikan hasil ketahanan lentur (bending) paling optimal. Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai ketahanan lentur, antara lain ukuran partikel, presentase perekat, dan perlakuan penekanan. Spesimen benda uji ketahanan lentur sesuai dengan standar ASTM D 1037, kemudian diuji ketahanan lentur menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM). Hasil eksperimen diperoleh bahwa ketahanan lentur optimal yaitu sebesar 6,989 MPa dengan nilai hambat panas sebesar 19,223^{0}C/W.

***Kata kunci**: papan partikel, ampas tebu, hambatan panas, uji bending*

PENDAHULUAN

Kebutuhan rumah nasional menurut BPS mencapai 13,6 juta unit. Selama setahun rata – rata penyediaan rumah dibangun 200.000 unit sedangkan kebutuhan rumah per tahun 800.000 unit (Nugroho, 2011). Angka ini berdasarkan peningkatan jumlah penduduk tiap tahunnya. Jumlah penduduk Indonesia sebanyak 237,7 juta jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk 1,49% per tahun (Badan Pusat Statistik, 2010).

Di sisi lain, ketersediaan kayu hasil hutan alam juga cenderung menurun secara drastis. Akibatnya, industri besar mulai beralih memanfaatkan bahan alternatif untuk mengatasi permasalahan ini. Salah satu upaya yang sudah dikembangkan adalah pembuatan papan partikel berupa komposit untuk memenuhi kebutuhan konstruksi, bangunan, atau furniture.

Menurut Malau (2009) papan partikel adalah suatu produk komposit yang dibuat dengan merekatkan partikel berupa potongan kayu yang kecil atau material lain yang mengandung lignoselulosa. Bahan yang mengandung lignoselulosa banyak ditemukan pada serat alam, sehingga material ini dapat digunakan sebagai bahan maupun penguat komposit. Serat alam memiliki sifat thermal yang baik, dan penggunaan energi yang rendah serta ramah lingkungan karena bersifat biodegradable sehingga dapat diurai dengan mudah dan aman serta pemanfaatan yang berkelanjutan. Serat alam mempunyai beberapa keunggulan yaitu mampu meredam suara, isolasi temperatur, densitas rendah dan kemampuan mekanik tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan industri (Karnani dkk., 1997).

Salah satu serat alam yang berpotensi digunakan sebagai bahan komposit adalah ampas tebu. Ampas tebu merupakan hasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu. Menurut Muliah (1975) dalam Iswanto (2009), tanaman tebu umumnya menghasilkan 24-36% ampas tebu tergantung pada kondisi dan macamnya.

Tabel 17. Produksi Tebu di Jawa Tengah

Tahun	Jumlah (ton)
2012	244.322
2011	236.772
2010	233.430
2009	221.938
2008	257.490

Sumber: Statistik Pertanian, 2012

Dalam penggunaannya sebagai bahan konstruksi, papan partikel ini harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Oleh karena itu, diperlukan suatu pengujian mekanik untuk mengetahui ketahanan terhadap beban yang diterimanya. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian ketahanan lentur (bending)

sesuai dengan standar ASTM D-1037 yang bertujuan mengukur ketangguhan komposit terhadap beban tekan kontinyu akibat beban sandaran, lendutan, dan tumbukan.

Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai ketahanan lentur. Faktor-faktor yang menjadi fokus pada eksperimen ini meliputi ukuran partikel, presentase perekat, dan perlakuan penekanan. Dengan mengkombinasikan faktor-faktor tersebut, diharapkan dapat diketahui nilai ketahanan lentur yang paling optimal untuk memenuhi kebutuhan papan partikel sesuai standar mutu yang ada.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan antara lain ampas tebu yang diperoleh dari PG. Tasikmadu - Karanganyar, borax, lem putih PVAc (*Polivinil Asetat*), dan air. Alat yang digunakan antara lain ember, timbangan digital, ayakan (20, 30, 40 *mesh*), cetakan besi (ukuran 19,6 x 5,1 x 5 cm), mesin *hot press*, jangka sorong, mixer, oven, dan *Universal Testing Machine.*

Prosedur Pengolahan Ampas Tebu

Langkah pertama pengolahan ampas tebu yaitu perendaman ampas tebu dalam larutan boraks dengan kadar 5%. Perendaman dilakukan selama 1 x 24 jam. Tujuan dari perendaman ini adalah untuk memperoleh bahan serat yang tahan terhadap serangan jamur dan ngengat. Selain itu, perendaman dengan boraks juga berfungsi untuk melarutkan zat ekstraktif, seperti selulosa yang terkandung dalam serat ampas tebu sehingga serat dapat memiliki daya rekat yang lebih baik. Selanjutnya ampas tebu yang telah direndam dikeringkan pada suhu ruangan selama 3 x 24 jam dan di bawah terik matahari sampai kering.

Teknik pengolahan selanjutnya adalah penghancuran ampas tebu menjadi bentuk partikel yang lebih kecil dengan menggunakan mesin crusher. Penghancuran ini bertujuan agar partikel dapat tercampur secara merata antara matriks (lem PVAc) dengan filler (ampas tebu) sehingga terjadi ikatan yang kuat di antara keduanya. Ampas tebu yang telah dihancurkan kemudian diayak untuk mendapatkan partikel berukuran 20, 30, dan 40 *mesh*.

Pembuatan Spesimen

Proses manufaktur yang akan dilakukan pada serat ampas tebu merupakan tahap yang paling penting untuk mencapai keberhasilan dalam penelitian. Pada proses pembuatan panel papan partikel ini terdapat variasi ukuran ampas tebu, yakni 20, 30, dan 40 *mesh*. Selain itu, terdapat pula variasi komposisi pencampuran PVAc, yakni 5%, 10%, dan 15% dari total volume spesimen.

Selanjutnya, untuk memudahkan pencampuran antara partikel ampas tebu dengan PVAc, terlebih dahulu mengencerkan PVAc dengan air sehingga massa keduanya sama dengan 3 kali massa ampas tebu. Pencetakan spesimen dilakukan dengan variasi penekanan 3 : 2 dan 2 : 1. Maksud dari perbandingan ini yaitu misal penekanan 2 : 1 berarti volume pencampuran 2 kali volume normal akan ditekan / dipadatkan menjadi 1 kali volume.

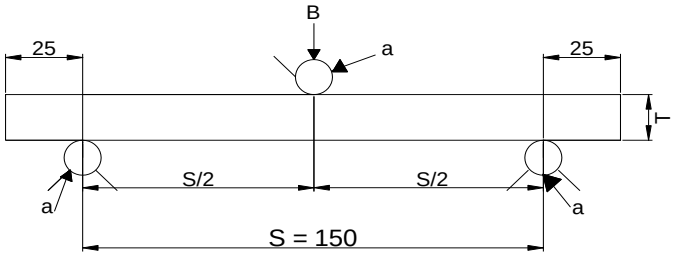
Pengujian *Bending*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji sifat mekanik komposit spesimen yang telah dibuat. Pengujian yang dilakukan adalah uji *bending*. Pengujian *bending* dilakukan sesuai dengan standar ASTM D-1037. Setelah mendapatkan data hasil pengujian dilanjutkan dengan perhitungan karakteristik ketahanan lentur (keteguhan lentur dan modulus elastisitas).

Kekuatan bending suatu material dapat ditentukan sesuai persamaan berikut (SNI 01-4449, 2006).

$$MOR = \frac{3BS}{2LT^2} \quad \text{(1)} \qquad \text{(1)}$$

Keterangan:
MOR = *modulus of rupture* (kgf/cm^2)
B = besarnya beban maksimum (kgf)
S = jarak sangga (cm)
L = lebar contoh uji papan serat (cm)
T = tebal contoh uji papan serat (cm)



Gambar 6. Skema pengujian *bending*

Perhitungan Nilai Densitas

Perhitungan nilai densitas dilakukan untuk mengetahui kerapatan dari spesimen dengan nilai *bending* yang paling optimal. Adapun fraksi volume ditentukan dengan persamaan (Gibson, 1994):

Diasumsikan volume *void* (Vv) = 0

$$w_f + w_m = 1 \quad \text{.....(2)}$$

$$w_f = \frac{\rho_f . v_f}{\rho_f . v_f + \rho_m . v_m} x100\% \quad \text{.....(3)}$$

Keterangan:

wf, wm = fraksi berat serat dan matriks

ρf, ρm = densitas serat dan matriks (gr/cm^3)

vf, vm = fraksi volume serat dan matriks (cm^3)

Pengamatan Struktur Makro

Pengamatan permukaan patah uji *bending* komposit dilakukan melalui pengamatan visual dengan cara foto makro. Pengamatan dilakukan dengan pembesaran. Adapun langkah-langkah dalam foto makro adalah sebagai berikut:

- Meletakan spesimen pada landasan mikroskop optik, aktifkan mesin, dekatkan lensa pembesar untuk melihat permukaan spesimen. Pengambilan foto struktur makro dengan perbesaran untuk hasil patahan uji *bending*.
- Memasang film pada kamera yang telah disesuaikan sebelum pengambilan gambar.

Pengujian Konduktivitas Panas

Uji konduktivitas panas merupakan langkah pengujian selanjutnya berdasarkan data nilai *bending* yang paling optimal. Sampel dipanaskan dengan mengalirkan kalor dari sumber kalor untuk menciptakan perbedaan temperatur pada kedua sisi permukaan bahan sehingga kalor akan mengalir dari sisi yang bertemperatur tinggi ke sisi yang bertemperatur rendah. Pengambilan data dilakukan pada temperatur 110^{o}C. Setelah mendapatkan hasil pengujian dari uji konduktivitas panas, tahapan selanjutnya dilakukan pengolahan data laju perpindahan panas, langkah-langkah dalam menghitung laju perpindahan panas, yaitu:

$$q = kA\frac{\Delta T}{L} \text{ ... ...(4)}$$

Keterangan:

q = laju perpindahan kalor konduksi (watt)

k = konduktivitas (W/m°C)

A = luas penampang (m^2)

ΔT = perbedaan temperatur (°C)

L = tebal (m)

Perhitungan nilai hambat panas (R) adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{L}{KA} \text{ ... ... (5)}$$

Keterangan :

A = luas penampang bahan (m²)

K = konduktivitas panas bahan (W/m°C)

L = tebal spesimen (m)

R = tahanan / hambatan termal (°C/W)

HASIL DAN PEMBAHASAN

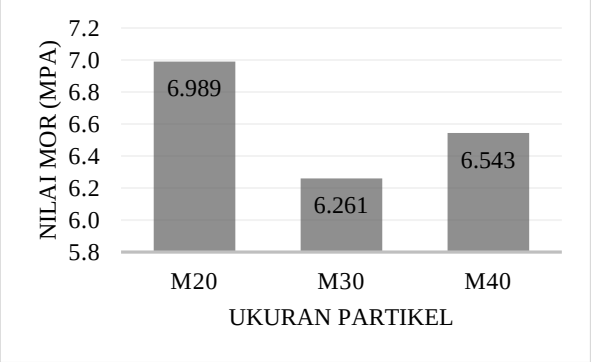
Efek Ukuran Partikel pada Spesimen Papan Partikel

Berdasarkan pengujian ketahanan lentur yang telah dilakukan menggunakan *UniversalTesting Machine* diperoleh nilai kekuatan *bending* maksimal spesimen. Terdapat 18 perlakuan dalam eksperimen ini dan masing-masing perlakuan terdiri dari 6 replikasi. Dari 6 replikasi tersebut dihitung rata-ratanya kemudian dilakukan perbandingan antar perlakuan.

Perbandingan yang pertama berdasarkan ukuran partikel dengan variabel tetapnya yaitu penekanan 2:1 dan persentase perekat sebesar 15%. Satuan nilai MOR dikonversi menjadi satuan *megapascal* (MPa). Hasil dari perbandingan ditunjukkan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 18. Perbandingan nilai MOR berdasarkan ukuran partikel

Variabel Tetap	Nilai MOR (MPa)		
2:1	**M20**	**M30**	**M40**
15%	6,989	6,261	6,543



Gambar 7. Grafik perbandingan nilai MOR berdasarkan ukuran partikel

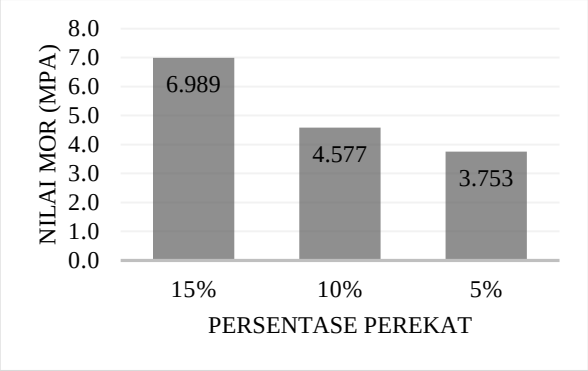
Dari grafik di atas terlihat bahwa nilai MOR tertinggi terdapat pada ukuran partikel 20 *mesh*. Hal ini sesuai dengan penelitian Zheng dkk (2005) bahwa ketika partikel kayu dari tiga ukuran yang berbeda (10–20, 20–40, dan 40–60 *mesh*) digunakan untuk membuat papan partikel, ukuran 20-40 *mesh* mempunyai nilai MOR, *tensile strength* (TS), dan *internal bond strength* (IB) tertinggi meskipun tidak ada perbedaan yang signifikan antara 10-20 mesh dan 20-40 mesh untuk *modulus of elasticity* (MOE) , TS, dan IB. Kemudian Dhanarjaya (2010) menyimpulkan bahwa partikel 30 *mesh* sebagai bahan penyusun komposit menghasilkan ketahanan lentur lebih besar dibandingkan dengan partikel 40 *mesh.* Hal ini dikarenakan partikel 30 *mesh* dan partikel 40 *mesh* memiliki karakteristik butiran yang berbeda. Pada partikel 40 *mesh* butiran serbuk lebih halus dibandingkan dengan butiran serbuk partikel 30 *mesh*.

Efek Persentase Perekat pada Spesimen Papan Partikel

Dengan hasil sebelumnya, partikel 20 *mesh* ditetapkan sebagai variabel tetap. Selanjutnya perbandingan kedua yaitu berdasarkan persentase perekat dengan penekanan 2:1 masih menjadi variabel tetap. Hasil dari perbandingan ditunjukkan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 19. Perbandingan nilai MOR berdasarkan persentase perekat

Variabel Tetap	Nilai MOR (MPa)		
2:1	**15%**	**10%**	**5%**
M20	6,989	4,577	3,753



Gambar 8. Grafik perbandingan nilai MOR berdasarkan persentase perekat

Pada perbandingan kedua diketahui bahwa nilai MOR tertinggi yaitu spesimen dengan persentase perekat sebesar 15%. Dari grafik terlihat bahwa semakin besar persentase perekat, maka nilai MOR-nya juga semakin meningkat. Hal ini terjadi karena pada persentase perekat yang lebih besar terjadi ikatan partikel yang lebih kuat sehingga kelenturan yang didapatkan lebih baik dibandingkan dengan persentase perekat yang lebih sedikit. Namun, pada persentase perekat tertentu akan terjadi titik puncak nilai MOR, kemudian nilai MOR akan kembali mengalami penurunan seiring dengan penambahan persentase perekat.

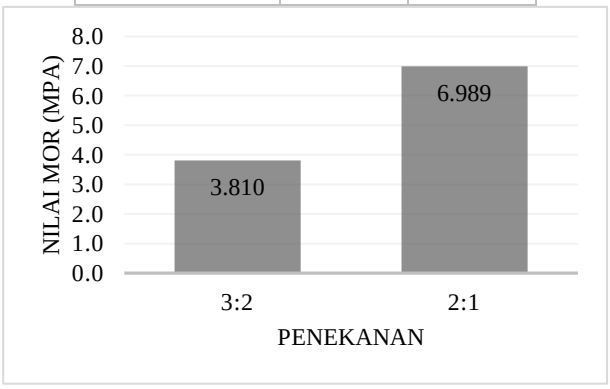
Setyawati dkk (2012) juga menyimpulkan hal yang sama pada penelitiannya bahwa dengan semakin bertambahnya konsentrasi perekat UF (*urea formaldehyde*) maka nilai modulus patah cenderung meningkat. Gunara (1993) menyatakan bahwa resin perekat memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap sifat mekanis bahan yang direkat. Sampai batas tertentu, makin tinggi kadar resin suatu perekat, maka makin tinggi nilai MOR. Nilai MOR juga dipengaruhi oleh kandungan dan jenis bahan perekat yang digunakan, daya ikat perekat, dan panjang serat (Maloney, 1993).

Efek Penekanan pada Spesimen Papan Partikel

Dua variabel tetap sudah didapatkan yaitu partikel 20 *mesh* dan persentase perekat sebesar 15%. Langkah selanjutnya yaitu membandingkan spesimen berdasarkan penekanan. Hasil dari perbandingan ditunjukkan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 20. Perbandingan nilai MOR berdasarkan penekanan

Variabel Tetap	**Nilai MOR (MPa)**	
M20	**3:2**	**2:1**
15%	3,810	6,989



Gambar 9. Grafik perbandingan nilai MOR berdasarkan penekanan

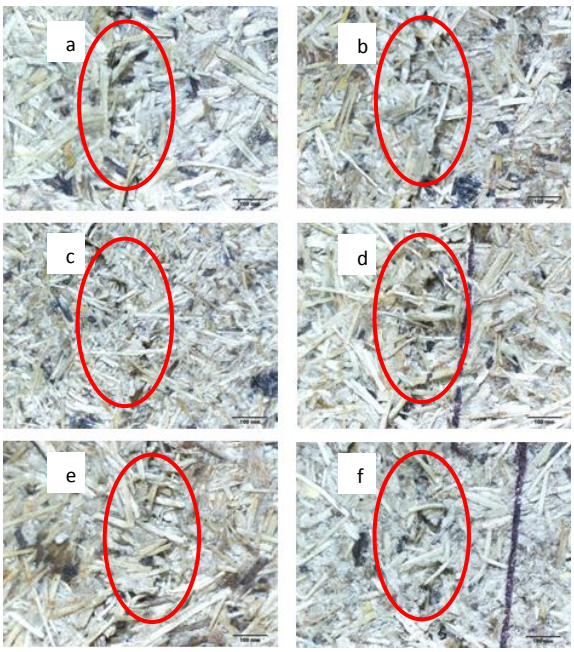
Dari grafik di atas terlihat bahwa nilai MOR tertinggi yaitu spesimen dengan penekanan 2:1. Dengan hasil tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar penekanannya, atau dengan kata lain semakin tinggi kerapatannya, maka nilai MOR-nya juga semakin meningkat. Hal ini dikarenakan porus atau pori-pori pada spesimen dengan penekanan 2:1 lebih kecil dan lebih rapat dibandingkan dengan spesimen dengan penekanan 3:2.

Perhitungan Densitas pada Spesimen dengan Nilai MOR yang Optimal

Setelah melakukan beberapa perbandingan dari masing-masing perlakuan, didapatkan kombinasi level yang paling optimal, yaitu spesimen dengan ukuran partikel 20 *mesh*, persentase perekat 15%, dan penekanan sebesar 2:1. Nilai MOR yang didapatkan sebesar 6,989 MPa. Dari hasil kombinasi yang optimal, kemudian dilakukan penghitungan densitas. Perhitungan nilai densitas dilakukan untuk mengetahui kerapatan dari setiap spesimen yang telah dibuat. Nilai densitas yang diperoleh dari spesimen ini yaitu 0,803 ± 0,053 gram/ml.

Pengamatan Struktur Makro terhadap Permukaan Patahan Spesimen

Pengamatan permukaan patahan uji *bending* komposit dilakukan melalui pengamatan visual dengan cara foto makro. Hasil pengamatan struktur makro terhadap permukaan patahan spesimen yang dibandingkan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 10. Pengamatan struktur makro terhadap permukaan patahan spesimen (a) 20 *mesh*, 15%, 2:1 ; (b) 30 *mesh*, 15%, 2:1 ; (c) 40 *mesh*, 15%, 2:1 ; (d) 20 *mesh*, 10%, 2:1 ; (e) 20 *mesh*, 5%, 2:1 ; (f) 20 *mesh*, 15%, 3:2

Berdasarkan hasil pengamatan di atas terlihat perbedaan ukuran partikel serat pada masing-masing spesimen. Kemudian dapat dijelaskan bahwa penambahan persentase perekat membuat ikatan antar partikel pada komposit semakin bertambah. Selain itu, perbedaan penekanan pada Gambar 5.(f) juga memperlihatkan bahwa kepadatannya lebih rendah jika dibandingkan dengan spesimen lain sehingga terlihat pori-pori yang lebih banyak. Jenis patahan pada spesimen yang mempunyai persentase perekat lebih banyak termasuk patahan yang disebut *fiber break* yang ditandai dengan patahnya serat pada permukaan patahan. Berbeda dengan jenis patahan pada Gambar 5.(e), dengan persentase perekat 5% membuat jenis patahan yang disebut *fiber pull out* yang ditandai dengan lepasnya serat ke salah satu sisi patahan.

Pengujian Konduktivitas Panas pada Spesimen dengan Nilai MOR yang Optimal

Langkah selanjutnya yaitu melakukan uji konduktivitas panas pada hasil kombinasi yang optimal. Spesimen untuk uji konduktivitas panas berdasarkan ASTM E-1225. Pengambilan data dilakukan pada pengujian panas dengan temperatur 110^{o}C. Dari perhitungan diketahui spesimen dengan kombinasi ukuran partikel 20 *mesh*, persentase perekat 15%, dan penekanan 2:1 mempunyai nilai hambat panas sebesar 19,223^{0}C/W.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ukuran partikel, persentase perekat, dan perbandingan penekanan berpengaruh terhadap sifat mekanik komposit.

Komposit dengan nilai ketahanan lentur tertinggi adalah komposit dengan kombinasi faktor ukuran partikel20 *mesh*, persentase perekat PVAc 15%, dan penekanan 2:1. Kombinasi ini memiliki nilai MOR sebesar 6,989 MPa dan nilai hambat panas sebesar 19,223^{0}C/W. Menurut ANSI A208.1-1999 tentang papan partikel, komposit ini termasuk dalam kelas LD-2 yang dapat diaplikasikan sebagai *core* pintu.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. (2010). *Jumlah dan Distribusi Penduduk*. Diakses Maret 2014, dari http://sp2010.bps.go.id/

Dhanarjaya, V. F. (2010). *Pengaruh Perlakuan Core Komposit Ampas Tebu Terhadap Ketahanan Lentur Dan Impak Sebagai Bahan Baku Papan Sekat Dan Berkarakteristik Hambat Panas.* Surakarta: Fakultas Teknik UNS.

Gibson, R. F. (1994). *Principles of Composites Material Mechanics.* Singapore: Mc. Graw Hill.

Gunara, N. (1993). *Pengaruh Berat Labur Beberapa Perekat Thermoplastik Terhadap Keteguhan Rekat Kayu Perupuk (Lophopetalum Spp.).* Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.

Iswanto, A. H., Coto, Z., & Effendi, K. (2008). Pengaruh Perendaman Partikel Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Ampas Tebu (Saccharum officinarum). *Jurnal Parential, 4(1)*, 6-9.

Karnani, R., Krishnan, M., & Narayan, R. (1997). Biofiber-Reinforced Polypropylene Composites. *Polymer Engineering and Science, Vol. 37, No. 2*.

Malau, K. M. (2009). *Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Papan Partikel.* Medan : Fakultas Pertanian USU.

Maloney, T. (1993). *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing.* San Fransisco: Miller Freeman, Inc.

Nugroho, E. A. (18 Agustus 2011). *Butuh 13,6 Juta Unit, Backlog Rumah Masih Tinggi*. (Investor Daily) Diakses Maret 2014, dari http://www.investor.co.id/home/butuh-136-juta-unit-backlog-rumah-masih-tinggi/18448

Setyawati, D., Sirait, S. M., & Rahmaniah, D. (2012). Sifat-sifat Papan Komposit dari Sabut Kelapa, Limbah Plastik dan Perekat Urea Formaldehida.

Zheng, Y., Pan, Z., Zhang, R., Jenkins, B. M., & Blunk, S. (2006). Properties of Medium-Density Particleboard From Saline Athel Wood. *Industrial Crops and Products*, 318-326.

REKAYASA PAPAN PARTIKEL HAMBAT PANAS DARI LIMBAH *BAGASSE – POLIVINIL ASETAT* SEBAGAI PARTISI RUMAH HUNIAN

Adhe Chandra S G[1], Susy Susmartini[2], R. Hari Setyanto[3]
[1,2,3]Jurusan teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: adhechandrasg@gmail.com,susysus2011@gmail.com, setyanto@uns.ac.id

ABSTRAKS
Bagasse atau ampas tebu merupakan salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan baku papan partisi rumah hunian pengganti kayu. Baggase merupakan hasil dari limbah penggilingan tebu yang jumlahnya sangat melimpah tetapi penggunaannya masih rendah. Alternatif bahan tersebut harus memiliki sifat hambat panas dan sifat mekanik sesuai dengan kebutuhan aplikasinya.Tujuan penelitian komposit sebagai papan partisi berkarakteristik hambat panas untuk mengetahui pengaruh faktor ukuran partikel (20 mesh, 30 mesh, 40 mesh), faktor presentase perekat polivinil asetat (5%, 10%, 15%) dan faktor kerapatan (3:2, 2:1) bahan komposit terhadap karakteristik nilai hambat panas dan mekanika ketahanan lentur.Sebanyak 72 spesimen komposit dibuat untuk uji thermal conductivity mengacu pada standart ASTM E-1225 dan 3 spesimen komposit dibuat untuk uji ketahanan lentur mengacu pada standar ASTM D 1037 menggunakan mesin Universal Testing Machine (UTM). Hasil eksperimen komposit diperoleh bahwa nilai hambat panas optimal sebesar 21,797 ^{0}C/W dan nilai ketahanan lentur sebesar 6,584 MPa.

***Kata kunci**: papan partikel, bagasse, hambat panas, ketahanan lentur*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global merupakan salah satu masalah lingkungan penting di dunia, dapat diartikan bahwa bukan hanya di Indonesia saja yang sedang membahasnya tetapi negara-negara lain di seluruh dunia. Hal ini disebabkan perubahan iklim global menyebabkan dampak negatif pada berbagai sektor kehidupan. Dampak perubahan iklim yang dirasakaan saat ini antara lain kenaikan suhu, peningkatan intensitas hujan, dan bergesernya musim hujan.

Menurut data dari *Earth Policy Institute* (www.earth-policy.org,2014) keadaan rata-rata suhu udara di muka bumi sebesar 14,58^{0}C pada tahun 2012, sedangkan pada tahun 2013 mengalami kenaikan dengan rata-rata suhu udara sebesar 14,61^{0}C. Setiap tahun akan mengalami kenaikan suhu udara yang salah satu penyebabnya adalah banyak penggunaan gas freon. Gas yang digunakan untuk pendinginan ruangan (*Air Conditioner*) dapat merusak lapisan ozon. Penggunaan *Air Conditioner* (AC) pada saat ini sangat meningkat seiring dengan pemanasan global. Pada saat ini tidak hanya perkantoran saja yang menggunakan AC tetapi rumah hunian juga semakin banyak yang menggunakan AC.

Salah satu yang dapat mengurangi masalah diatas yaitu dengan menggunakan alternatif partisi papan partikel berkarakteristik hambat panas. Penggunaan partisi papan sanagt berkorelasi dengan papan kayu, padahal persediaan kayu semakin menipis. Data Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam tahun 2012 menunjukkan bahwa hutan sebagai lahan kayu terbesar mengalami kebakaran seluas 22612,09 hektar sepanjang tahun 2011. Sehingga alternatif lain penggunaan kayu, yaitu menggunakan papan partikel berupa komposit yang berkarakteristik hambatan panas.

Bahan komposit yang saat ini banyak dikembangkan adalah komposit serat alam. Komposit dari serat alam dibagi menjadi tiga bagian antara lain, serat alam dari tumbuhan, serat alam dari hewan, dan serat alam dari mineral. Serat alam lebih dipilih di karenakan sumber bisa diperbarui dan berkelanjutan, dapat didaur ulang, lebih ringan, energi yang diperlukan untuk memproduksi lebih rendah, tersedia dalam jumlah banyak dan lebih murah. Dari aspek teknis, kekuatan spesifik lebih baik, mengurangi abrasi pada alat, sifat akustik dan termal baik(Baillie, 2004).

Serat alam yang dapat digunakan adalah *bagasse* atau ampas tebu. Menurut Walker (1993), bahwa ampas tebu merupakan sumber alternatif utama dalam pembuatan papan partikel. Pada saat ini manfaat tebu masih terbatas pada pengolahan gula. Menurut Suswono (2013), produksi gula pada tahun 2013 sebanyak 2,55 juta ton ini menunjukkan bahwa banyaknya limbah ampas tebu yang tidak terpakai. Tebu mengandung ampas sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling (Indriani dan Sumiarsih, 1992). Jumlah limbah ampas tebu yang melimpah tidak diikuti dengan banyaknya manfaat dari penggunaan ampas tebu.Pembuatan papan partikel dari ampas tebu memberikan nilai tambah dari ampas tebu dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah ampas tebu yang terbuang.

Untuk dapat digunakan sebagai papan partikel berkarakteristik hambat panas maka pengujian dilakukan uji *Thermal Conductivity*sesuai dengan standart ASTM E-1225. Sedangkan untuk dapat digunakan sebagai papan partikel maka diperlukan uji mekanik ketahanan lentur mengacu pada standar ASTM D-1037 menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM).

METODE PENELITIAN

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu, lem putih, boraks, dan air. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin hot press, oven, gerinda, blender, timbangan digital, cetakan ukuran 19,6 x 5,1 x 0,4 cm^3 dan baskom.Metode yang dilakukan pada penelitian ini meliputi :

Perlakuan Partikel

Partikel berupa ampas tebu dipisahkan dari kotoran dari bahan lain, kemudian diberikan perlakuan perendaman ampas tebu ke dalam campuran air dan boraks (5% dari volume air). Kegunaan boraks disini agar terhidar dari hama, serangga maupun mikroba perusak partikel. Perendaman berlangsung selama 24 jam. Setelah direndam partikel dikeringkan hingga mencapai kadar air 10%.

Perlakuan selanjutnya yaitu pengayakan dengan besar ayakan *mesh* 20, *mesh* 30, dan *mesh* 40. Pengayakan bertujuan untuk menentukan besar partikel yang akan diteliti.

Komposisi Spesimen Komposit

Pembuatan spesimen dilakukan dengan mencampur partikel ampas tebu, air, dan lem putih sesuai dengan kadar dari lem putih (5%, 10%, 15%) dan kerapatan spesimen (3:2, 2:1).Pencampuran ini dilakukan sampai merata keseluruh bagian partikel. Kemudian adonan tersebut dimasukkan ke dalam alat pencetak.Tahap selanjutnya dilakukan pengepresan menggunakan kempa panas pada suhu 100^0C dilakukan selama 1 jam. Setelah selesai pengepresan, spesimen yang dihasilkan dilakukan pengkodisian didalam mesin oven pada temperatur 70^0Cuntuk mencapai kadar air 10%.

Gambar 1. Alat Pengepresan

Gambar 2. Spesimen Hasil Cetakan

Uji *Thermal Conductivity*

Pengujian *thermal conductivity* yang dilakukan sesuai dengan ASTM E-1225. Dari spesimen hasil pengepresan gambar 2, spesimen dibentuk lingkaran dengan diameter 4cm x 0,4cm seperti gambar 3.Konduktivitas termal (k) adalah sifat bahan yang menunjukan jumlah panas yang mengalir melintasi satu satuan luas jika gradien temperaturnya satu. Persamaan Fourier merupakan persamaan dasar tentang konduktivitas termal, yang mana dengan persamaan tersebut dapat dilakukan perhitungan dalam percobaan untuk menentukan konduktivitas termal suatu benda (Miseno, 2009).

$$q = k\,A\frac{\Delta T}{L} \qquad (1)$$

Keterangan:
q = Laju perpindahan kalor konduksi (watt).
k = Konduktivitas (W/m°C).
A = Luas penampang (m^2).
ΔT = Perbedaan temperatur (°C).
L = Tebal (m)

Perhitungan nilai hambat panas (R) pada komposit serbuk tebu adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{L}{KA} \quad (2)$$

Keterangan :
A =luas penampang bahan (m^2)
K = konduktivitas panas bahan (W/m°C)
L = tebal spesimen (m)
R = tahanan / hambatan termal (°C/W)

Gambar 3. Spesimen Uji *Thermal Conductivity*

Gambar 4. Alat Uji *Thermal Conductivity*

Uji Ketahanan Lentur

Pengujian Ketahanan Lentur yang dilakukan sesuai dengan ASTM D-1037. Spesimen yang digunakan dengan ketebalan 6 mm. Ketahanan lentur atau kekuatan lengkung adalah tegangan lentur terbesar yang dapat diterima spesimen akibat pembebanan luar tanpa mengalami perubahanbentuk yang besar. Akibat pengujian lentur, pada bagian atas spesimen akan mengalami tekanan, dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Kegagalan yang terjadi akibat pengujian lentur, komposit akan mengalami patah pada bagian bawah yang disebabkan karena tidak mampu menahan beban yang diterima. Kekuatan lentur suatu material dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini (SNI 01-4449, 2006) :

$$MOR = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3)$$

Keterangan :
MOR= *modulus of rupture* (MPa)
P = besarnya beban maksimum (kgf)
L = jarak sangga (cm)
b = lebar papan serat (cm)
d = tebal papan serat (cm)

Gambar 5. Alat Uji Keatahanan Lentur

Uji Densitas

Jumlah kandungan serat dalam komposit, merupakan hal yang menjadi perhatian khusus pada komposit berpenguat serat. Jumlah serat serta karakteristik dari serat tersebut merupakan salah satu elemen kunci dalam analisis mikromekanik komposit. Untuk memperoleh komposit berkekuatan tinggi, distribusi serat dengan matrik harus merata pada proses pencampuran agar mengurangi timbulnya *void*. Untuk menghitung fraksi volume, parameter yang harus diketahui adalah berat jenis matrik, berat jenis serat, berat komposit dan berat serat. Adapun fraksi volume ditentukan dengan persamaan (Gibson, 1994):

Diasumsikan volume *void* (Vv) = 0

$$w_f + w_m = 1 \qquad (4)$$

$$w_f = \frac{\rho_f . v_f}{\rho_f . v_f + \rho_m . v_m} x100\% \qquad (5)$$

Keterangan:
wf, wm = fraksi berat serat dan matriks
ρf, ρm = densitas serat dan matriks (gr/cm^3)
vf, vm = fraksi volume serat dan matriks (cm^3)

Foto Makro

Spesimen yang telah dibuat kemudian dilakukan foto makro, hal ini bertujuan untuk menganalisa bentuk struktur pada spesimen komposit,adapun langkah-langkahdalam foto makro adalah meletakan spesimen pada landasan makroskop optik, aktifkan mesin, dekatkan lensa pembesar untuk melihat permukaanspesimen. Pengambilan foto struktur makro dengan perbesaran untuk hasil pembesaran 500 µm. Lihatlah struktur makroapabila kurang jelas atau kabur, fokuskan lensa agar terlihatdengan jelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

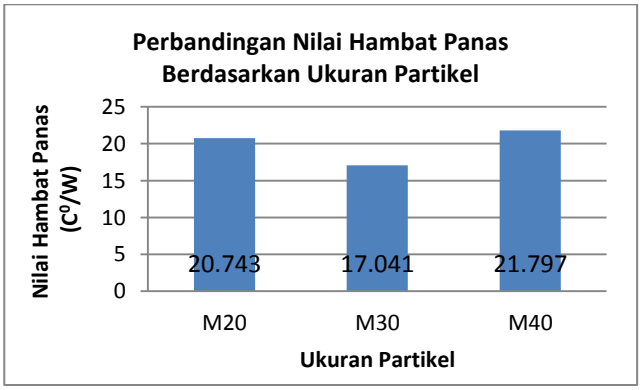
Uji *Thermal Conductivity*

Pengumpulan data uji *thermal conductivity* yang diperoleh berdasarkan uji hambat panas yang telah dilakukan..Pada pengolahan data penelitian ini mengambil data dengan pengujian panas dengan temperature 110^{0}C. Setelah mendapatkan hasil pengujian dari uji *thermal conductivity*tahapan selanjutnya dilakukan pegolahan data laju perpindahan panasyang kemudian dihitung hambat panasnya

Perbandingan pertama berdasarkan ukuran partikel dengan variabel tetapnya yaitu penekanan 2:1 dan presentase perekat 10%. Hasil perbandingan ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Hasil Perbandingan Nilai Hambat Panas Berdasarkan Ukuran Partikel

Variabel Tetap	Konduktivitas Panas (W/m^{0}C)			Nilai Hambat Panas(^{0}C/W)		
2:1	M20	M30	M40	M20	M30	M40
10%	0,73	0,88	0,70	20,743	17,041	21,797

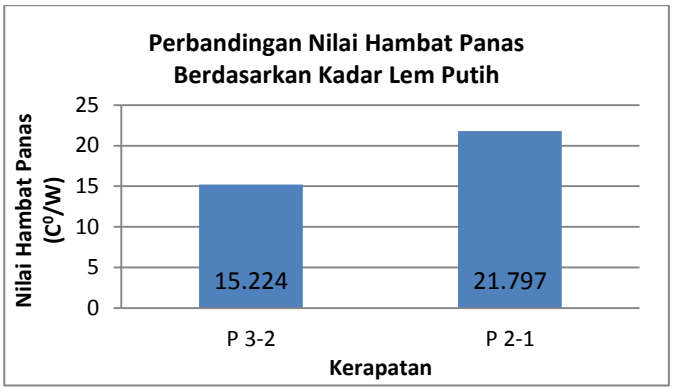


Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Hambat Panas Berdasarkan Ukuran Partikel

Dari hasil tersebut didapatkan nilai hambat panas tertinggi yaitu *mesh* 40. Mesh 40 ditetapkan sebagai variabel tetap dengan melakukan perbandingan kadar lem putih 10%. Hasil dari perbandingan didapatkan sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Perbandingan Nilai Hambat Panas Berdasarkan Kadar Lem Putih

Variabel Tetap	Konduktivitas Panas (W/m^0C)		Nilai Hambat Panas($^0C/W$)	
M40	3:2	2:1	3:2	2:1
10%	0,95	0,70	15,224	21,797

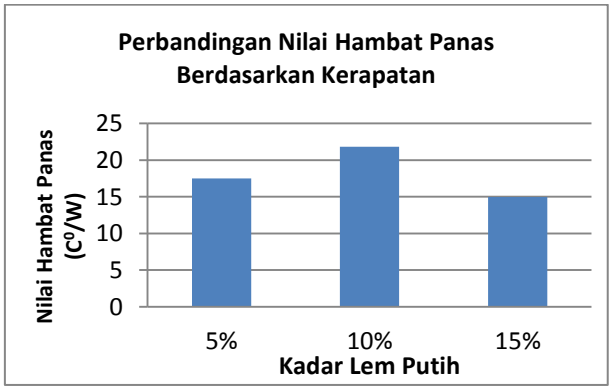


Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Hambat Panas Berdasarkan Kadar Lem Putih

Setelah mendapatkan nilai tertinggi pada perbandingan kadar lem putih dengan hasil kerapatan 2:1. Hasil perbandingan didapatkan 2 variabel tetap yaitu kerapatan dan ukuran partikel.Selanjutnya melakukan perbandingan berdasarkan kerapatan. Berikut ini adalah hasil perbandingannya :

Tabel 3. Hasil Perbandingan Nilai Hambat Panas Berdasarkan Kerapatan

Variabel Tetap	Konduktivitas Panas (W/m^0C)			Nilai Hambat Panas($^0C/W$)		
2:1	5%	10%	15%	5%	10%	15%
M40	0,85	0,70	1,00	17,482	21,797	14,948



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Hambat Panas Berdasarkan Kerapatan

Berdasarkan hasil perbandingan nilai hambat panas spesimen mendapatkan nilai optimal dengan faktor kerapatan 2:1, presentase lem putih 10%, dan ukuran partikel *mesh* 40 memperoleh nilai sebesar 21,797 $^0C/W$.

Menurut Diharjo dkk (2013), faktor yang menentuakan perubahan nilai konduktivitas panas adalah bentuk partikel dan jarak antar partikel di dalam komposit.Menurut Kochetov dkk (2009), pengaruh ukuran partikel tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan nilai konduktivitas panas komposit. Yang berpengaruh terhadap nilai konduktivitas panas komposit partikel adalah bentuk partikel dan jarak antar partikel. Jika jarak antar partikel semakin dekat, maka transfer panas juga semakin efisien. Hal ini juga menjadi faktor pendukung turunnya nilai konduktivitas panas pada komposit dengan partikel yang lebih kecil.

Uji Ketahanan Lentur

Uji ketahanan lentur merupakan langkah pengujian selanjutnya yang didasarkan berdasarkan data nilai uji hambat panas yang memiliki nilai tertinggi.Spesimen untuk uji ketahanan lentur berdasarkan ASTM D 1037.Spesimen yang telah dicetak kemudian diuji dengan mesin *Universal Testing Machine (UTM).* Spesimen diletakkan diatas mesin lentur dengan tiga titik tumpu. Satu dari atas dan dua dari bawah spesimen.Data hasil penelitian diolah untuk mendapatkan nilai kuat lentur atau *modulus of rupture* (MOR).

Pengujian yang dilakukan pada uji ketahanan lentur yaitu faktor kerapatan 2:1, presentase lem putih 10%, dan ukuran partikel *mesh* 40 sebanyak 3 kali. Berikut ini tabel dari hasil pengolahan data yang didapatkan :

Tabel 2. Hasil Pengolahan Data Uji Ketahanan Lentur

Pengulangan	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Max Force (N)	Bending Strength (MPa)	Rata-Rata (MPa)
1	50	6,1	92,9	6,971	6,584
2	50	5,9	82,6	6,196	
3	50	6	72, 6	6,585	

Hasil pengolahan data nilai ketahanan lentur didapatkan sebesar 6,584 ± 0,39 Mpa. Pada kemampuan lentur diperoleh hasil dimana semakin besartekanan, kemampuan lenturnyasemakin menurun, hal ini disebabkan padatekanan yang semakin tinggi ampas tebu semakin tertekan dan pori-poriny dapat terisi olehlem putih sehingga hal ini akan mengakibatkan ampas tebu kehilangan sifat elastisnya yang pada gilirannya akan menurunkan sifat lenturdari material komposit.

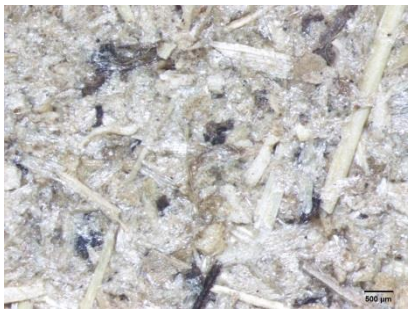
Uji Densitas

Densitas komposit menunjukkan sifat ringan pada bahan komposit. Semakin besar nilai densitas komposit maka semakin berat komposit tersebut. Sifat ringan merupakan sifat yang mutlak diperlukan untuk beberapa bahan komposit yang digunakan dalam industri manufaktur seperti pesawat terbang, kapal, kendaraan bermotor, dan papan partisi rumah hunian. Adapun densitas komposit pada penelitian ini diperoleh nilai antara 0,76± 0,387gram/ml.

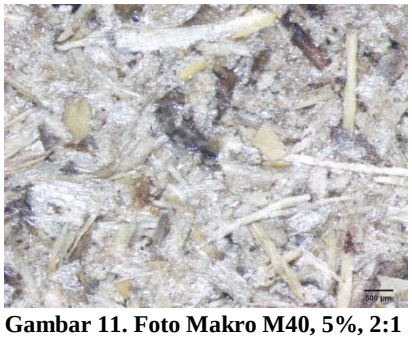
Foto Makro

Foto makro yang dilakukan menggunakan perbesaran 500 µm. Berikut ini hasil foto yang didapatkan :

Gambar 9. Foto Makro M20, 10%, 2:1



Gambar 10.Foto Makro M30, 10%, 2:1



Gambar 11. Foto Makro M40, 5%, 2:1

Gambar 12.Foto Makro M40, 10%, 2:1

Gambar 13. Foto Makro M40, 10%, 3:2

Gambar 14.Foto Makro M40, 15%, 2:1

Hasil dari foto makro dapat dijelaskan bahwa bahwa struktur partikel pada gambar 12 menunjukkan bahwa ruang pori-pori yangtervakum terdapat pada spesimen ini lebih banyak, sehingga mencegah perpindahan panasdari satu sisi ke sisi yang lainnya. Dari foto ditunjukkan dengan kerapatan antar partikel yang padat dengan cairan lem putih yang merata. Jika presentase lem putih semakin besar dan ukuran partikel besar maka udara akan masuk pada celah antar partikel yang tidak direkatkan oleh lem putih sehingga mengakibatkan udara akan mengalirkan panas.

KESIMPULAN

Papan partikel ampas tebudengan hambat panas tertinggi dari hasil penelitian iniadalah papan yang dihasilkan dari perlakuan kerapatan 2:1, presentase lem putih 10%, dan ukuran partikel sebesar *mesh* 40. Hasil pengujian papan partikel tersebut memperoleh nilai hambat panas sebesar 21,797 ^{0}C/Wdan memilikinilai ketahanan lentur sebesar 6,584 MPa.Menurut ANSI A208.1-1999 tentang papan partikel, komposit ini termasuk dalam kelas LD-2 yang dapat digunakan sebagai*core* papan partikel partisi rumah hunian.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1999, *American National Standard Institute, Particleboard* ANSI A208.1-1999 PB. *Composite Panel Association*.

Badan Standarisasi Nasional. 2006. Mutu PapanPartikel. Standar Nasional Indonesia 03-2105-2006. Dewan Standarisasi NasionalIndonesia

Baillie, C. 2004. *Why Green Composites?. In: Baillie (Ed.): Green Composites: Polymer Composites and the Environment Woodhead Publishing* Ltd. pp. 1-8.

Diharjo, Kuncoro (2013). Hambatan Panas Komposit Serbuk Genteng SokkaBermatrik Bisphenolik Lp-1q-Ex.

Gibson, R.F. 1994. *Principles of Composites Material Mechanics, ed., p.p. 115-155*. Singapore: Mc. Graw Hill.

Indriani dan Sumiarsih. 1992. Pembudidayaan Tebu di Lahan Sawah dan Tegalan. Penebar Swadaya. Jakarta

Miseno, B. Gunawan., 2009. Pengarugh Variansi Jenis Core Terhadap Konduktivitas Panas pada Komposit Sandwich Cantula 3d, Skripsi. Surakarta: Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

R. Kochetov, T. Andritsch, U. Lafont, P.H.F. Morshuis, S.J. Picken, and J.J. Smit, "Thermal behavior of epoxy resin filled with high thermal conductivity nanopowders," IEEE El. Ins. Conf., Montreal, QC, Canada, pp. 524-528, 2009.

Suswono, 2013 www.ptpn12.com (28 March 2014)

Walker, J. C. F. (1993). Primary wood processing: Principles and practice.

www.earth-policy.org(26 March 2014)

Analisis Manual Material Handling (MMH) Menggunakan NIOSH Equation (Studi Kasus Wanita Penjual Jamu Gendong Di Medan)

Kimberly Febrina Kodrat
Program Studi Teknik Industri, UniversitasAl Azhar Medan
Email: kimberlyfebrina@yahoo.co.id

ABSTRAKS
*Penanganan material yang tidak tepat berpotensi mengakibatkan terjadinya cereda otot atau cedera sistem muskoluskeletal yang disebut muskoluskeletal disorders (MSDs). Tujuan penelitian adalah menganalisis beban kerja manual dan lama jeda istirahat pada aktivitas angkat-angkut penjual jamu panggul.. Penilaian MMH terhadap penjual jamu gendong berdasarkan persamaan NIOSH, yaitu Recommended Weight Load (RWL Metode penelitian yang dilakukan adalah metode deskriptif analitik dengan rancangan cross sectional. Hasil penelitian diperoleh bahwa berat materi yang diangkat direkomendasikan tidak lebih dari 10 kg dan termasuk klasifikasi beban kerja sedang dan energi yang dikeluarkan dibawah 5 kkal/menit serta jarak maksimum subjek ke bahan tidak lebih dari 35 cm. Berdasarkan perhitungan konsumsi energi, maka diperoleh lama waktu jedah istirahat 11,87% dari durasi pekerjaan.**Copyright @ 2014 Department of industrial engineering. All rights reserved.*

Kata kunci : *manual material handling (MMH), muskoluskeletal, jamu gendong*

PENDAHULUAN

Secara umum aktivitas *Manual Material Handling* (MMH) dapat berupa mengangkat, menurunkan, membawa, mendorong dan menarik beban dengan tangan. Aktivitas MMH pada pekerjaan apapun berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan khususnya yang terkait dengan nyeri punggung bawah (*low back pain*). Penggunan tenaga manusia sebagai pekerja sangatlah dominan terutama kegiatan penanganan material secara manual (MMH). Kelebihan MMH bila dibandingkan dengan penanganan material menggunakan alat bantu adalah fleksibilitas gerakan yang dapat dilakukan untuk beban kerja ringan. Akan tetapi aktivitas MMH teridentifikasi beresiko tinggi sebagai penyebab utama timbulnya cedera pada otot rangka (*musculoskeletal disorders*). Menurut [5], *musculoskeletal disorders* (MD) pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat beban kerja berat, postur kerja yang salah dan perulangan gerakan yang tinggi, serta adanya getaran terhadap keseluruhan tubuh dengan durasi pembebanan yang panjang. Di Indonesia model pengangkatan beban cukup beraneka ragam, ada yang terbiasa membawa beban dengan menempatkannya di punggung atau pinggang (menggendong), ada yang memikul, dan ada pula yang membawa dengan menempatkan beban di atas kepala.

Pada masyarakat Medan, khususnya penjual jamu tradisional, para wanita terbiasa membawa jualan jamunya/beban dengan menempatkannya di belakang punggung (menggendong). Untuk menempatkan beban (jamu), para penjual jamu (khusunya wanita) dapat langsung menggunakan kedua tangannya dengan posisi beban berada di belakang tubuhnya. Pengangkatan beban dapat dilakukan dengan posisi tubuh berjongkok (membungkuk). Dengan posisi tersebut, beban momen yang terjadi pada punggung bawah paling kecil apabila dibanding dengan postur badan membungkuk [3].

Selama aktivitas membawa beban, setiap pedagang tentu mengeluarkan energi. Pengerahan energi untuk aktivitas tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkatan beban kerja. Menurut[18] mengelompokkan beban kerja tersebut berdasarkan konsumsi oksigen, energi yang dikeluarkan, dan denyut jantung. Tingginya tingkat cedera atau kecelakaan kerja selain merugikan secara langsung yaitu sakit yang diderita oleh pekerja, kecelakaan tersebut juga akan berdampak buruk terhadap kinerja perusahaan yaitu berupa penurunan produktivitas perusahaan, baik melalui beban biaya pengobatan yang cukup tinggi dan juga ketidakhadiran pekerja serta penurunan dalam kualitas kerja. Untuk meminimalisasi terjadinya cedera pada otot rangka, pada tahun 1981 *National Institut of Occupational Safety and Health* (NIOSH) merekomendasikan persamaan pembebanan yang disebut *Recommended Weight Limit* (RWL). RWL merupakan kondisi pembebanan dimana hampir semuapekerja normal dapat melakukan pekerjaan tersebut dalam periode waktu tertentu tanpa menimbulkanresiko terjadinya cedera tulang belakang akibat pengangkatan. Karena persamaan ini memiliki kekurangan, yakni hanya berlaku pada posisi pengangkatan saat posisi tubuh menghadap kedepan dengan frekuensi pengangkatan serta durasi kerja yang pendek. Kemudian pada tahun 1991 NIOSH merevisi persamaan ini dengan menambahkan faktor pengali asimetri (AM) dan faktor pengali frekuensi(FM). Faktor-faktor pengali yang direkomendasikan, diperoleh dengan menentukan batas bebanmaksimum atau *Maximum Acceptable*

Weight Limit (MAWL) berdasarkan antropometri pekerja Amerika.Beberapa penelitian di Cina, India dan Taiwan menunjukkan bahwa secara fisiologi rata – rata MAWLpekerja wanita lebih rendah, sedangkan MAWL pekerja pria lebih tinggi jika dibandingkan dengan MAWL yang direkomendasikan oleh NIOSH yang disebabkan karena adanya perbedaan antropometri (Wu, 1999., Ray dan Mayti, 2004., Lee, 2004). Sehingga dalam penerapannya di Indonesia perlu diadakan penyesuaian sesuai data antopometri pekerja wanita Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi beban kerja fisik manual dan jedah waktu istirahat pada wanita penjual jamu gendong di Medan. Untuk melihat seberapa besar dampak akibat MMH yang dialami oleh wanita penjual jamu gendong tersebut maka peneliti melakukan penelitian dengan menghitung berapa besar konsumsi energi yang dikeluarkan dan menghitung besar beban yang direkomendasikan (*Recomended Weight Limit/RWI*) yang seharusnya diangkat oleh para pekerja serta menghitung *Lifting Index* (LI).

TINJAUAN PUSTAKA

1. Beban Kerja Fisik Berdasarkan Jumlah Kebutuhan Kalori

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas kerja. Adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuh barat tubuh, memungkinkan untuk dapat menggerakkan tubuh dan melakukan pekerjaan. Pekerjaan disatu pihak mempunyai arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi, di pihak lain berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Dengan kata lain bahwa setiap pekerjaan merupakan beban bagi yang bersangkutan. Beban tersebut dapat berupa beban fisik maupun beban mental/ kognitif.

Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik terhadap kemampuan fisik, kemampuan kognitif maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Menurut [16] bahwa kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda dari satu kepada yang lainnya dan sangat tergantung dari tingkatan ketrampilan, kesegaran jasmani, keadaan gizi, jenis kelamin, usia dan ukuran tubuh dari pekerjaan yang bersangkutan.

Beban kerja merupakan beban yang dialami oleh tenaga kerja sebagai akibat pekerjaan yang dilakukannya, berpengaruh terhadap produktifitas dan efisiensi tenaga kerja, juga merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat keselamatan dan kesehatan para pekerja.

Beban kerja fisik selalu berkaitan dengan pergerakan otot. Salah satu kebutuhan umum dalam pergerakan otot adalah oksigen yang dibawa oleh darah ke otot untuk pembakaran zat dalam menghasilkan energi, dan satusan energi adalah kalori, sedangkan menghitung kalori adalah menghitung asupan energi. Energi diperoleh dari makanan yang mengandung karbohidrat, lemak dan protein. Menurut [6] kategori beban kerja dibagi berdasarkan kebutuhan kalori :

a. Kerja ringan: Pekerjaan yang membutuhkan kalori untuk pengeluaran energi sebesar 100 Kkal/jam sampai 200 Kkal/jam
b. Kerja sedang: Pekerjaan yang membutuhkan kalori untuk pengeluaran energi lebih besar dari 200 Kkal/jam sampai 350 Kkal/jam
c. Kerja berat: Pekerjaan yang membutuhkan kalori untuk pengeluaran energi lebih besar dari 350 Kkal/jam sampai 500 Kkal/jam.

Kebutuhan kalori sehari ditentukan oleh jenis pekerjaan, jenis kelamin, usia, dan aktivitas fisik. Selain ketiga kategori diatas, beberapa istilah yang perlu diketahui dalam melakukan kategori perhitungan beban kerja adalah :

a. Metabolisme basal (MB): Energi minimal yang dibutuhkan tubuh untuk mempertahankan proses-proses hidup yang dasar, dalam satuan kalori per satuan waktu.
b. MB laki-laki = Berat badan (kg) x 1 Kkal/jam
c. MB perempuan = Berat badan (kg) x 0,9 Kkal/jam

Menurut [5], kebutuhan kalori seorang pekerja selama 24 jam ditentukan oleh :

1. Kebutuhan kalori untuk metabolisme basal. Keterangan kebutuhan seorang laki-laki dewasa memerlukan kalori untuk metabolisme basal ± 100 kilo joule (23,87 kilo kalori) per 24 jam per kg BB (berat Badan). Sedangkan wanita dewasa memerlukan kalori untuk metabolisme basal ± 98 kilo joule (23,39 kilo kalori) per 24 jam per kg BB.
2. Kebutuhan kalori untuk kerja. Kebutuhaan kalori untuk kerja sangat ditentukan oleh jenis aktivitas kerja yang dilakukan atau berat ringannya pekerjaan.
3. Kebutuhan kalori untuk aktivitas-aktivitas lain diluar jam kerja. Rata-rata kebutuhan kalori untuk aktivitas diluar kerja adalah ± 2400 kilo joule (573 kilo kalori) untuk laki-laki dewasa dan sebesar 2000 – 2400 kilo joule (425 – 477 kilo kalori) per hari untuk wanita dewasa.

Dalam melakukan penilaian beban kerja diawali dengan pengukuran berat badan pekerja (bisa di ambil sampel atau rata-rata BB pekerja), pengamatan terhadap segala aktivitas pekerja dan perhitungan

kebutuhan kalori pekerja. Tentunya kegiatan ini juga membutuhkan peralatan yaitu timbangan dan *stop watch*.

Prosedur pengamatannya adalah seperti berikut:

1. Amati setiap aktivitas tenaga kerja (kategori jenis pekerjaan dan posisi badan) sekurang-kurangnya 4 jam kerja dalam 1 hari kerja dan diambil rerata setiap jam
2. Hitung dan catat waktu aktivitas kerja menggunakan stopwatch
3. Beban kerja setiap aktivitas tenaga kerja dinilai menggunakan table perkiraan beban kerja menurut kebutuhan energi.
4. Hitung beban kerja berdasarkan kebutuhan kalori karyawan

Kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan pengukuran tekanan darah, aliran darah, komposisi kimia dalam darah, temperatur tubuh, tingkat penguapan dan jumlah udara yang dikeluarkan oleh paru-paru. Dalam penentuan konsumsi energi biasa digunakan parameter indeks kenaikan bilangan kecepatan denyut jantung. Indeks ini merupakan perbedaan antara kecepatan denyut jantung pada waktu kerja tertentu dengan kecepatan denyut jantung pada saat istirahat.

Untuk merumuskan hubungan antara *energy expenditure* dengan kecepatan *heart rate* (denyut jantung), dilakukan pendekatan kuantitatif hubungan antara *energy expenditure* dengan kecepatan denyut jantung dengan menggunakan analisa regresi. Bentuk regresi hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung secara umum adalah regresi kuadratis dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = 1{,}80411 - 0{,}0229038\,X + 4{,}71733.10^{-4}\,X^{2} \quad \ldots (1)$$

Dimana:

Y : Energi (kilokalori per menit)

X : Kecepatan denyut jantung (denyut per menit)

Setelah besaran kecepatan denyut jantung disetarakan dalam bentuk energi, maka konsumsi energi untuk kegiatan kerja tertentu bisa dituliskan dalam bentuk matematis sebagai berikut :

KE = Et – Ei .....(2)

Dimana :

KE : Konsumsi energi untuk suatu kegiatan kerja tertentu (kilokalori/menit)

Et : Pengeluaran energi pada saat waktu kerja tertentu (kilokalori/menit)

Ei : Pengeluaran energi pada saat istirahat (kilokalori/menit)

Terdapat tiga tingkat energi fisiologi yang umum : Istirahat, limit kerja aerobik, dan kerja anaerobik. Pada tahap istirahat pengeluaran energi diperlukan untuk mempertahankan kehidupan tubuh yang disebut tingkat metabolisis basah. Hal tersebut mengukur perbandingan oksigen yang masuk dalam paru-paru dengan karbondioksida yang keluar. Berat tubuh dan luas permukaan adalah faktor penentu yang dinyatakan dalam kilokalori/area permukaan/jam. Rata-rata manusia mempuanyai berat 65 kg dan mempunyai area permukaan 1,77 meter persegi memerlukan energi sebesar 1 kkalori/menit.

Kerja disebut aerobik bila *supply* oksigen pada otot sempurna, sistem akan kekurangan oksigen dan kerja menjadi anaerobik. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas fisiologi yang dapat ditingkatkan melalui latihan. Aktivitas dan tingkat energi dan Klasifikasi beban kerja dan reaksi fisiologis terlihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Aktivitas dan Tingkat Energi

Energi (kkal/menit)	1	2.5	5	7.5	10
Detak jantung (per menit)	60	75	100	125	150
Oksigen (liter/menit)	0.2	0.5	1	1.5	2
	Metabolisme basah	Kerja ringan	Jalan (6.5kph)	Kerja berat	Naik Pohon
	Istirahat	Duduk	Angkat roda 100 kg		Membuat tungku
	Tidur	Mengendarai Mobil		Bekerja ditambang	Jalan di Bulan

Tabel 2. Klasifikasi Beban Kerja Dan Reaksi Fisiologis

Tingkat Pekerjaan	**Energy Expenditure**		Detak Jantung	**Konsumsi Energi**
	Kkal / menit	**Kkal/8 jam**	**Detak / menit**	**Liter / menit**
Undully Heavy	>12.5	>6000	>175	>2.5
Very Heavy	10.0 – 12.5	4800 – 6000	150 – 175	2.0 – 2.5
Heavy	7.5 – 10.0	3600 – 4800	125 – 150	1.5 –2.0
Moderate	5.0 – 7.5	2400 – 3600	100 – 125	1.0 – 1.5
Light	2.5 – 5.0	1200 – 2400	60 – 100	0.5 – 1.0
Very Light	< 2.5	< 1200	< 60	< 0.5

2. Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi Kerja

Pengukuran denyut nadi selama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai *cardiovascular strain.* Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan rangsangan *ElectroCardio Graph (ECG)*. Apabila peralatan tersebut tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual memakai *stopwatch* dengan metode 10 denyut (Kilbon, 1992). Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut :

$$\textbf{Denyut Nadi (Denyut/Menit)} = \frac{10 \times \text{hitungan Denyut}}{\text{Waktu perehitungan}} \times 60 \quad \text{.....(3)}$$

Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisik maupun kimiawi (Kurniawan, 1995). [5] juga menjelaskan bahwa konsumsi energi sendiri tidak cukup unutk mengestimasi beban kerja fisik. Beban kerja fisik tidak hanya ditentukan oleh jumlah kJ yang dikonsumsi, tetapi juga ditentukan oleh jumlah otot yang terlibat dan beban statis yang diterima serta tekanan panas dari lingkungan kerjanya yang dapat meningkatkan denyut nadi. Berdasarkan hal tersebut maka denyut nadi lebih mudah dan dapat untuk menghitung indek beban kerja. Astrand & Rodahl (1997); Rodahl (1989) menyatakan bahwa denyut nadi mempunyai hubungan linier yang tinggi dengan asupan oksigen pada waktu kerja. Ssalah satu cara yang sederhana untuk menghitung denyut nadi adalah dengan merasakan denyutan pada arteri radialis di pergelangan tangan.

Denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis yang didefinisikan oleh [5] :

1. Denyut nadi istirahat adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
2. Denyut nadi kerja adalah rerata denyut nadi selama bekerja.
3. Nadi kerja adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Manuaba & Vanwonterghem (1996) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskular (*cardiovascular load = % CVL)* yang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\textbf{\% CVL} = \frac{\textbf{100 x (DNK – DNI)}}{\textbf{DNmak-DNI}} \quad \textbf{……..(4)}$$

3. NIOSH (*NationalInstitute of Occupational Safety andHealth*)

Salah satu analisis resiko kondisi kerja adalah dengan menggunakan metode pengukuran seperti perhitungan NIOSH (*National Institute of Occupational Safety andHealth*). Analisis ini dapat diterapkan setiap elemen kerja dalam satu aktivitas. NIOSH adalah badan Internasional USA, mengembangkan perhitungan yang berguna untuk :

a. Mendesain pekerjaan secara manual
b. Menganalisis kelayakan ergonomi dari suatu aktivitas pemindahan benda
c. Mencegah potensial terjadinya cedera syaraf dan otot pada bagian tubuh

Berikut ini kondisi ideal dari suatu perhitungan NIOSH:

a. RWL (Recommended Weight Limit) = 23 Kg
b. Tinggi benda dari lantai sebelum dipindahkan (Vorigin) = 75 Cm

c. Jarak horizontal benda ke badan sebelum dipindahkan (Horigin) kurang dari sama dengan 25cm
d. Jarak perpindahan vertikal benda = 25 Cm
e. Sudut pemindahan benda = 135^o
f. Kopel benda = baik
g. Kriteria RWL yang boleh diangkat oleh wanita adalah 75% dari pria.

***Recommended Weight Limit* (RWL)**

Recommended Weight Limit (RWL) merupakan rekomendasi batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara *repetitive* dan dalam jangka waktu yang cukup lama. RWL ini ditetapkan oleh NIOSH pada tahun 1991 di Amerika Serikat. Menurut [20], persamaan NIOSH berlaku pada keadaan :
1. Beban yang diberikan adalah beban statis, tidak ada penambahan ataupun pengurangan beban ditengah-tengah pekerjaan.
2. Beban diangkat dengan kedua tangan.
3. Pengangkatan atau penurunan benda dilakukan dalam waktu maksimal 8 jam.
4. Pengangkatan atau penurunan benda tidak boleh dilakukan saat duduk atau berlutut.
5. Tempat kerja tidak sempit.

Berdasarkan sikap dan kondisi sistem kerja pengangkatan beban dalam proses yang dilakukan oleh penjual jamu gendong dalam penelitian, penulis melakukan pengukuran terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pengangkatan beban dengan acuan ketetapan NIOSH.
Persamaan untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang pekerja dalam kondisi tertentu menurut NIOSH adalah sebagai berikut [21] :

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad \text{.....(5)}$$

Keterangan :
LC : (*Lifting Constanta*) konstanta pembebanan = 23 kg
HM : (*Horizontal Multiplier*) faktor pengali horisontal = 25/*H*
VM : (*Vertical Multiplier*) faktor pengali vertikal = 1 – 0,003 [*V* – 75]
DM : (*Distance Multiplier*) faktor pengali perpindahan = 0,82 + 4,5/*D*
AM : (*Asymentric Multiplier*) faktor pengali asimentrik = 1 – 0,0032 *A*(^{0})
FM : (*Frequency Multiplier*) factor pengali frekuensi
CM : (*Coupling Multiplier*) faktor pengali kopling (*handle*)
Catatan :
H = Jarak horizontal posisi tangan yang memegang beban dengan titik pusat tubuh.
V = Jarak vertikal posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai
D = Jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan
A = Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki.
Untuk *Frequency Multiplier* (FM) adalah :
1. Durasi pendek : 1 jam atau kurang.
2. Durasi sedang : antara 1 – 2 jam.
3. Durasi panjang : 2 – 8 jam.

Untuk *Coupling Multiplier* (CM) adalah :
1. Kriteria *Good*, adalah :
   - Kontainer atau Box merupakan design optimal, pegangan bahannya tidak licin.
   - Benda yang didalamnya tidak mudah tumpah.
   - Tangan dapat dengan nyaman meraih box tersebut.
2. Kriteria *Fair*, adalah :
   - Kontainer atau Box tidak mempunyai pegangan.
   - Tangan tidak dapat meraih dengan mudah.
3. Kriteria *Poor*, adalah :
   - Box tidak mempunyai *Handle*/pegangan.

- Sulit dipegang (Licin, Tajam, dll).
- Berisi barang yang tidak stabil, (Pecah, Jatuh, Tumpah, dll).
- Memerlukan sarung tangan untuk mengangkatnya.

Selain model pengangkatan dengan beban berada di depan (*anterior mode*) yang menjadi fokus NIOSH, model pengangkatan lain adalah dengan menempatkan beban pada punggung pekerja (*backpack mode*) dan dengan menenteng beban (*lateral mode*). Penelitian Cook dan Newmann (1997) menunjukkan bahwa model pengangkatan *backpack* memerlukan kerja otot yang lebih ringan dibandingkan model pengangkatan yang lain [2]. Meskipun demikian, model pengangkatan *backpack* pada beberapa kelompok masyarakat tidak banyak menjadi pilihan cara mengangkat beban. Setelah nilai RWL diketahui, selanjutnya perhitungan *Lifting Index*, untuk mengetahui *index* pengangkatan (*Lifting Index*) yang tidak mengandung resiko cedera tulang belakang, dengan persamaan :

$$L\,I = \frac{Berat\ Beban}{RWL} \quad \text{.....(6)}$$

Jika LI > 1, berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang.
Jika LI < 1, berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cidera tulangbelakang [20].

Tabel 3. Klasifikasi beban kerja fisik berdasarkan konsumsi oksigen dan energi yang dikeluarkan

Klasifikasi beban kerja	Konsumsi oksigen (l/min)	Energi yang dikeluarkan (kcal/h)	Denyut jantung (bpm)
Sangat ringan	0,23–0,33	75–100	60–80
Ringan	0,33–0,5	100–150	70–90
Sedang	0,5–1,0	150–300	80–110
Berat	1,0–1,5	300–450	100–130
Sangat berat	1,5–2,0	450–600	120–150

Sumber: Tayyari dan Smith [7]

4. Waktu Istirahat

Untuk menghindari terjadinya kelelahan yang berlebihan karena pengerahan energi yang tidak terkendali, maka diperlukan jeda waktu untuk tubuh melakukan pemulihan dengan beristirahat. Beberapa rumusan untuk menentukan lama waktu istirahat juga banyak diajukan oleh para ilmuwan. Edholm (1967) merekomendasikan total energi yang dikeluarkan selama kerja maksimum sebesar 2000 kcal untuk kerja kontinyu berbulan-bulan atau bertahun-tahun, sehingga rata-rata energi yang dikeluarkan 4.2 kcal/ menit untuk 8 jam shift kerja dan energi yang dikeluarkan saat istirahat 1,5 kcal [4]. Jika denyut nadi dipantau selama istirahat, kerja dan pemulihan, maka *recovery* (waktu pemulihan) untuk beristirahat meningkat sejalan dengan beban kerja. Dalam keadaan yang ekstrim, pekerja tidak mempunyai waktu istirahat yang cukup sehingga mengalami kelelahan yang kronis. Murrel (1965) membuat metode untuk menentukan waktu istirahat sebagai kompensasi dari pekerjaan fisik :

$$R = \frac{T(W - S)}{W - 1{,}5} \quad \text{.....(7)}$$

Dimana :
R : Istirahat yang dibutuhkan dalam menit (*Recoveery)*
T : Total waktu kerja dalam menit
W : Konsumsi energi rata-rata untuk bekerja dalam kkal/menit
S : Pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan dalam kkal/menit (biasanya 4 atau 5 Kkal/menit)

Spitzer (1951) juga mengusulkan persamaan empiris tentang prosentase waktu istirahat terhadap waktu kerja [5]:

$$R = \left(\frac{E}{4} - 1\right) \times 100 \quad \text{.....(8)}$$

dengan:
R : waktu istirahat (dalam persen waktu kerja)
E : energi yang dikeluarkan saat kerja (kcal/menit)

Dengan rumusan-rumusan yang diusulkan untuk menentukan durasi istirahat tersebut, pada artikel ini akan disajikan kebutuhan waktu istirahat untuk aktivitas penanganan material pada para wanita penjual jamu gendong yang membawa barang bawaannya dengan cara menggendong di belakang punggungi. Selain itu Persamaan NIOSH Tahun 1991 akan digunakan untuk menentukan batas beban yang boleh diangkat dan evaluasi cara pengangkatan yang aman.

METODOLOGI PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah wanita penjual jamu gendong di Medan sebanyak 10 orang yang dipilih secara acak (*random sampling*). Para wanita penjual jamu gendong tersebut biasa membawa barang dagangannya dengan cara mennggendong dan menjinjing dengan berjalan kaki sejauh ± 1 km. Berat beban yang mereka bawah rata-rata ± 15 kg.. Penentuan beban maksimum yang direkomendasikan didasarkan pada persamaan *NIOSH* Tahun 1991. Beberapa parameter yang mempengaruhi faktor-faktor dalam persamaan *NIOS*H tersebut dapat diubah-ubah sehingga diperoleh RWL yang tertinggi. Sedangkan penentuan waktu istirahat yang diperlukan didasarkan pada rumusan yang diusulkan dengan dasar klasifikasi beban kerja oleh [8].

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Denyut Nadi, Energi *Expenditur*e dan Konsumsi Energi

Pada Tabel 4 dapat dilihat hasil pengukuran tinggi badan, berat badan dan denyut nadi terhadap 10 orang wanita penjual jamu gendong.

Tabel 4. Denyut Jantung, Energi Expenditure dan Konsumsi Energi

Subjek ke	Tinggi badan (cm)	Berat Badan (Kg	Denyut nadi (denyut/menit)		Energi Expenditure (kkal/menit)		Konsumsi Energi (Kkal/menit)
			Sebelum kerja	Sesudah kerja	Sebelum kerja	Sesudah kerja	
1	154	62	80	98	2,99	4,09	1,1
2	159	59	78	94	2,88	3,81	0,93
3	148	49	82	94	3,09	3,81	0,72
4	160	57	78	96	2,88	3,95	1,07
5	145	52	78	98	2,88	4,09	1,21
6	145	45	78	96	2,88	3,95	1,07
7	147	50	78	84	2,88	3,20	0,32
8	156	60	87	98	3,38	4,09	0,71
9	152	50	85	102	3,26	4,37	1,11
10	146	43	81	96	3,04	3,95	0,91

2. Perhitungan RWL dan LI

Perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) berdasarkan data pada Tabel 4. Perhitungan RWL untuk proses pengangkatan dilakukan dengan menggunakan: LC = 23 kg; H = 40 cm; V = 0 cm; A = 0°; FM = 0,97; HM = 0,833; VM = 0,775; AM = 1; dan CM = 1. Jarak horisontal beban ke subjek diambil sebesar 40 cm dengan assumsi penampang lingkaran bak/keranjang berjari-jari 20 cm dengan jarak tepi bak/keranjang ke titik tengah antara kedua mata kaki subjek 20 cm. Jarak vertikal perpindahan beban, D adalah sama dengan tinggi badan setiap subjek, karena posisi akhir beban adalah di atas kepala. Faktor pengali asimetrik yang digunakan (AM) = 1 karena tidak melibatkan adanya gerakan asimetrik, A = 0°. Begitu pula faktor pengali kopling (CM) = 1 karena pada objek yang diangkat terdapat *handle* yang mempermudah subjek dalam melakukan pengangkatan [22]. Hasil perhitungan RWL untuk proses pengangkatan beban dari setiap subjek dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan RWL dan LI

Subjek ke	**H (cm)**	**V (cm)**	**D (cm)**	**A (^{0})**	**DM**	**RWL**	**LI**
1	40	0	154	0	0,8492	9,1770	2,50
2	40	0	159	0	0,8483	9,1671	2,50

3	40	0	148	0	0,8504	9,1898	2,50
4	40	0	160	0	0,8481	9,1652	2,50
5	40	0	145	0	0,8510	9,1966	2,50
6	40	0	145	0	0,8510	9,1966	2,50
7	40	0	147	0	0,8506	9,1921	2,50
8	40	0	156	0	0,8488	9,1730	2,50
9	40	0	152	0	0,8496	9,1812	2,50
10	40	0	146	0	0,8508	9,1943	2,50

Perhitungan RWL berdasarkan pada horizontal, vertical, asimetrik, frekwensi dan *coupling.* Penentuan batasan beban yang direkomendasikan, RWL, didasarkan pada indeks pengangkatan, LI. Dalam hal ini nilai LI tidak boleh lebih besar dari 1. maka tidak beresiko cedera tetapi apabila
nilai LI >1 Maka pekerjaan tersebut beresiko mengakibatkan cedera tulang berlakang Aktivitas mengangkat dengan nilai LI > 1, akan meningkatkan resiko terhadap keluhan sakit punggung.
Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai RWL untuk setiap wanita penjual jamu rata-rata adalah 9,18 kg (SD. 0,0122 kg). Apabila digunakan beban, L sebesar 15 kg, maka dapat dipastikan akan diperoleh besaran LI > 1 dan berpotensi mengakibatkan terjadinya keluhan sakit punggung bawah. Oleh karena itu, agar beban 15 kg tersebut aman untuk diangkat diperlukan rancangan perbaikan pada teknis pengangkatan. Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk memperbesar RWL adalah dengan mengurangi jarak antara beban yang diangkat dan tubuh pedagang. Telah dilakukan dengan metode percobaan untuk jarak terjauh antara beban dan tubuh pedagang adalah 24 cm. Dengan jarak tersebut, RWL meningkat dan berkisar antara 15,27kg dan 15,33 kg. Akan tetapi, jarak H ini akan sulit diterapkan pada pengangkatan dengan V sebesar 0 cm, karena jarak bebas antara tepi bak/ keranjang ke titik tengah antara kedua mata kaki subjek terlalu kecil. Jarak H yang mungkin adalah sebesar 35 cm. Dengan jarak tersebut didapatkan RWL sebesar rata-rata 10,5 kg (SD. 0,014 kg). Dari perhitungan RWL tersebut, saran perbaikan yang diajukan untuk aktivitas MMH dengan mempertimbangkan keamanan dan kenyamanan bagi subjek adalah:

1. Pengangkatan beban dilakukan dengan cara berjongkok.
2. Beban yang diangkat tidak lebih dari 10 kg.
3. Pada saat mengangkat beban, disarankan jarak terjauh beban dari badan adalah 35 cm.

Pada aktivitas MMH yang dilakukan oleh para wanita pedagang, berdasarkan data denyut jantung (Tabel 4) dan klasifikasi beban kerja (Tabel 1) dapat diketahui bahwa klasifikasi beban kerja yang mereka alami termasuk kelas sedang dan energi yang dikeluarkan berada di bawah 300 kkal/jam atau di bawah 5 kkal/menit. Perhitungan RWL dan LI merupakan pehitungan secara teortis memberikan hasil bahwa pekerjaan tersebut terlalu berat dan berbahaya karena melebihi rekomendasi yang ada. Meskipun secara perhitungan energi termasuk dalam beban kerja ringan, sehingga perlu adanya penelitian dan analisis lanjutan tentang hal tersebut.

3. Perhitungan Waktu Istirahat

Berdasarkan rumusan Spitzer (1961) dan data pada Tabel 4, waktu istirahat yang diperlukan oleh para wanita penjual jamu gendong setelah dilakukan interpolasi terhadap konsumsi oksigen menurut denyut jantung dapat ditentukan sebagaimana disajikan pada Tabel 6. Dari Tabel 6 tersebut dapat dilihat lama waktu istirahat yang diperlukan rata-rata selama 11,88% (SD. 5,26%) dari waktu kerja. Sehingga untuk lama kerja 15 menit diperlukan rata-rata total waktu istirahat 1,78 menit (SD. 0,79 menit). Lama waktu istirahat tersebut adalah lama waktu istirahat total untuk beban 15 kg. Untuk beban yang kurang dari 15 kg, akan diperoleh data yang berbeda, karena konsumsi oksigen yang berbeda. Dalam penerapannya waktu istirahat dapat dibagi menjadi beberapa kali istirahat singkat, misalnya 0,5 menit istirahat setiap 5 menit kerja. Istirahat singkat yang sering lebih baik daripada istirahat dengan durasi lama tetapi jarang [4]

Tabel 6. Waktu Istirahat yang diperlukan setelah bekerja 15 menit

Subjek ke	Energi yang dikeluarkan (kcal/menit)	Persentase waktu istirahat terhadap waktu kerja (%)	Lama waktu istirahat (menit)
1	4,09	15,25	2,29
2	3,81	15,25	2,29
3	3,81	10,50	1,58
4	3,95	8,00	1,20
5	4,09	10,50	1,58

6	3,95	10,50	1,58
7	3,20	22,50	3,38
8	4,09	5,50	0,82
9	4,37	15,25	2,29
10	3,95	5,50	1,58
Rerata		11,88	1,78
SD.		5,26	0,79

Sumber : data diolah

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka disimpulkan sebagai berikut :

Waktu istirahat total yang diperlukan para wanita penjual jamu gendong rata-rata 11,88% (SD. 5,26%) dari waktu kerja. Dalam hal ini, lama waktu istirahat total yang diperlukan para wanita penjual jamu gendong setelah berjalan membawa beban selama 15 menit rata-rata adalah 1,78 menit (SD. 0,79 menit). Untuk durasi kerja yang lebih panjang diperlukan durasi istirahat yang lebih panjang juga, karena lama istirahat merupakan waktu yang diperlukan untuk pemulihan setelah tubuh mengerahkan energi untuk aktivitas kerja.

2. Saran

Pengangkatan beban yang berada di lantai disarankan dilakukan dengan cara berjongkok.

Beban yang diangkat disarankan tidak lebih dari 10 kg dengan jarak antara beban dan subjek disarankan sejauh-jauhnya 35 cm.

DAFTAR PUSTAKA

Barnes, Ralph M. *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work,* John Wiley and Sons. New York. 1982.

Chung, M.K., Lee, Y.J., Lee, I., dan Choi, K.I.. *Physiological Workload Evaluation of Carrying Soft Drink Beverage Boxes on the Back*, *Applied Ergonomics*, 36: 569–574.2005.

Christensen, E.H. *Physiology of Work*. Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Third (revised) edt. ILO. Geneva. 1991.

Fitriawati. "*Analisis Biomekanika dan Usulan Perbaikan Manual Material Handling* (*Nyunggi*) *pada Pedagang Pasar Tradisional di Madura"*, Skripsi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Trunojoyo. Madura. 2008.

Faucett, J., Meyers, J., Miles, J., Janowitz, I., dan Fathallah, F.. Rest Break Interventions in Stoop Labor Tasks, *Applied Ergonomics*, 38: 219–226. 2007.

Grandjean, E.. Fitting The Task to The Man. 4th edition.London. 1993.

Keputusan Menteri Tenaga Kerja.No. 51/1999. Kategori beban kerja berdasarkan kebutuhan kalori. Jakarta. 1999.

Macleod, Dan. *The Ergonomic Edge.* Mc-Graw Hill. Toronto. 1994.

Murrel, K.F.N. *Ergonomics, Man Is His Working Environment*. Chapman & Hall. London. 1965.

NIOSH. *Work practices guide for manual lifting, U.S. Dept. of Health and Human Services*, National Institute for Occupational Safety and Health , Cincinnati, Ohio, 1981.

Nurmianto, Eko. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Penerbit : Guna Widya. Surabaya. 2005.

Pulat, BM. *Fundamentals of Industrial Ergonomi*cs, Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey. USA. 1992.

Randall, S.B., dan Jeter G.. *A Guide to Manual Materials Handling and Back Safety*, NC Department of Labor. 1997.

Rodahl, K. The Physiology of Work. Taylor & Francis.Ltd. Great Britain. 1989.

Sanders, Mark. *Human Factor in Engineering and Design.* Singapore: Mc-Graw Hill. Singapore. 1993.

Santoso, Gempur. *Ergonomi Manusia, Peralatan, dan Lingkungan.* Prestasi Pustaka. Jakarta. 2004.

Sumakmur. *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan.* CV. Haji Mas Agung. Jakarta.1981.

Sutalaksana, Iftikar Z. *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: Jurusan Teknik IndustrI Institut Teknologi Bandung. Bandung. 1979.

Tayyari, F., dan Smith, J.L.. *Occupational Ergonomics, Principal and Applications*, 1st edition, Chapman & Hall.1997.

Tiwari, P.S., dan Gite, L.P. *Evaluation of Work-Rest Schedules During Operation of* a *RotaryPower Til*ler, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36: 203–210. 2006.

Waters *et al*. Article: *Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks.* Ergonomics, 1991;36;(7):749-776.

Wignjosoebroto, Sritomo. *Ergonomi, Studi Gerak, dan Waktu*, Penerbit : Prima Printing. Surabaya. 2003.

Wickens, C.D., Lee, J.D., Liu, Y., dan Becker, S.E.G.. *An Introduction to Human Factors Engineering*, 2nd Edition, Pearson Education Singapore, Pte. Ltd. 2004.

PREVENTIVE MAINTENANCE PADA KONVEYOR KAPASITAS 45 TON/JAM DAN PENYEBAB TERJADINYA KERUSAKAN DI PT.XYZ

Melliana[1], Trisna Mesra[2], Sahrul[3],
[1,2,3,] Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, Riau
Email: anamelli@rocketmail.com (korespondensi)

ABSTRACT
Maintenance is an activity that is necessary to maintain or preserve the quality of the equipment in order to still be able to function properly and operating at optimum conditions. Treatment consists of various types of care including preventive maintenance, predivtive maintenance, care after the damage occurred, corrective maintenance.
To preserve and prevent damage to the conveyor resulted in disruption of operations, it is necessary to do preventive maintenance on several components of the conveyor. Components that do preventive maintenance is carrying roller, filter hopper, elevator, LVMDP, gentry loder, magnetic induction,vibrating screen, motor. Preventive maintenance was conducted on the mechanical parts, electrical system, operation error.

Keywords: Components, Conveyor, Damage, Maintenance, Reliability

PENDAHULUAN

Persoalan umum yang sering dihadapi dalam dunia industri adalah adanya suatu kenyataan bahwa secanggih apapun suatu mesin pasti akan mengalami gangguan, baik gangguan ringan, sedang maupun gangguan berat. Dengan adanya gangguan ini tentunya akan menimbulkan kerugian pada pihak perusahaan tersebut akibat hilangnya waktu produksi (*down time*). Adanya gangguan pada mesin dikarenakan seluruh komponen yang bekerja dalam mesin tersebut semakin lama kondisinya akan menurun. Untuk itu sebelum terjadi kerusakan sebaiknya dilakukan suatu perawatan secara tepat supaya peralatan (mesin) tetap dapat beroperasi. Proses perawatan mesin produksi tidak mungkin dihindari oleh suatu perusahaan karena hal ini berkaitan erat dengan kelancaran proses produksi. Perawatan mesin yang biasanya dilakukan perusahaan hanya berupa corrective maintenance yaitu mengganti komponen jika terjadi kerusakan. Tanpa disadari tindakan tersebut justru mengakibatkan peningkatan biaya produksi dan menggangu kelancaran produksi sehingga biaya kehilangan produksi perusahaan menjadi tinggi.

Berbeda dengan *preventive maintenance,* yang dapat mengoptimalkan biaya perawatan mesin produksi dengan memperhatikan selang waktu penggantian komponen yang optimal. Maka, hal ini dilakukan dengan cara menghitung selang waktu pengantian komponen yang optimal dengan mempertimbangkan biaya penggantian yang terkecil yang dapat diperoleh dengan cara menghitung total biaya komponen sehingga pengeluaran perusahaan untuk biaya perawatan mesin dapat berkurang.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Konveyor

Konveyor adalah salah satu jenis alat pemindah bahan yang menggunakan belt dengan elevasi datar dimana dapat mengangkut material yang bersifat benda padat dan berupa serbuk. Konveyor ini mengangkut material dalam kapasitas besar agar dapat memenuhi kebutuhan para konsumen dan mempercepat proses pemindahan dengan kurun waktu yang telah ditentukan berdasarkan kapasitas konveyor tersebut.

Umumnya, Konveyor ini digunakan pada area yang luas sehingga untuk pemindahan material lebih mudah dan lebih cepat . Konveyor di design dengan spesifikasi khusus berdasarkan kapasitas dan kecepatan yang telah ditentu dengan asumsi rata-rata jam kerja 24 jam demi tercapainya progress pembongkaran material dan pemuatan material yang telah ditentukan

Pengertian Perawatan

Perawatan adalah suatu aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik dan beroperasi pada kondisi optimumnya.

Untuk menjaga peralatan pada kondisi optimumnya pekerjaan perawatan yang harus dilakukan, antara lain:

1. Menjaga kondisi peralatan dengan cara melakukan *preventive* dan *predictive maintenance*.
2. Memperbaiki peralatan apabila terjadi kerusakan dengan cara *corrective maintenance*. Mengembalikan kondisi peralatan seperti sebelum terjadi kerusakan.

3. Meningkatkan kualitas (*improvement*) dilakukan dengan cara memodifikasi sistem atau material peralatan sehingga bekerja lebih baik dari sebelumnya.

Banyak perawatan dilakukan tergantung pada :

1. Batas kualitas terendah yang diizinkan dari suatu komponen, sedangkan batas kualitas yang lebih tinggi dapat dicapai dari hasil pekerjaan perawatan.
2. Waktu pemakaian atau lamanya operasi yang menyebabkan berkurangnya kualitas peralatan. Dalam hal ini komponen peralatan dapat menjadi sasaran untuk terkena tekanan, beban pakai, korosi dan pengaruh lain yang bisa mengakibatkan menurunnya atau kehilangan kualitas, sehingga kemampuan komponen berkurang ketahanannya.

Teori Keandalan (*reliability*)

"Keandalan didefinisikan sebagai peluang (*probability*). Suatu unit atau sistem berfungsi normal jika digunakan menurut kondisi operasi tertentu untuk periode waktu tertentu" (Gaspersz, 1997 : 517).

Reliability juga merupakan probabilitas suatu alat melakukan fungsinya dengan cukup memadai pada periode waktu yang diharapkan dibawah kondisi operasi yang telah ditentukan.

Untuk mengukur kendalan dilihat beberapa faktor yaitu :

1. Fungsi keandalan (*reliability function*)
2. Fungsi distribusi (*distribution function*)
3. Fungsi laju kegagalan (*hazard function*)

METODOLOGI PENELITIAN

Teknik Pengambilan Data

Dalam penelitian ini teknik yang digunakan untuk pengambilan data antara lain sebagai berikut :

3.1.1 Dokumentasi

Metode ini digunakan untuk pengambilan data yang bersifat dokumen, seperti data tentang perawatan konveyor.

3.1.2 **Observasi**

Metode ini digunakan untuk pengambilan data seacara langsung seperti proses kinerja konveyor kapasitas 400 Ton/jam**.**

3.1.3 **Wawancara**

Metode wawancara digunakan untuk mengetahui informasi tentang perawatan konveyor.

Teknik Analisis Data

Pengolahan data dari penelitian ini meliputi :

1. Pengumpulan data dan pengamatan langsung di lapangan.
2. Menentukan asumsi distribusi data setelah diplotkan dan melakukan pengujian terhadap pola distribusi tersebut.
3. Menghitung tingkat rata-rata perawatan korektif dari konveyor.
4. Menghitung tingkat rata-rata *preventive maintenance*.
5. Menghitung laju kerusakan konveyor
6. Menghitung keandalan mesin konveyor
7. Menganalisa dan membuat kesimpulan dari hasil penelitian.
8. Menentukan jadwal perawatan konveyor (MTBF).
9.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Jumlah Jam Kerja Komponen Konveyor

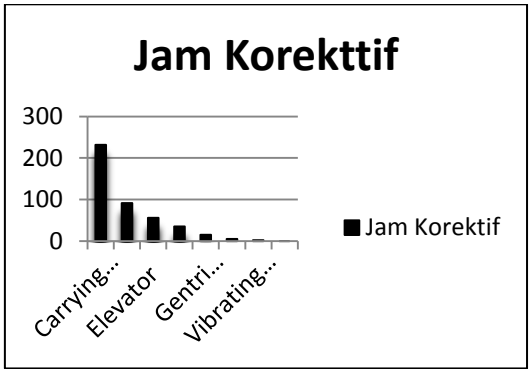
Konveyor kapasitas 400 Ton/ Jam memiliki komponen kritis yang disusun berdasarkan perawatan terbanyak, yaitu :

1. Carrying roller
2. Filter Hopper
3. Elevator
4. LVMDP
5. Gentri Loder
6. Magnet Induksi
7. Vibrating Screen
8. Motor

Tabel 4.1. Komponen kritis berdasarkan perawatan terbanyak

Nama komponen	Jam korektif
Carrying roller	232
Filter Hopper	92
Elevator	56
LVMDP	35
Gentri Loder	15
Magnet Induksi	5
Vibrating Screen	2
Motor	1

Sumber : Hasil pengolahan data 2013



Grafik 4.1. Komponen kritis disusun berdasarkan perawatan terbanyak
Sumber : Hasil pengolahan data 2013

Data Perawatan Korektif Komponen Conveyor

Komponen konveyor memiliki beberapa komponen yang setiap saat dapat mengalami kerusakan, baik kerusakan terjadi akibat kehausan komponen, sistem perawatan yang tidak tepat ataupun kerusakan yang terjadi karena pengoperasian yang salah. Tentunya setiap kerusakan yang terjadi pada masing – masing komponen ataupun peralatan akan menimbulkan biaya pada setiap perbaikan. Terjadinya kerusakan pada beberapa komponen konveyor diakibatkan karena lamanya suatu alat beroperasi, sistem instalasi yang salah, sistem pelumasan yang tidak sempurna pada komponen yang bergerak dan sistem pengoperasian yang salah.

Kerusakan pada peralatan yang terjadi pada satu tahun ini berdasarkan kerusakan yang tidak terencana, harga komponen yang rusak, biaya perbaikan dan lama perbaikan. Berikut ini beberapa jenis kerusakan pada komponen konveyor yang diklasifikasikan dalam tiga jenis kerusakan yaitu :

1. Kerusakan *mechanical*
2. Kerusakan *electrical system*
3. Kerusakan akibat kesalahan operasi / pemasangan.

Tabel 4.2.Data kumulatif perawatan korektif Konveyor

Jenis kerusakan	Jumlah perawatan korektif (jam)	Banyaknya perawatan korektif (kali)	LDT - ALT
Mechanical	381	32	85
Electrical	51	11	20
Operasional	4	2	10
Total	436	45	115

Sumber : Hasil pengolahan data

Penentuan waktu rata-rata perawatan (korektif) maintenance ($\overline{Mct}$) :

$$\overline{Mct} = \overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n} \quad (1)$$

$$\overline{Mct} = 9{,}69 \text{ jam} \quad (2)$$

Jenis dan Data Perawatan Preventif Pada Komponen Ketel Uap

Tindakan perawatan yang dilakukan menurut jenis kerusakan yang terjadi pada bebrapa komponen ketel uap adalah sebagai berikut :

1. Tindakan perawatan harian
   Merupakan tindakan perawatan yang dilaksanakan setiap hari yang meliputi : Pemeriksaan dan penganalisaan pada komponen ketel uap untuk mendeteksi kerusakan komponen lebih awal.
2. Tindakan perawatan mingguan
   Merupakan tindakan perawatan yang dilakukan secara periodik setiap minggu sekali yang meliputi kegiatan:
   Pengecekan dan penganalisaan kualitas pelumasan pada komponen pompa maupun *gear box*, pemeriksaan kondisi visual *conveyor*, pompa, *blower*, *bearing*, *belting*.
3. Tindakan perawatan bulanan
   Merupakan tindakan perawatan yang dilakukan secara periodik setiap 1 bulan sekali atau berkala setiap 30 hari sekali yang meliputi kegiatan : pengecekan dan penganalisaan kondisi panel elektrikal, ketebalan pipa, tingkat keausan bearing.
4. Tindakan perawatan berat (*perawatan overhoul).*
   Merupakan tindakan perawatan tingkat berat yang bersifat restoratif, dilakukan *overhoul*, perbaikan atau penggantian secara menyeluruh pada beberapa komponen (alat).

Dengan adanya perawatan yang baik dan dilakukan teratur maka akan membuat komponen konveyor tersebut dapat beroperasi dengan optimal dan kondisi operasi juga akan lebih baik.

Pengambilan data dilakukan dengan mengumpulkan data dari *log sheet, look book, running hours* yang digunakan.

Tabel 4.3. Data perawatan preventif perawatan konveyor periode Mei 2012 – September 2013

Jenis perawatan preventif	Total PM (Jam)	Total PM frek (Kali)	LDT + ALT (Jam)
Daily	125	23	24
Weekly	62	11	12
Monthly	22	9	4
Total	209	43	40

Sumber : Hasil pengolahan data 2013

Persamaan waktu rata-rata perawatan *Mean Preventif Time* (MPT).

$$\overline{Mpt} = \overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X}{n} \quad (3)$$

$$\overline{Mpt} = 4{,}86 \text{ jam} \quad (4)$$

Pengujian Hipotesis dan Penentuan Distribusi Waktu Kerusakan

Penentuan distribusi kerusakan dilakukan untuk menentukan pola distribusi kerusakan. Uji statistik yang digunakan adalah uji Chi square *"Goodness Of fit*".

Tabel 4.4. Distribusi perawatan korektif.

Batas Kelas	Frekuensi
0,1 – 4,1	20
4,2 – 8,2	5
8,3 – 12,3	1
12,4 – 16,4	7
16,5 – 20,5	3
20,6 – 24,6	9

Sumber : Hasil pengolahan data 2013

Perhitungan berikutnya adalah :

a. Menghitung frekuensi waktu perawatan korektif komponen ketel uap setiap kelas (f_i)
b. Menghitung besarnya probability eksponensial untuk masing-masing kelas interval.

Uji kecocokan distribusi atau *"goodness of fit test"* dapat digunakan untuk menguji hipotesis atau asumsi kita terhadap pola distribusi yang ada. Bentuk distribusi waktu perawatan korektif diasumsikan mengikuti pola distribusi eksponensial.

1. Menentukan Hipotesa :
   H_0 : Distribusi frekuensi perawatan korektif tidak berdistribusi eksponensial
   H_1 : Distribusi frekuensi perawatan korektif berdistribusi eksponensial.
2. Tingkat signifikan yang digunakan adalah : $\alpha = 0{,}005$
3. Menghitung probalitas (P_i)

$$f(t) = P_i = e^{-\lambda t_1} - e^{-\lambda t_2} \qquad (5)$$

$$\text{Nilai chi square } X^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(fi-ei)^2}{ei} \qquad (6)$$

Tabel 4.5. Hasil perhitungan distribusi eksponensial rata-rata perawatan korektif

Batas Kelas	Fi	Pi	Ei	X^2
0,1 – 4,1	20	0,3347	15,0629	1,6182
4,2 – 8,2	5	0,2192	9,8662	2,4001
8,3 – 12,3	1	0,1436	6,4624	4,6171
12,4 – 16,4	7	0,0941	4,2329	1,8089
16,5 – 20,5	3	0,0616	2,7725	0.0197
20,6 – 24,6	9	0,0404	1,8160	28,4192
Total	36			38,8832

Sumber : Hasil Pengolahan

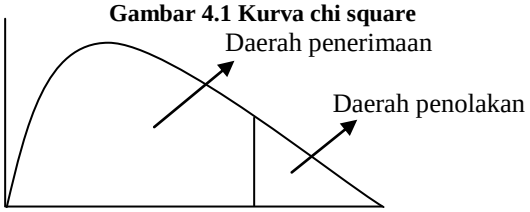
Pengambilan keputusan :
Dari hasil perhitungan Chi Square didapat nilai dari :
Adapun nilai derajat kebebasannya adalah :

$$V = K - l - m \qquad (7)$$

$$X^2 \text{ tabel } (0{,}005,\ V = 6) = 14{,}86 \qquad (8)$$

Karena X^2 hitung = 38,8832 > X^2 tabel = 14,86
Maka H_0 ditolak dan menerima H_1, artinya data distribusi frekuensi perawatan korektif berdistribusi eksponensial.
Kurva Chi Squarenya, sebagai berikut :

Gambar 4.1 Kurva chi square



14,86 38.8832

Sumber : Hasil pengolahan

Menentukan Nilai Parameter Reliabilitas

Reability merupakan probabilitas suatu alat melakukan fungsinya dengan λ cukup memadai pada periode waktu yang diharapkan dibawah kondisi operasi yang telah ditentukan. Dengan diketahuinya f(t) sebagai fungsi kerusakan atau fungsi ketidakhandalan, maka fungsi-fungsi reliabilitas dari distribusi eksponensial, adalah :

Menghitung Laju Kerusakan (λ) Konveyor

Laju kerusakan tiap-tiap jenis kerusakan adalah:

1. Laju kerusakan untuk jenis kerusakan *mechanical*
   $\lambda = \frac{32}{42880} = 0{,}00075$ kerusakan / jam
2. Laju kerusakan untuk jenis kerusakan *electrical*
   $\lambda = \frac{11}{42880} = 0{,}00026$ kerusakan / jam

3. Laju kerusakan untuk jenis kerusakan *operational*
   $\lambda = \frac{2}{42880}$ = 0,000047 kerusakan / jam

Menghitung MTBF (*Mean Time Between Failure*) ketel uap

Menghitung MTBF :

1. MTBF untuk jenis kerusakan *mechanical*
   MTBF = $\frac{1}{0.00075}$ = 1.333,33 jam operasi
2. MTBF untuk jenis kerusakan *electrical*
   MTBF = $\frac{1}{0.00026}$ = 3,846,15jam operasi
3. MTBF untuk jenis kesalahan *operational*
   MTBF = $\frac{1}{0.000047}$ =21.276,59 jam operasi

Menghitung Fungsi Distribusi Kumulatif f(t)

Atau disebut juga fungsi ketidakhandalan (distribusi kerusakan) atau peluang ketel uap akan rusak pada waktu (t). Persamaan matematis yang digunakan (II.4) :

$$f(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (9)$$

1. Untuk jenis kerusakan *mechanical*
   F (t = 8) = 0,0178 = 1,78 %
2. Untuk jenis kerusakan *electrical*
   F (t = 8) = 0,0062= 0,62 %
3. Untuk jenis kesalahan *operasional*
   F (t = 8) = 0,0011 = 99,89 %

Menghitung Keandalan Komponen Ketel Uap

Persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung keandalan komponen konveyor adalah:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (10)$$

Dimana : e = Bilangan konstanta yaitu 2,7183

1. Keandalan untuk jenis kerusakan *mechanical*
   R (t = 8) = 0,9822 = 98,22 %
2. Keandalan untuk jenis kerusakan *electrical*
   R (t = 8) = 0,9982 = 99,82 %
3. Keandalan untuk jenis kesalahan *operasional*
   R (t = 8) = 0,9989 = 99,89 %

Menghitung MTBM (*Mean Time Between Maintanance*) Ketel Uap

MTBM komponen konveyor meliputi terjadwal dan perawatan tidak terjadwal (korektif).

Tabel 4.6. Tindakan preventif dan korektif pada komponen konveyor

Sumber : Hasil pengolahan data 2013

1. MTBM untuk jenis kerusakan *mechanical*
   MTBM = 961 jam
2. MTBM untuk jenis kerusakan *electrical*
   MTBM = 1.949 jam
3. MTBM untuk jenis kerusakan *operational*
   MTBM = 3.898 jam

Menghitung *Fpt (Frekuensi Preventive)* Tiap Kerusakan Komponen Ketel Uap

Persamaan matematis yang digunakan adalah:

1. Fpt *(Frekuensi Preventive)* untuk jenis kerusakan *mechanical*
   fpt = = 0,000291 perawatan/jam
2. Fpt *(Frekuensi Preventive)* untuk jenis kerusakan *elektrical*
   fpt = 0,000253 perawatan/jam
3. Fpt *(Frekuensi Preventive)* untuk jenis kesalahan *operasional*
   fpt = 0,00021 perawatan/jam

MCT *(Mean Corrective Time)* Tiap Jenis Kerusakan

MCT *(Mean Corrective Time)* adalah rata-rata waktu perawatan untuk tiap - tiap jenis kerusakan pada *komponen konveyor.* Persamaan matematis yang digunakan adalah:

1. MCT *(Mean Corrective Time)* untuk jenis kerusakan *mechanical* :
   $\overline{Mct}$ = 11,91 jam
2. MCT *(Mean Corrective Time)* untuk jenis kerusakan *electrical* :
   $\overline{Mct}$ = 4,64 jam
3. MCT (*Mean Corrective Time)* untuk jenis kesalahan *operasional* :
   $\overline{Mct}$ = 2,00 jam

Mpt *(Mean Preventive Maintenance)* Tiap – Tiap Jenis Perawatan

MPT *(Mean Preventive Maintenance)* adalah rata-rata waktu perawatan *preventive* untuk tiap-tiap jenis perawatan pada ketel uap. Persamaan matematis yang digunakan adalah:

1. Rata-rata untuk jenis perawatan preventif *mechanical* :
   $\overline{Mpt}$ = 5,43 jam
2. Rata-rata untuk jenis perawatan preventif *electrical :*
   $\overline{Mpt}$ = 5,64 jam
3. rata-rata untuk jenis perawatan preventif *operational* :
   $\overline{Mpt}$ = 2,44 jam

Menghitung Waktu Rata-Rata Pemeliharaan Aktif ($\bar{M}$)

Persamaan matematis yang digunakan adalah :

1. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif untuk jenis kerusakan *mechanical*.
   $\bar{M}$ = 10,10 jam
2. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif untuk jenis kerusakan *electrical*.
   $\bar{M}$ = 5,17 jam

3. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif untuk jenis kerusakan *operational.*
   $\bar{M}$ = 2,20 jam

Menentukan MDT *(Maintenance Down Time)*

MDT *(Maintenance Down Time)* adalah total waktu manakala konveyor tidak dapat beroperasi. Persamaan matematis yang digunakan adalah (II.26) :

1. MDT (*Maintenance Down Time)* untuk jenis kerusakan *mechanical*
   MDT = 1,98 jam
2. MDT *(Maintenance Down Time)* untuk jenis kerusakan *electrical.*
   MDT = 1,45 jam
3. MDT (*Maintenance Down Time)* untuk jenis kerusakan *operational.*
   MDT = 1,10 jam

Menentukan Nilai Parameter *Availability*.

Operasional availability adalah probabilitas suatu sistem atau peralatan jika digunakan di bawah kondisi yang telah ditetapkan dalam operasi lingkungan yang nyata akan beroperasi memuaskan jika dioperasikan.

1. Operasional Availability (Ao) untuk jenis kerusakan *mechanical.*
   Ao = 0,997 = 99,7%
2. Operasional Availability (Ao) untuk jenis kerusakan *electrical.*
   Ao = 0,999 = 99,9 %
3. Operasional Availability (Ao) untuk jenis kerusakan *operasional.*
   Ao = 0,999 = 99,9 %

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan secara keseluruhan tingkat keandalan ketel uap sudah baik, berada pada rata-rata 99,16 %, dan tingkat *availability* masih berada pada rata-rata 99,64 % yang berarti tidak mengalami penurunan yang besar selama periode waktu operasi.

Laju kerusakan yang menggambarkan tingkat kerusakan selama penggunaan masing-masing komponen juga tidak mengalami peningkatan yang tinggi sejalan dengan lamanya waktu operasi, dimana hanya mencapai rata-rata 0,00035 kerusakan per jam.

SARAN

Perusahaan sebaiknya melaksanakan total produksi *maintenance*, yang melibatkan seluruh karyawan bagian *facility operation* untuk melakukan perawatan, yaitu berupa tindakan pemeriksaan

setiap hari sebelum atau selama konveyor dioperasikan dan melaporkan ke bagian *maintenance repair* jika mendapati masalah yang tidak normal dalam pengoperasian konveyor

Perawatan preventif yang dilakukan selama ini perlu lebih dioptimalkan terutama dalam pengawasan kedalam masalah mekanikal yang mempunyai tingkat laju kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan laju kerusakan elektical maupun operasional / instalasi.

Pengaturan dan penjadwalan bergilir dalam pengoperasian konveyor secara konsisten dilakukan agar konveyor dapat diketahui performanya dan juga meminimalkan laju kerusakan konveyor akibat lamanya beroperasi.

DAFTAR PUSTAKA

Boediono dan Koester Wawan, 2002, Statistika dan Probabilitas, edisi kedua, penerbit PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.

Campbell, John D and Jardine, Andrew K.S, 2001, *Maintenance Excellence*, edisi pertama, Marcel Dekker, Inc, New York.

Departemen Tenaga Kerja Republik Indonesia, 1970, Bahan Pelatihan Operator Ketel Uap Kelas I, Jakarta.

Departemen Tenaga Kerja Republik Indonesia, 2006, *Manual Operation Book*, Pelintung.

Ebeling, E Charles, 1997, *Reliability and Maintainability Engineering*, Mc Graw Hill Book Co, Singapura.

Waluyo, Sihono Dwi. 2000. "Statistika Untuk Pengambilan Keputusan". Jakarta.

PENGEMBANGAN *STANDAR OPERATING PROCEDURE* (SOP) PENGOLAHAN PASCA PANEN RIMPANG KUNYIT PADA KLASTER BIOFARMAKA KARANGANYAR DENGAN PENDEKATAN *PLAN, DO, CHECK, DAN ACT (PDCA)*

Fakhrina Fahma
Laboratorium Sistem Kualitas, Jurusan Teknik Industri FT-UNS
E-mail : fakhrina09@gmail.com

ABSTRAKS
Klaster Biofarmaka Karanganyar berpotensi tinggi menjadi salah satu sentra biofarmaka di Indonesia. Komoditas utamanya adalah jahe, temulawak, dan kunyit. Produktivitas klaster mencapai 1400 ton dengan luas lahan sekitar 270 ha. Di tingkat petani, produk biofarmaka dijual dalam bentuk rimpang, simplisia, dan serbuk. Harga rimpang biofarmaka tetap pada kisaran yang sangat rendah (terlebih pada saat panen), sehingga menjual hasil panen dalam bentuk rimpang menjadi tidak menguntungkan. Untuk meningkatkan nilai tambahnya, beberapa kelompok petani biofarmaka di Kabupaten Karanganyar mencoba mengolah rimpang menjadi simplisia karena harga jual simplisia relatif lebih baik. Simplisia selanjutnya dapat dijual ke industri jamu besar yang telah memiliki komitmen untuk menampungnya dengan standar yang telah ditentukan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mencapai standar pabrikan baik dari sisi kualitas maupun kuantitas. Salah satu diantaranya adalah dengan penerapan teknologi tepat guna memperbaiki proses produksi simplisia yang telah ada. untuk menjamin kualitas produk yang dihasilkan oleh Klaster Biofarmaka diperlukan perbaikan sistem kualitas secara kontinyu dan berkesinambungan (continuous improvement). Tahapan PDCA dalam continuous improvement juga dapat diimplementasikan untuk perbaikan dokumentasi mutu berupa Standard Operating Procedure (SOP) sebagai konsekuensi dari perbaikan proses. Standard Operating Procedure (SOP) merupakan sistem yang disusun untuk memudahkan, merapikan, dan menertibkan pekerjaan yang berisi urutan proses melakukan pekerjaan dari awal hingga akhir.
Kata kunci: biofarmaka, *continuous improvement*, PDCA, SOP.

PENDAHULUAN

Biofarmaka merupakan sediaan dari bahan alam (nabati maupun hewani) yang mempunyai efek farmakologis, untuk makanan atau minuman, suplemen makanan, kosmetik, maupun obat. Produk Biofarmaka semakin populer dan luas digunakan karena menawarkan banyak alternatif dan lebih terjangkau dibandingkan obat-obat farmasi. Berkembangnya produk biofarmaka juga didorong oleh adanya perubahan persepsi sosial masyarakat yang mulai menganggap obat sintetis adalah senyawa kimia yang merupakan racun bagi tubuh. Persepsi ini memunculkan sebuah tren baru, " *back to nature"*,demi menghindari efek samping dari obat kimia. Di Indonesia, permintaan terhadap produk-produk biofarmaka memiliki peningkatan yang prospektif. Hal ini ditunjukkan dari nilai perdagangan obat herbal yang mengalami peningkatan 15% per tahun sedangkan obat kimia hanya 3% per tahun (Departemen Pertanian, 2007).

Menurut Gudegnet, (2011) Jawa Tengah merupakan wilayah penghasil biofarmaka terbesar di Indonesia dengan menyuplai 50% kebutuhan nasional. Dari sejumlah wilayah di Jawa Tengah, kabupaten Karanganyar merupakan sentra produksi biofarmaka terbesar. Luas areal penanaman biofamakanya mencapai ± 270 hektar berada di daerah lereng gunung Lawu yang sangat subur. Terdapat 10 kelompok tani biofarmaka yang menghimpun 400 petani dengan jumlah produksi mencapai 1.390.700 kg per tahun. Komoditi andalan biofarmaka kabupaten Karanganyar, yaitu jahe, kunyit, temu lawak, kencur, lengkuas, kunir putih, bengkle, temu kunci, kunyit rasa, dan temu ireng (Balitbang Propinsi Jateng, 2010).

Namun demikan sampai dengan saat ini dampak peningkatan permintaan produk biofarmaka terhadap kesejahteraan petani di kabupaten Karanganyar belum dapat dirasakan. Di tingkat petani, produk biofarmaka dijual dalam bentuk rimpang, simplisia, dan serbuk (disajikan pada Gambar 1). Rimpang adalah hasil panen tanaman biofarmaka yang segar dan belum diolah, sedangkan simplisia adalah rimpang yang telah dipotong atau diiris (ketebalan 4-8 mm) dan dikeringkan sampai kadar air kurang dari 10%. Dan serbuk adalah simplisia biofarmaka yang diolah menjadi serbuk seperti tepung. Harga rimpang biofarmaka tetap pada kisaran yang sangat rendah, harga kunyit misalnya hanya pada kisaran Rp. 2.000 – Rp.2.500 per kg, sedangkan biaya produksi mencapai Rp. 3.268 per kg (Fahma, dkk., 2011). Pada saat panen, harga jualnya tersebut bisa jauh lebih rendah. Sehingga bagi petani menjual hasil panen dalam bentuk rimpang sangatlah tidak menguntungkan. Selain itu, dalam bentuk rimpang,

ancaman degradasi mutu akibat penyimpanan juga akan semakin menurunkan nilai jualnya. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan nilai tambahnya, maka kelompok petani biofarmaka di kabupaten Karanganyar mengolah rimpang menjadi simplisia. Harga jual simplisia relatif lebih baik, untuk simplisia kunyit misalnya berkisar Rp. 25.000 – Rp. 35.000 per kg.

Simplisia adalah rimpang yang telah dipotong atau diiris dengan ketebalan tertentu dan dikeringkan sampai kadar air kurang dari 10% (Gambar 1). Dalam pengolahan simplisia, ada dua proses pengolahan yang utama yaitu proses pemotongan dan pengeringan. Kedua proses ini secara terus menerus dilakukan perbaikan. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan selalui memperbaiki peralatan yang digunakan melalui penerapan teknologi tepat guna pada kedua proses yaitu penggunaan alat pemotong dan alat pengering solar dryer (seperti disajikan pada Gambar 2). Semua upaya tersebut ditujukan untuk memenuhi standar kualitas pabrikan.

(a) (b)

Gambar 1. Produk Biofarmaka di tingkat petani : (a.) rimpang (b.) simplisia

Perbaikan proses ini merupakan titik awal dari *continuous improvement*. Tjiptono dan Diana (1996) menyatakan bahwa *continuous improvement* tidak sekedar memecahkan masalah, tetapi juga memperbaiki penyebab penyimpangan dari standar yang ditetapkan. Gaspersz (2006) menyatakan bahwa *continuous improvement* merupakan salah satu cara untuk mengendalikan proses yang sedang berlangsung agar terjadi peningkatan kualitas. Dengan menerapkan *continuous improvement* diharapkan kualitas simplisia dapat memenuhi standar mutu pabrik, sebab dilakukan perbaikan secara terus-menerus sejak dari prosesnya. Penerapan *continuous improvement* dilakukan dalam empat tahap sesuai dengan siklus Deming yaitu *plan*, *do*, *check*, dan *act* (PDCA).

Tahapan PDCA ini juga dapat diimplementasikan untuk perbaikan dokumentasi mutu berupa *Standard Operating Procedure* (SOP) sebagai konsekuensi dari perbaikan proses. Tahapan PDCA dimulai dari perencanaan perbaikan, pelaksanaan rencana perbaikan, pemeriksaan hasil rencana, dan tindakan korektif terhadap hasil yang diperoleh yang berupa standarisasi prosedur pasca panen dalam bentuk *Standard Operating Procedure* (SOP) yang dapat diimplementasikan di Klaster Biofarmaka. *Standard Operating Procedure* (SOP) merupakan sistem yang disusun untuk memudahkan, merapikan, dan menertibkan pekerjaan yang berisi urutan proses melakukan pekerjaan dari awal hingga akhir (Ekotama, 2011). SOP merupakan bagian dari sistem dokumentasi mutu. Pengembangan dan penggunaan SOP dapat meminimasi variasi output dan meningkatkan kualitas melalui implementasi yang konsisten pada proses atau prosedur di dalam organisasi (*U.S. EPA*, 2007).

a). Proses pemotongan kunyit

b). Proses Pengeringan

Gambar 2.Perbaikan proses pengolahan simplisia melalui penerapan teknologi tepat guna

METODOLOGI

Metodologi penelitian dibagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap awal penelitian, tahap pengumpulan dan pengolahan data serta tahap akhir penelitian. Secara lengkap metodologi penelitian disajikan pada Gambar 3.

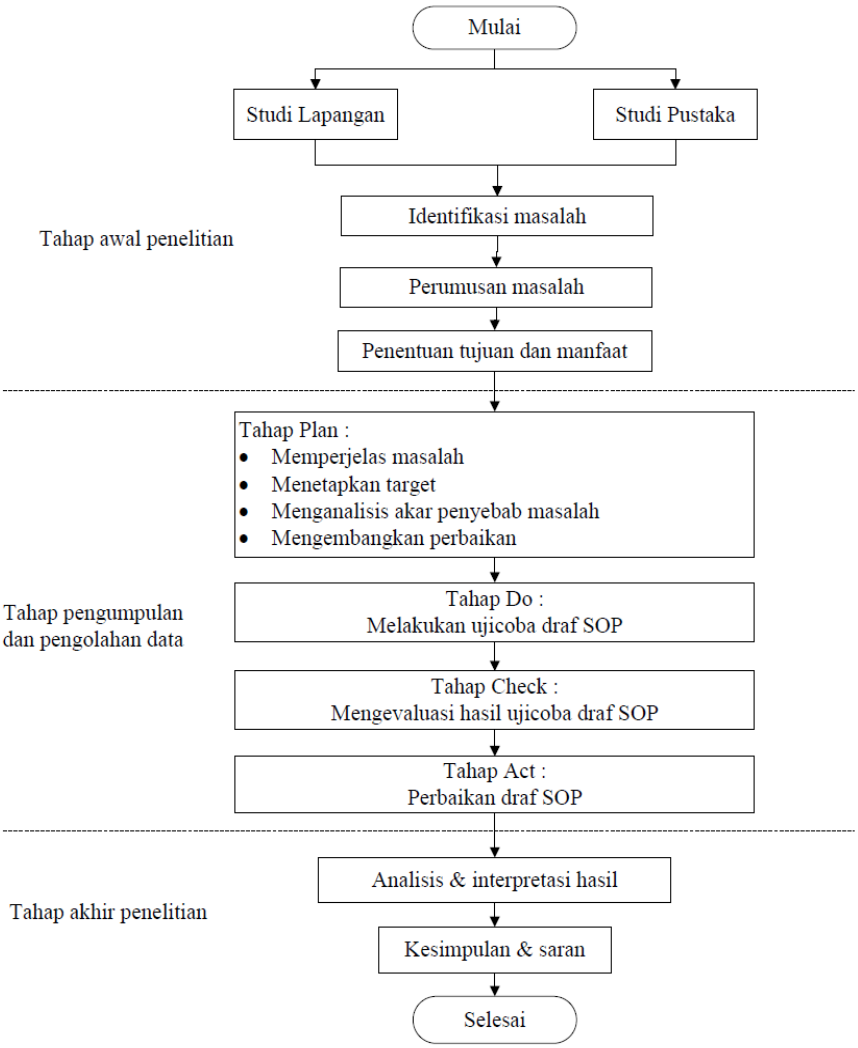
Pengumpulan dan pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *PDCA* yang mengacu pada "*The Toyota BusinessPractices*(ver.1.3)" yang ditulis oleh Toyota Institute (2005).

1. Tahap *Plan*

Pada tahap ini dideskripsikan tujuan utama yang ingin dicapai Klaster Biofarmaka Karanganyar. Tujuan utama yang ingin dicapai Klaster didapatkan dari hasil pemaparan dan wawancara dengan pengurus Klaster Biofamaka Karanganyar. Kondisi saat ini yang menjadi fokus penelitian adalah prosedur pengolahan pasca panen rimpang di Klaster Biofarmaka Karanganyar, dimana telah terjadi perbaikan proses pengolahan simplisia. Tahap ini dilakukan melalui studi pustaka terhadap *SOP* hasil penelitian Fahma, dkk (2012), pengamatan langsung ke lapangan, wawancara dengan Pengurus Klaster dan petani dan bagian *Quality Controll* PT. Sido Muncul.

Selanjutnya ditetapkan target penyelesaian masalah yang didasarkan pada hasil identifikasi masalah. Setelah target ditetapkan, akar penyebab masalah dieksplorasi melalui pengamatan dan wawancara di lapangan. Hasil eksplorasi kemudian ditampilkan dalam *fish bone diagram* yang memuat akar penyebab masalah dari faktor *man*, *method*, *machine*, *material*, dan *environment*.

Setelah diketahui akar penyebab masalah, langkah selanjutnya adalah membuat rencana perbaikan. Rencana perbaikan arahannya diperbaiki melalui *SOP*. Hasil dari tahap ini yaitu draf *SOP* disertai dengan formulir untuk mendokumentasikan kegiatan.



Gambar 3. Metodologi Penelitian

2. Tahap *Do*

Draf *SOP* dan formulir yang telah dibuat pada tahap *plan* diujicobakan di Klaster Biofarmaka Karanganyar. Kegiatan uji coba draf *SOP* didokumentasikan dalam bentuk foto dan video untuk mempermudah proses evaluasi. Hasil dokumentasi *SOP* disosialisasikan kepada petani Klaster Biofarmaka Karanganyar untuk dievaluasi dan memperoleh umpan balik dari petani.

3. Tahap *Check*

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap uji coba draf *SOP*. Evaluasi menggunakan *checklist* yang berisi prosedur, tanda periksa prosedur (terlaksana atau tidak terlaksana) dan kendala yang dihadapi. Hasil evaluasi dan umpan balik dari petani dipaparkan pada tahap ini sebagai bahan pertimbangan untuk memperbaiki draf *SOP* dan formulir kegiatan.

4. Tahap *Act*

Kendala ujicoba draf *SOP* dan umpan balik dari petani yang telah didokumentasikan pada tahap *check*, ditindaklanjuti dengan melakukan perbaikan pada draf *SOP*. Hasil perbaikan draf *SOP* disusun menjadi dokumen *SOP* dan dipersiapkan untuk implementasi.

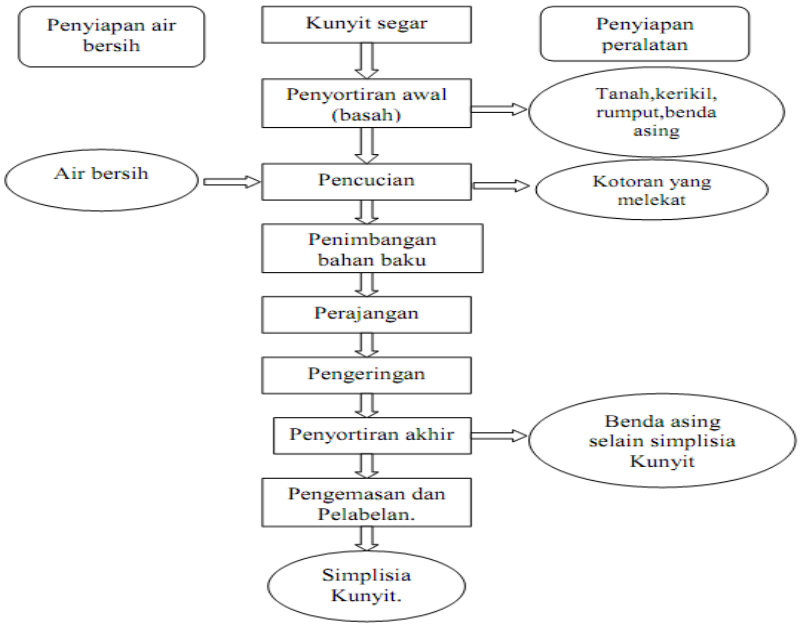
HASIL DAN PEMBAHASAN

Simplisia adalah rimpang yang telah dipotong atau diiris dengan ketebalan tertentu dan dikeringkan sampai kadar air kurang dari 10%. Proses produksi disajikan pada Gambar 4. Permasalahan utama yang dihadapi oleh petani biofarmaka adalah kesulitan simplisia hasil produksi petani menembus pasar pabrikan. Hal ini disebabkan karena simplisia petani tidak dapat memenuhi standar pabrikan, yaitu:

1. Kebenaran Bahan

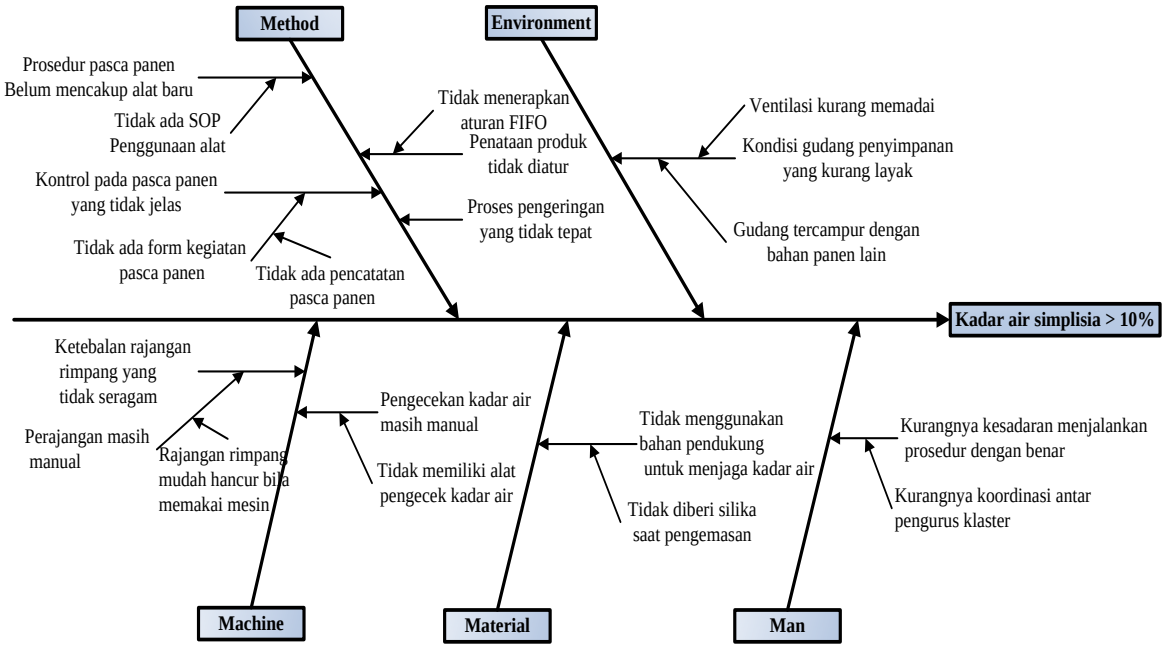
Bahan yang masuk dalam gudang bahan baku perusahaan jamu harus diperiksa kebenarannya. Hal ini sangat penting dalam proses pengolahan karena bahan-bahan dari industri ini yang sangat beragam dan memungkinkan adanya kesalahan dalam penerimaan serta distribusi bahan baku dari supplier. Untuk membuktikan kebenaran bahan, dapat dilakukan dengan pengujian secara organoleptik (melihat kenampakan fisik bahan meliputi warna dan aroma) dan juga melalui pengujian kimia.

2. Kadar Air Bahan
   Bahan baku yang diterima oleh perusahaan jamu disimpan dalam gudang dan harus dalam bentuk yang kering. Hal ini bertujuan untuk menjaga bahan baku dari kerusakan karena bahan baku tidak langsung diolah. Oleh karena itu bahan baku harus siap untuk disimpan dalam waktu yang lama. Hal ini sangat mempengaruhi keadaan mikrobiologis bahan, maka perusahaan membuat standarisasi simplisia kering yaitu dengan kadar air maksimal 10%.
3. Kebersihan Bahan
   Bahan baku yang diterima dan diolah oleh perusahaan jamu harus dalam keadaan bersih. Keadaan ini meliputi kebersihan bahan baku secara fisik (tanah, debu, pasir) dan mikrobiologi (bebas dari bakteri patogen). Hal ini sangat penting mengingat keberadaan kontaminan yang sangat berpengaruh pada pengolahan selanjutnya.



Gambar 4. Proses Produksi Simplisia (Balitro, 2007)

Dari standar pabrikan tersebut dapat diketahui bahwa target utama yang akan diselesaikan adalah problem untuk memenuhi kadar air di bawah 10%. Kadar air yang tinggi Antara lain disebabkan oleh banyak factor seperti disajikan pada *fishbone* diagram pada Gambar 5.



Gambar 5. ***Fish Bone Diagram***

Berdasarkan identifikasi penyebab permasalahan tersebut, selanjutnya dibuat rencana perbaikan seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. ***Improvement Plan***

Faktor	Permasalahan	Improvement
Machine	• Alat pemotong manual menghasilkan ukuran ketebalan simplisia yang tidak seragam. • Hasil rajangan menggunakan mesin pemotong listrik hancur • Daya listrik sangat besar shg tidak ekonomis. • Alat pengering manual menyebabkan kontaminasi (debu, kerikil, dll).	• Membuat alat pemotong manual tetapi memiliki produktivitas tinggi. • Membuat alat pengering solar dryer
Method	• Belum ada SOP untuk penggunaan alat yang baru.	• Merancang SOP yang mencakup penerapan alat baru. • Menerapkan prinsip FIFO. • Mencatat seluruh kegiatan dalam proses pasca panen. • Mengevaluasi jalannya prosedur pasca panen agar sesuai dengan SOP.

Berikut adalah rancangan awal SOP pasca panen rimpang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rancangan SOP Pengolahan simplisia Kunyit

Tahapan Pasca Panen	Prosedur Operasional
Tahap pengumpulan rimpang segar	1. Petugas menerima bahan baku rimpang yang dikumpulkan oleh petani/kelompok tani/gabungan kelompok tani; atau 2. Petugas menerima bahan baku rimpang dari hasil panen lahan milik klaster. 3. Pilih rimpang yang cukup umur panennya (8-10 bulan) dan dalam kondisi yang masih bagus (tidak busuk dan tidak tumbuh tunas). 4. Mengisi *form* kegiatan pengumpulan bahan baku.
Tahap penyortiran basah	1. Cuci tangan dan gunakan sarung tangan bersih sebelum proses penyortiran 2. Bersihkan rimpang dari tanah dengan menggunakan cara dipukul-pukulkan perlahan. 3. Bersihkan rimpang dari akar dengan menggunakan pisau serta jangan mengupas kulit rimpang. 4. Memisahkan rimpang yang akan dibuat sebagai simplisia dengan bahan rimpang segar. 5. Mengisi *form* kegiatan sortasi basah.
Tahap pencucian rimpang	1. Cuci rimpang dengan air mengalir untuk membersihkan dari sisa tanah yang masih menempel kemudian bilas pada bak air. 2. Tiriskan rimpang dan hindari kontaminasi langsung dengan tanah atau lantai. 3. Letakkan rimpang pada wadah yang bersih. 4. Timbang rimpang untuk mengetahui berat rimpang basah 5. Mencatat berat rimpang basah pada *form* kegiatan pencucian.
Tahap perajangan rimpang	1. Menggunakan alat manual perajang rimpang. a. Siapkan alat perajang dan pastikan kebersihan pisau. b. Setel pisau dengan ketebalan yang diinginkan c. Pasang alat pengaman tangan yang terbuat dari karet ban. d. Gosokkan rimpang pada alat perajang hingga melewati pisau. e. Ambil hasil rajangan rimpang. f. Mengisi *form* kegiatan perajangan rimpang 2. Menggunakan mesin perajang rimpang kunyit. a. Siapkan mesin pemotong kunyit, dan bahan rimpang yang akan dirajang. b. Siapkan kunyit segar pada wadah penampung. c. Siapkan wadah untuk menampung rajangan kunyit di bawah pisau pemotong. d. Ambil dan letakkan satu per satu rimpang kunyit pada base frame. e. Tekan tuas penggerak sampai irisan kunyit keluar dari sela blade/pisau. f. Lepaskan tuas batang penggerak. g. Lakukan berulang-ulang sampai semua rimpang kunyit dirajang. h. Bersihkan blade dengan kuas jika ada irisan kunyit yang terselip i. Ambil hasil rajangan temulawak dari wadah. . j. Mengisi form kegiatan perajangan rimpang
Tahap pengeringan rimpang	1. Siapkan alat pengering di tempat yang terik (terkena matahari). 2. Letakkan *solar air collector* menghadap utara-selatan 3. Letakan rajangan rimpang di atas rak pada chamberdan tidak boleh ditumpuk. 4. Atur exhaust/ lubang bukaan udara (Jika panas terik bisa dibuka penuh) 5. Saat penjemuran rimpang tidak dibolak-balik. 6. Rimpang dijemur sampai kadar air 10% yang ditandai dengan rimpang kering mudah dipatahkan dan terdengar bunyi ‘klik’. 7. Mengisi form kegiatan pengeringan rimpang..
Tahap penyortiran akhir	1. Cuci tangan dan gunakan sarung tangan bersih sebelum proses penyortiran 2. Sortir simplisia yang telah kering berdasarkan hasil pengeringan menjadi tiga *grade* yaitu *grade* A, B, dan C. a. *Grade* A apabila bentuk simplisia yang utuh dan berukuran besar. b. *Grade* B apabila bentuk simplisia yang utuh dan ukurannya kecil. c. *Grade* C apabila bentuk simplisia hancur. 3. Timbang simplisia untuk mengetahui perbandingan hasil rimpang kering dengan rimpang basah. Untuk menghasilkan 1 kg simplisia diperlukan 7 kg rimpang basah.

	4. Mengisi *form* kegiatan sortasi akhir
Tahap pengemasan dan pelabelan	1. Cuci tangan dan gunakan sarung tangan bersih sebelum proses pengemasan. 2. Siapkan bahan pengemas yang berupa plastik yang kedap udara. 3. Masukkan simplisia ke dalam kemasan. 4. Menimbang berat bersih untuk setiap kemasan. 5. Masukan *silica gel* ke dalam kemasan agar simplisia tetap kering dan tidak lembab. 6. Tutup kemasan dengan menggunakan mesin pres. 7. Beri label produk yang memuat in*form*asi tentang simplisia, seperti nomer kode, nama simplisia, tanggal penyimpanan, berat simplisia. 8. Jika simplisia akan dikirim, masukkan simplisia yang sudah dikemas ke dalam karung. Karung ditutup dengan cara dijahit hingga rapat. 9. Mengisi *form* kegiatan pengemasan
Tahap penyimpanan	1. Penyimpanan produk jadi: a. Siapkan tempat yang digunakan untuk menyimpan produk jadi. b. Susun produk (simplisia) pada rak yang telah disiapkan berdasarkan jenis simplisianya. c. Atur tempat penyimpanan dari sisi kanan untuk memudahkan barang pertama masuk dan pertama keluar (*First In First Out*). d. Simpan simplisia dalam gudang yang bersih, tidak lembab, dan tidak dicampur dengan bahan lain. e. Mengisi *form* kegiatan penyimpanan. 2. Pemeliharaan persediaan produk: a. Jaga selalu kerapian penataan produk-produk di gudang. b. Bersihkan kotoran/sampah yang terdapat di sekitar area gudang dengan menggunakan alat kebersihan. c. Bersihkan lantai gudang secara rutin. d. Amankan gudang dari gangguan binatang pengerat dan serangga dengan cara memantau kondisi gudang dan memberi ram pada ventilasi gudang. e. Lakukan pengamatan produk satu bulan sekali untuk mengecek kadar air. f. Sebelum dikirim jemur kembali simplisia untuk menjaga kadar air.

Evaluasi menggunakan media *checklist* yang berisi tahapan kegiatan, prosedur, tanda periksa dan keterangan. Prosedur yang dapat dilaksanakan ditandai dengan tanda *check* (□). Prosedur yang tidak dapat dilakukan ditandai dengan tanda strip (-).

Berdasarkan uji coba dan sosialisasi draf *SOP* di kelompok tani diperoleh evaluasi dan umpan balik terhadap draf *SOP* dan formulir kegiatan. Evaluasi dan umpan balik dari petani antara lain, sebagai berikut :

1. Petani mengalami kesulitan untuk mengisi formulir kegiatan. Hal ini dikarenakan banyak petani yang tidak bisa membaca dan menulis.
2. Tenaga kerja yang bekerja di Klaster saat proses pasca panen hanya sedikit sehingga proses pasca panen seperti pengumpulan rimpang dan pencucian tidak berjalan maksimal.
3. Pencucian menggunakan air mengalir membutuhkan biaya yang banyak karena harus membeli air. Pencucian menggunakan mesin pencuci rimpang yang ada di Klaster membutuhkan daya listrik yang besar.
4. Pemisahan simplisia berdasarkan bentuk yang utuh atau hancur lebih mudah dilakukan karena tidak ada alat sortir.

Hasil evaluasi terhadap draf *SOP* pasca panen serta formulir kegiatan menunjukkan bahwa perlu dilakukan perbaikan pada beberapa prosedur. Pada Tabel 3 disajikan contoh perbaikan yang dilakukan.

Tabel 3. Hasil Evaluasi SOP

Tahap	Prosedur Awal	Prosedur Hasil Evaluasi
Penyortiran Akhir Simplisia	3. Memisahkan simplisia dari benda-benda asing yang masih tertinggal dengan inspeksi 100 % yaitu dengan menghamparkan simplisia pada wadah yang bersih dan mengambil benda-benda asing yang masih ada. 4. Mengisi formulir kegiatan sortasi akhir	4. Mengisi formulir kegiatan sortasi akhir.
Pengemasan dan pelabelan	1. Mencuci tangan dan menggunakan sarung tangan bersih sebelum proses pengemasan.	1. Mencuci tangan sampai bersih sebelum proses pengemasan.

KESIMPULAN

1. SOP yang dibuat antara lain adalah *standard operating procedures* pembuatan simplisia yang terdiri dari pengumpulan bahan baku, sortasi basah, pencucian, perajangan, pengeringan, sortasi kering, pengemasan, penyimpanan simplisia.
2. Sebagai dokumentasi proses dibuat formulir pencatatan kegiatan pasca panen antara lain adalah formulir pengumpulan bahan baku rimpang, formulir pencatatan sortasi dan pencucian, formulir pencatatan perajangan, formulir pencatatan pengeringan, formulir pencatatan sortasi akhir, formulir pengemasan simplisia, dan formulir penyimpanan simplisia.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penelitian dan Pengembangan. 2010. *Identifikasi Potensi dan Prospek Pengembangan Klaster Biofarmaka*. Karanganyar: Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Jawa Tengah.

Departemen Pertanian. 2007. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Tanaman Obat*. Jakarta : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Ekotama, Suryono. 2011. *Standard Operating Procedures*. Jakarta : Media Presindo.

EPA. 2007. *Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs)*. Washington DC : United States Environmental Protection Agency.

Fauzi, Achmad. 2008. *Development of Quality Improvement Framework Based on Japanese Practices for Electrical and Electronics Industries*. Universiti Teknologi Malaysia.

Foster. 1995. *The PDCA Improvement Process.* New Jersey : Prentice-Hall International Inc.

Furuy, R., Honda, Y., Inoe, H., Kaneko, N., Miyauchi, I., dan Yagi, Y. 2003. *Handbook for TQM and QCC*. Japan Inter-American Development Bank.

Gaspersz, Vincent. 2006. *Total Quality Management untuk Praktisi Bisnis dan Industri*.Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Katno. 2008. *Pengelolaan Pasca Panen Tanaman Obat*. Tawangmangu: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional.

Kementrian Pertanian. 2011. *Budidaya Kunyit*. Jakarta: Direktorat Jenderal Hortikultura Direktorat Budidaya dan Pascapanen Sayuran dan Tanaman Obat.

Klaster Biofarmaka. 2011. *Profil Klaster Biofarmaka Kabupaten Karanganyar*. Karanganyar: Klaster Biofarmaka.

Tambunan, R.M. 2011. *Pedoman Teknis Penyusunan Standard Operating Procedures*. Jakarta : Maiestas Publishing.

Tjiptono, F dan Diana, A. 1996. *Total Quality Management*. Yogyakarta : Andi Offset.

Widiyastuti, Yuli. 2004. *Penanganan Hasil Panen Tanaman Obat Komersial*. Depok: Penebar Swadaya.

Yang, K. and B. El-Haik. 2003. *Design for Six Sigma A Roadmap for Product Development*. New York : McGraw-Hill.

ANALISIS PRODUKTIVITAS KERJA MENGGUNAKAN TABEL STANDAR KERJA (TSK) DAN *LOADING CHART* PADA PROSES PRODUKSI

[1]Siti Nandiroh, [2]Joko Priyono
[1.2]Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta
[1]Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan Sukoharjo
Email : Siti.Nandiroh@ums.ac.id

ABSTRAKSI
PT.Garudafood Putra Putri Jaya Divisi Coated Peanut, Pati, Jawa Tengah melakukan terobosan baru dengan membuat produk-produk baru antara lain, biskuit, jelly, minuman, kripik, dan yang terbaru yaitu popcorn. Pada lini 7 kripik kentang Leo, diketahui bahwa kelemahan produktivitas produk dan efisiensi tenaga kerja dipengaruhi oleh 5 faktor yaitu, pekerjaan yang tidak produktif, sering terjadi kerusakan mesin, aktivitas kerja yang tidak menghasilkan nilai tambah, lingkungan kerja yang kurang ergonomis, serta proses cleaning yang terlalu lama. Untuk mengatasi faktor-faktor tersebut maka dilakukan standarisasi kerja yaitu melakukan analisa dengan menggunakan Tabel Standarisasi Kerja (TSK) sehingga dapat diketahui cycle time, takt time lead time dan loading time dari proses kerja,serta tabel Loading Chart untuk mengetahui waktu ideal dan waktu aktualnya. Hasil analisa yang menggunakan Tabel Standar Kerja (TSK) yaitu pada area Mixing semua operator bekerja dengan optimal. Sedangkan analisa yang dilakukan dengan menggunakan Loading Chart yaitu pada operator produksi secara menyeluruh (Sheeting,Langsir Gudang, Frying) semua operator bekerja secara tidak optimal.

Kata Kunci: *Cycle Time,Lead Time, Loading Chart, Loading Time,TSK*.

PENDAHULUAN

Data hasil *survey* yang dilakukan oleh *Corithian Infopharma Corpora* (CIC) dengan judul *Study Regarding Snack Industry and Marketing in Indonesia* dinyatakan bahwa kacang Garuda berhasil menguasai 65% pangsa pasar produk makanan kacang di Indonesia, jauh meninggalkan merek produk kacang di posisi kedua yang menguasai 20% sedangkan 15% lainnya diperebutkan oleh berbagai merek. Untuk menjaga dari lebih meningkatkan konsistensi pasokan dan produksi *care business*, Garuda food sudah melakukan berbagai terobosan manajemen. (Sumber : *Company Profile* PT Garudafood). Sejalan dengan hasil yang dicapai oleh perusahaan, lantai produksi harus mampu mengimbangi terobosan manajemen tersebut, dengan meningkatkan kemampuan proses produksinya. Salah satu faktor yang sangat diperlukan untuk menunjang percepatan produksi adalah dengan adanya standarisasi pekerjaan. Standardisasi atau pembakuan adalah aturan tentang apa saja yang dianggap perlu untuk dibakukan dan dikomunikasikan secara tertulis. Dalam proses standardisasi kerja, standar kerja merupakan hal penting yang harus diperhatikan. Standar kerja ini biasanya dimanifestasikan berupa *WorkInstruction (*WI) atau Instruksi Kerja (IK).

Adapun tujuan standar kerja dibuat adalah sebagai berikut:

a. Salah satu sarana untuk implementasi *Built in Quality* (BIQ)
b. Sebagai visualisai untuk mendapatkan problem dan melakukan strategi kaizen
c. Sebagai petunjuk dan panduan kerja bagi yang melakukan proses tersebut
d. Menghindari terjadinya penyimpangan proses
e. Sebagai pengendali visual (*visual control*) dari proses kerja
f. Menjaga agar proses yang dilakukan oleh siapa pun tetap sama.

Standar kerja sangat berkaitan dengan suatu pekerjaan. Standar kerja akan menentukan proses kerja yang akan berpengaruh banyak dalam mempengaruhi keberhasilan dalam pencapaian sasaran dan target serta mengendalikan faktor-faktor *Quality, cost, delivery, safety,* material, *product, environmental* (QCDSMPE).

ELEMEN STANDARISASI KERJA

Lima elemen penting standardisasi kerja yaitu:

a. *Takt Time* (T/T)

Takt Time adalah waktu yang ditetapkan untuk menghasilkan 1 (satu) satuan produk berdasarkan permintaan yang ada, atau bisa diartikan seberapa cepat atau tiap berapa menit keluar satu unit produk.

$$Takt\ Time = \frac{\text{Waktu kerja yang tersedia}}{\text{Jumlah permintaan}} \quad (1)$$

b. *Cycle Time* (C/T)
   Cycle Time adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu proses dari awal sampai dengan kembali ke awal
c. *Lead Time* (L/T)
   Lead Time adalah waktu yang dibutuhkan oleh satu unit produk untuk melewati satu proses dari awal sampai akhir
d. Urutan kerja
   Urutan kerja adalah urutan yang paling efisien bagi operator dalam memproduksi unit berkualitas
e. Standar stock dalam proses
   Standar stock dalam proses adalah barang dengan jumlah minimum yang harus disiapkan didalam proses agar pekerjaan dapat dilakukan berulang (*continuous*) dengan urutan dan gerakan yang sama.

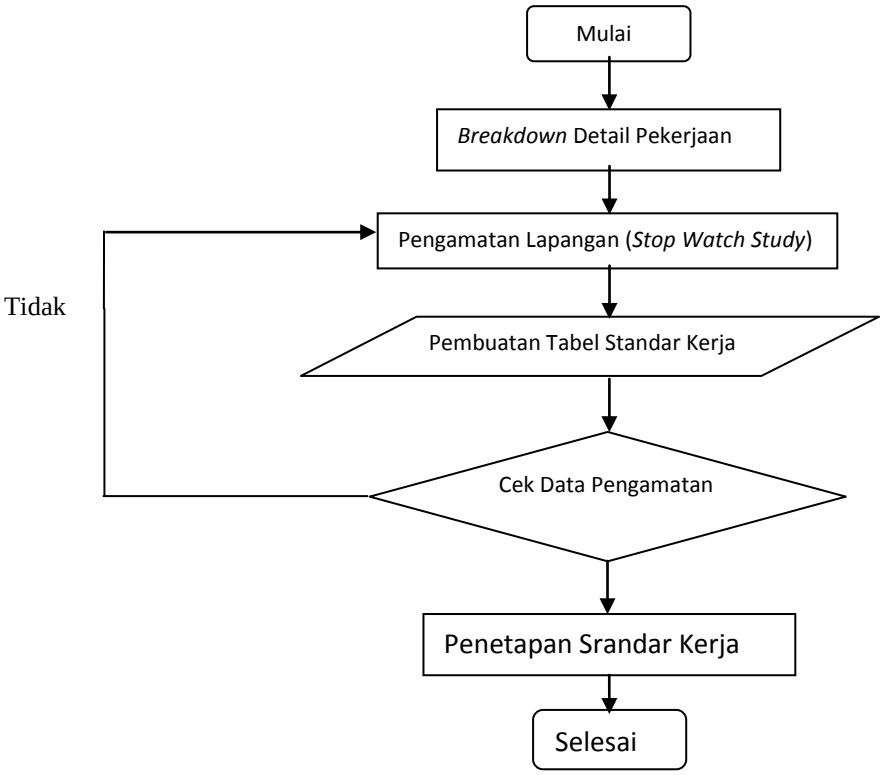
PENERAPAN TABEL STANDAR KERJA

Tabel standar kerja merupakan alat yang digunakan untuk membantu proses standarisasi kerja yang dilakukan pada sebuah pekerjaan. Tabel standar kerja berfungsi sebagai standar, petunjuk, atau order pekerjaan. Sedangkan tujuan dari pembuatan Tabel Standar Kerja (TSK) adalah:

1. Pengendalian proses(penjaminan proses sesuai dengan urutan yang telah ditentukan)
2. Pemerataan pekerjaan (strategi Heijunka)
3. Penentuan *layout tool, equipment,* dan material
4. Penentuan kebutuhan *manpower*

Tabel Standar Kerja sangat efektif untuk diimplementasikan pada proses kerja yang berhenti atau tidak menggunakan *conveyor*.

Pembuatan Tabel Standar Kerja Lini 7 Pada Proses Produksi di Mesin *Mixing* ini dilakukan sesuai dengan prosedur penelitian, seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar1. Prosedur Standar Kerja

Langkah-langkah metode pengukuran dan prosedur kerja menggunakan TSK di PT.Garudafood Putra Putri Jaya Divisi *Coated Peanut* adalah sebagai berikut:

a. *Breakdown* Detail Pekerjaan
   Pembedahan pekerjaan menjadi elemen-elemen rinci dapat dilakuakan dengan mengambil sumber terpercaya, yaitu pada pihak-pihak departemen terkait yang dalam hal ini adalah pihak *Departement*

Product Development dan *Quality Control*. Pihak-pihak terkait menjadi sumber informasi yaitu kepala shift dan *quality control* lapangan secara langsung.

b. Pengamatan Langsung (Metode *Stop Watch Study*)
Untuk observasi langsung terhadap pekerjaan yang dipelajari metode *stop watch study*.

c. Pembuatan Tabel Standar Kerja
Tabel standar kerja dibuat dengan standar yang sudah ada dalam perusahaan serta melibatkan unsur-unsur penting di dalamnya. Unsur-unsur proses, gerakan manusia, *layout* mesin atau alat, *layout* barang diperoleh melalui pengamatan langsung. Untuk elemen waktu dan pergerakan, dan diperoleh dari pencatatan pengamatan, berulang-ulang dari jenis kerja yang repetitif.

d. Penetapan Standar Kerja
Standar yang ditetapkan berlaku pada pekerjaan yang terkait dan pada setiap pekerja yang melakukannya seperti terlihat pada tabel berikut ini,

Tabel 1. Standarisasi Kerja Operator Bagian *Mixing*

Lini Prod. :7 Area : CF Potato
Nama Pekerjaan : mixing
Nama Operator : Suyati

No	URUTAN ELEMEN KERJA		SIKLUS ke (detik)										Rata - rata	Terbanyak muncul
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Membuka tutup mesin mixing	Terbaca	6	6	5	6	6	7	5	5	6	5	6	6
		Individu	**6**	**6**	**5**	**6**	**6**	**7**	**5**	**5**	**6**	**5**		
2	Memasukkan bahan baku Tepung 1	Terbaca	43	38	39	40	34	41	37	39	43	32	34	34
		Individu	**37**	**32**	**34**	**34**	**28**	**34**	**32**	**34**	**37**	**27**		
3	Memasukkan bahan baku Rewolk	Terbaca	84	81	76	81	75	87	78	71	84	73	40	41
		Individu	**41**	**43**	**37**	**41**	**41**	**46**	**41**	**32**	**41**	**41**		
4	Memasukkan bahan baku tepung 2 + formula	Terbaca	116	116	111	111	109	119	115	105	119	103	34	35
		Individu	**32**	**35**	**35**	**30**	**34**	**32**	**37**	**34**	**35**	**30**		
5	Menutup tutup mixing	Terbaca	133	139	127	125	126	136	131	128	136	120	18	17
		Individu	**17**	**23**	**16**	**14**	**17**	**17**	**16**	**23**	**17**	**17**		
6	menghidupkan mixing	Terbaca	137	143	132	129	131	140	135	132	141	125	4	4
		Individu	**4**	**4**	**5**	**4**	**5**	**4**	**4**	**4**	**5**	**5**		
7	Menulis hasil mixing di checklist	Terbaca	163	166	155	160	158	174	166	163	167	159	28	31
		Individu	**26**	**23**	**23**	**31**	**27**	**34**	**31**	**31**	**26**	**34**		
8	Mengeluarkam adonan	Terbaca	185	190	177	183	179	203	188	192	196	181	25	22
		Individu	**22**	**24**	**22**	**23**	**21**	**29**	**22**	**29**	**29**	**22**		
9	Menutiup corong output	Terbaca	202	211	200	201	199	226	205	213	216	204	20	23
		Individu	**17**	**21**	**23**	**18**	**20**	**23**	**17**	**21**	**20**	**23**		
WAKTU 1 SIKLUS		**Detik**	**202**	**211**	**200**	**201**	**199**	**226**	**205**	**213**	**216**	**204**	**208**	**213**
		Menit	3.4	3.5	3.3	3.4	3.3	3.8	3.4	3.6	3.6	3.4	3.47	3.55

Tabel 2. Standarisasi Kerja Operator Bagian Tuang minyak goreng dan air

Lini Prod. : 7 Area : CF Potato

Nama Pekerjaan : Tuang minyak goreng + air
Nama Operator : Nita Rusita

No	URUTAN ELEMEN KERJA		SIKLUS ke (detik)										Rata - rata	Terbanyak muncul
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Memasukkan bahan baku tepung 1	Terbaca	32	32	29	32	32	34	30	32	34	34	32	32
		Individu	**32**	**32**	**29**	**32**	**32**	**34**	**30**	**32**	**34**	**34**		
2	Memasukkan bahan baku rewok	Terbaca	62	64	63	66	64	65	61	62	64	65	32	31
		Individu	**30**	**32**	**34**	**34**	**32**	**31**	**31**	**30**	**30**	**31**		
3	Memasukkan bahan baku tepung 2 + formula	Terbaca	94	98	97	97	98	89	92	94	95	96	31	31
		Individu	**32**	**34**	**34**	**31**	**34**	**24**	**31**	**32**	**31**	**31**		
4	Menaruh container ke bucket	Terbaca	126	130	126	126	128	118	124	126	128	128	31	32
		Individu	**32**	**32**	**29**	**29**	**30**	**29**	**32**	**32**	**33**	**32**		
5	Memasukkan minyak goreng + air	Terbaca	154	159	154	156	155	146	152	156	158	158	29	30
		Individu	**28**	**29**	**28**	**30**	**27**	**28**	**28**	**30**	**30**	**30**		
6	Menyiapkan minyak goring	Terbaca	195	198	191	197	196	187	191	197	199	197	40	41
		Individu	**41**	**39**	**37**	**41**	**41**	**41**	**39**	**41**	**41**	**39**		
7	Menutup kran air	Terbaca	201	203	197	203	202	192	197	203	205	203	6	6
		Individu	**6**	**5**	**6**	**6**	**6**	**5**	**6**	**6**	**6**	**6**		
8	Menyiapkan bahan Tepung 1,2, Formula & rewok	Terbaca	244	244	238	246	243	235	238	244	248	246	42	41
		Individu	**43**	**41**	**41**	**43**	**41**	**43**	**41**	**41**	**43**	**43**		
WAKTU 1 SIKLUS		**Detik**	**244**	**244**	**238**	**246**	**243**	**235**	**238**	**244**	**248**	**246**	**242**	**244**
		Menit	4.1	4.1	4	4.1	4.1	3.9	4	4.1	4.1	4.1	4.04	4.07

Tabel 3. Standarisasi Kerja Operator Bagian Langsir Bahan Baku

SHEET PENGUKURAN WAKTU KERJA

Lini Prod. : 7 Area : CF Potato

Nama Pekerjaan : Langsir Bahan baku

Nama Operator : Siti

No	URUTAN ELEMEN KERJA		SIKLUS ke (detik)										Rata - rata	Terbanyak muncul
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Mengambil +jalan	Terbaca	13	17	14	17	19	14	17	17	17	17	16	17
		Individu	**13**	**17**	**14**	**17**	**19**	**14**	**17**	**17**	**17**	**17**		
2	Pencet tombol + menaikan container	Terbaca	38	39	38	40	42	41	40	38	41	41	24	24
		Individu	**25**	**22**	**24**	**23**	**23**	**27**	**23**	**21**	**24**	**24**		
3	Pencet tombol + menurunkan container	Terbaca	63	63	68	67	74	63	66	60	63	68	26	22
		Individu	**25**	**24**	**30**	**27**	**32**	**22**	**26**	**22**	**22**	**27**		
4	Menaruh kontainer kosong	Terbaca	75	75	85	82	88	78	81	77	76	82	14	14
		Individu	**12**	**12**	**17**	**15**	**14**	**15**	**15**	**17**	**13**	**14**		
WAKTU 1 SIKLUS		**Detik**	**75**	**75**	**85**	**82**	**88**	**78**	**81**	**77**	**76**	**82**	**80**	**77**
		Menit	1.25	1.25	1.42	1.4	1.5	1.3	1.4	1.3	1.3	1.37	1.33	1.28

PENERAPAN *LOADING CHART* (LC)

Loading Chart (LC) digunakan untuk menganalisa pekerjaan 1 orang/operator ,dimana pekerjaannya tidak berulang dan beragam jenis. Dengan menggunakan metode *loading chart* kinerja operator dapat diketahui produktifitas selama bekerja terhadap operator di lini 7 kripik kentang *leo* di bagian mesin *mixing*, *sheeting*, dan *frying*sehingga dapat mengetahui waktu dan aktivitas yang dilakukan selama 1 shift.

Langkah dalam menganalisa kapasitas produksi dengan metode *loading chart*, yaitu:

1. Mendata aktivitas kerja
   Menulis semua aktivitas kerja yang dilakukan selama 1 shift
2. Mendata waktu kerja
   Menulis waktu mulai dan waktu selesai pekerjaan dan dihitung durasi waktu masing-masing pekerjaan
3. Menentukan *actual operating* (waktu yng tersedia rill menghasilkan produk dalam satu periode) &*availabel production chart time* (waktu total yang disediakan untuk melakukan proses produksi yang dikurangi dengan waktu istirahat).

Cara menghitung waktu untuk pekerjaan tidak berulang :

a) Data macam-macam pekerjaan yang dilakukan selama 1 shift + frekuensi pekerjaan tersebut
b) (sama seperti proses pembuatan TSK) → lakukan per masing-masing jenis pekerjaan
   1. Tuliskan urutan pekerjaan
   2. Ambil data waktu
   3. Klasifikasikan elemen kerja
c) Jumlahkan semua data waktu proses

Tabel standarisasi kerja, menggunakan *Loading chart* terlihat pada tabel berikut ini,

Tabel 4. *Loading Chart* Operator *Sheeting* 1

No	Aktifitas	Waktu	Frek
1	briefing dan berdoa	14	1
2	Persiapan	20	1
3	Mensortir papatan mentah	15	6
4	Mengukur lembaran mentah	22	13
5	Menunggu (Mengarahkan pinggiran *sheeting*)	125	25
6	Istirahat	87	1
7	Membersihkan roll *sheeting*	27	14
8	Mengambil rework pinggiran	57	26
9	Menunggu	77	11
10	Memasukkan rework ke container	17	5
11	membersihkan lantai	19	5
Total waktu/Menit		480	108

Tabel 5.*Loading Chart* Operator *Sheeting* 2

No	Aktifitas	Waktu	Frek
1	brifing dan berdoa	9	1
2	Persiapan	22	1
3	Mengambil rewok pinggiran	14	7
4	Memasukkan rewalk ke kontainer	151	29
5	Menunggu (Mengarahkan pinggiran *sheeting*)	38	9
6	istirahat	158	2
7	Membersihkan roll *sheeting*	27	10
8	Membersihkan pinggiran	2	2
9	Membersihkan lantai	15	5
10	Mengambil kontainer	8	7
11	Menunggu	4	3
12	Mensortir papatan	2	1
13	Menaikan kontainer	30	14
Total waktu/menit		480	91

Tabel 6. *Loading Chart* Operator Langsir Gudang

No	Aktifitas	Waktu	Frek
1	briefing dan berdoa	15	1
2	Persiapan	5	1
3	Menaruh kontainer kosong	23	13
4	memasukkan rework	94	29
5	mengambil bahan baku	54	10
6	menunggu	100	28
7	istirahat	65	2
8	membersihkan lantai gudang	20	7
9	membersihkan roll	1	1
10	menata bahan baku	13	3
11	memasukkan formula ke container	4	3
12	menaruh waste mentah	25	1
13	mengambil kontainer kosong	2	1
14	mengambil air	2	2
15	menaikkan container	57	21
Total waktu/menit		480	123

Tabel 7. *Loading Chart* Operator *Frying*

No	Aktifitas	Waktu	Frek
1	brifing dan berdoa	5	1
2	Persiapan	6	1
3	menunggu	266	26
4	mengecek minyak goreng	78	21
6	membuka panel minyak goreng	5	3
8	istirahat	52	1

9	mencatat item dibuku laporan	11	4
10	menulis item di visual board	3	3
11	Mengecek kran air di *Mixing*	2	2
12	memegangi lembaran papatan mentah	12	4
13	memperbaiki pintu produksi	22	1
14	mengecektemperatur *frying*	11	4
15	membersihkan meja kerja	5	2
16	Mengecek pipa saluran *Sheeting*	2	1
Total waktu/menit		480	74

KESIMPULAN

Dari pengamatan dan hasil analisa yang telah dilakukan di Proses produksi kripik kentang *Leo* dengan menggunakan Tabel Standar Kerja (TSK) dan *Loading Chart*, maka dapat disimpulkan hasil sebagai berikut,

a. Hasil analisa menggunakan Tabel Standar Kerja (TSK) yaitu di area *Mixing* semua operator bekerja dengan optimal, dimana *Takt Time* >*Cycle Time.* Operator *Mixing Takt Time* (6,22 detik) >*Cycle Time* (3,55 detik), Operator Tuang Minyak dan Air *Takt Time* (6,22 detik) >*Cycle Time* (4,22 detik), Operator Langsir bahan baku *Takt Time* (2,50 detik) >*Cycle Time* (1,28 detik).
b. Sedangkan analisa yang dilakukan dengan menggunakan *Loading Chart* yaitu pada operator produksi secara menyeluruh (*Sheeting*,Langsir Gudang, *Frying*) semua operator bekerja secara tidak optimal, dimana selisih waktu ideal dengan waktu aktual. Operator *Sheeting* 1, Waktu Ideal (480 menit) < Waktu Aktual (263 menit), Operator *Sheeting* 2, Waktu Ideal (480 menit) < Waktu Aktual (249 menit), Operator Langsir Gudang, Waktu Ideal (480 menit) < Waktu Aktual (112 menit), Oprator *Frying*, Waktu Ideal (480 menit) < Waktu Aktual (105 menit).

DAFTAR PUSTAKA

Ahyari, Agus., (983). *Manajemen Produksi*. Yogyakarta: BPFE

Budiono, Joffrey., (1993) *Analisa Line Balancing dalam Upaya Meningkatkan Output Produksi*. Surabaya: Ubaya

Puspasari,M.,Purnanda.,11Juni 2013.Retrieved from : http://www.garudafood.com/ourcompany/peanut.html

Retno Wulandari., 1 juni 2012.Retrieved from: http://www.Penerapan*Line Manufacturing*.com

Sutalaksana, I.Z.,et. Al., 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja.* Bandung*:* Penerbit ITB.

Til, R., Sengupta, S., Fliedner, G., Tracey, M., & Yamada. K., (2005). Teaching Lean Manufacturing Principles Using an Interdisciplinary Project Featuring Industrial/Academic Cooperation. *35th ASEE/IEEE Frontiers in EducationConference S2J-28*

William J. 1999. Production Operation Management. McGraw: Hill Boston

Yamit, Zulian., 1996. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: CV. Adipura date deposited: 17:35.

ANALISIS KEBUTUHAN MESIN WEIGHING UNTUK MENGURANGI WORK IN PROCESS MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING (STUDI KASUS : LINI 7 FACTORY B PT.GARUDAFOOD PUTRA PUTRI JAYA)

Hadid Triyono, Cucuk Nur Rosyidi
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Telp. 0271-6322110
Email: hadidtriyono@gmail.com,cucuk@uns.ac.id

ABSTRACT

PT.Garudafood Putra Putri Jaya (GPPJ) has a problem in Line 7 Factory B that produces potato chips Leo , which is accumulated amount of WIP in the packing work station . This is due to the lack of the number of machines available to meet production targets. Since the products of the company are snacks , it is not allowed directly exposed to the air in a long period of time because it will damage the quality of the product . The purpose of this study is to determine the required amount of packing machines at the work station in Line 7 Factory B by using Value Stream Mapping and make improvements on the production floor to the criteria of Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Takt time each work station . Value stream mapping (VSM) is one of the lean tools that are proven effective to eliminate waste , to map the flow of material , provide information in the production system , identify long-term vision and are able to develop a plan to meet the target . VSM have been able to clearly illustrate the activity of production . By using VSM obtained the number of machines that are ideal for packing stations . By increasing number of machine with 3 units can reduce the takt time at packing work station from 1.1 minutes per kg to 0.14 minutes per kg , and improve OEE from 67 % to 75 % .

Keywords : *Lean manufacturing, value stream mapping, takt time*

PENDAHULUAN

Adanya kesepakatan ASEAN Economic Community (AEC) pada tahun 2015 yang disetujui dalam KTT ASEAN di Bali tahun 2003. Dalam salah satu nota kesepakatan tersebut terdapat poin yang berisi adanya arus bebas barang, jasa, investasi, tenaga kerja terampil, dan arus modal yang lebih bebas serta sektor prioritas integrasi (Kemendag, 2010). Dengan Adanya AEC 2015 perusahaan lokal harus meningkatkan daya saing yang dimilikinya untuk bersaing dengan perusahaan international khususnya di kawasan Asia Tenggara. Dalam upaya menghadapi pasar bebas ASEAN, PT.Garudafood Putra Putri Jaya berusaha untuk meningkatkan daya saing perusahaan dan meningkatkan hasil produksi dengan cara mengurangi *waste* yang ada dalam perusahaan. Melalui pengurangan *waste* tersebut perusahaan mampu mengurangi biaya-biaya dalam proses produksi, mengurangi jumlah WIP (*work in process*) dan meningkatkan utilitas sumber daya sehingga produktifitas perusahaan dapat meningkat (Stephen dan Louay, 2010).

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi *waste*. Misalnya kanban, standar kerja, VSM, *Total Productive Maintenance*, SMED, Kaizen, 5S, dan Heijunka (Kalpakjian dan Schmid, 2006). Metode VSM disebut sebagai salah satu mekanisme ilustrasi visual yang paling efisien dalam menangkap keadaan saat ini pada suatu sistem, dan mampu mengidentifikasi visi jangka panjang dan mampu mengembangkan rencana untuk mendapatkan target (Marksberry dkk., (2011), Allen dkk., (2001)).

PT. GPPJ memiliki masalah di Lini 7 Factory B yang memproduksi keripik kentang Leo, yaitu menumpuknya jumlah WIP di stasiun kerja *packing*. Hal tersebut disebabkan kurangnya jumlah mesin yang tersedia untuk memenuhi target produksi dan konveyor yang membawa WIP tidak semuanya sampai ke mesin *weighing*. sehingga WIP harus dibawa secara manual. Karena produk di perusahaan tersebut adalah makanan ringan, maka tidak diperbolehkan terkena udara langsung dalam jangka waktu yang lama karena akan merusak kualitas produk. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah kebutuhan mesin pada stasiun kerja *packing* di Lini 7 Factory B dengan menggunakan Value Stream Mapping dan melakukan perbaikan pada lantai produksi dengan kriteria OEE dan *takt time* setiap stasiun kerja.

TINJAUAN PUSTAKA

Lean manufacturing

Lean manufacturing adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* melalui perbaikan secara terus menerus dengan dengan tujuan meningkatkan kepuasan pelanggan (Liker, 2006). Konsep *lean manufacturing* ini pada mulanya dikenalkan oleh Taiichi Ohno (Toyota Motor Corp) yang dikenal sebagai *Toyota Production Sistem*.

Value Stream Mapping

VSM merupakan salah satu dari *lean tools* yang terbukti ampuh untuk menghilangkan *waste*, memetakan aliran material, memberikan informasi dalam sistem produksi, mengidentifikasi visi jangka panjang dan mampu mengembangkan rencana untuk memenuhi target (Rother dkk., (1999); Allen dkk., (2001). VSM didefinisikan sebagai pemetaan semua aktivitas yang bernilai tambah, maupun tidak bernilai tambah yang diperlukan untuk proses produksi dari *raw material* sampai produk jadi (Rother and Shook, 1999). Dalam menggunakan VSM sebuah sistem produksi tidak dilihat dari satu sisi saja tetapi dilihat sebagai sistem produksi secara utuh. VSM berguna dalam melakukab perbaikan sistem yang sedang berjalan . Sehingga dapat dikatakan pokok tujuan dari VSM adalah mengidentifikasi semua *waste* pada aliran produksi dan berusaha untuk mengeliminasi *waste* tersebut (Rother and Shook., 1999).

Lean metric

Lean metric merupakan data yang diperlukan dalam implementasi *lean manufacturing. Lean metric* diperlukan untuk menjelaskan gambaran tentang *current state mapping* atau peta kondisi sekarang. *Current state mapping* adalah sebuah peta dasar dari keseluruhan proses yang ada dan semua usulan perbaikan akan muncul karenanya (Liker, 2006). *Lean metric* terdiri atas :

a. *Cycle time*
   Cycle time merupakan waktu yang diperlukan oleh mesin untuk memproduksi satu unit produk.
b. *Lead time*
   Lead time adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses dari awal sampai akhir.
c. *Takt time*
   *Takt time*adalah kecepatan sebuah proses dalam menghasilkan satu unit produk. Nilai dari *takt time*dapat digunakan sebagai landasan menentukan jumlah mesin setiap stasiun kerja.

$$TaktTime = \frac{Loadingtime}{ouputmaksimalmesin} \quad (1)$$

d. *Yield*
   Yield merupakan persentase *output* baik dari suatu bahan yang telah diproses dengan memperhatikan *input* dari segala sesuatu yang masuk dalam proses tersebut.

$$Yield = \frac{Output - Waste}{Output} x\ 100\ \% \quad (2)$$

e. *Waste*
   Waste merupakan hasil produksi dari sebuah mesin atau stasiun kerja bersangkutan yang tidak memenuhi spesifikasi.
f. *Loss*
   Loss merupakan faktor yang hilang akibat proses produksi atau perubahan bentuk. Faktor *loss* tidak dapat dihindari dalam proses proses produksi.
g. *Overall Equipment Effectiveness*
   OEE merupakan total pengukuran terhadap performansi yang berhubungan dengan *availability* dari proses dengan memperhatikan produktifitas dan kualitas mesin.
h. Kapasitas
   Maksud dari kapasitas disini adalah kapasitas maksimal dari mesin produksi tersebut, nilai kapasitas maksimal ini dipengaruhi oleh nilai dari *takt time*dari mesin tersebut.

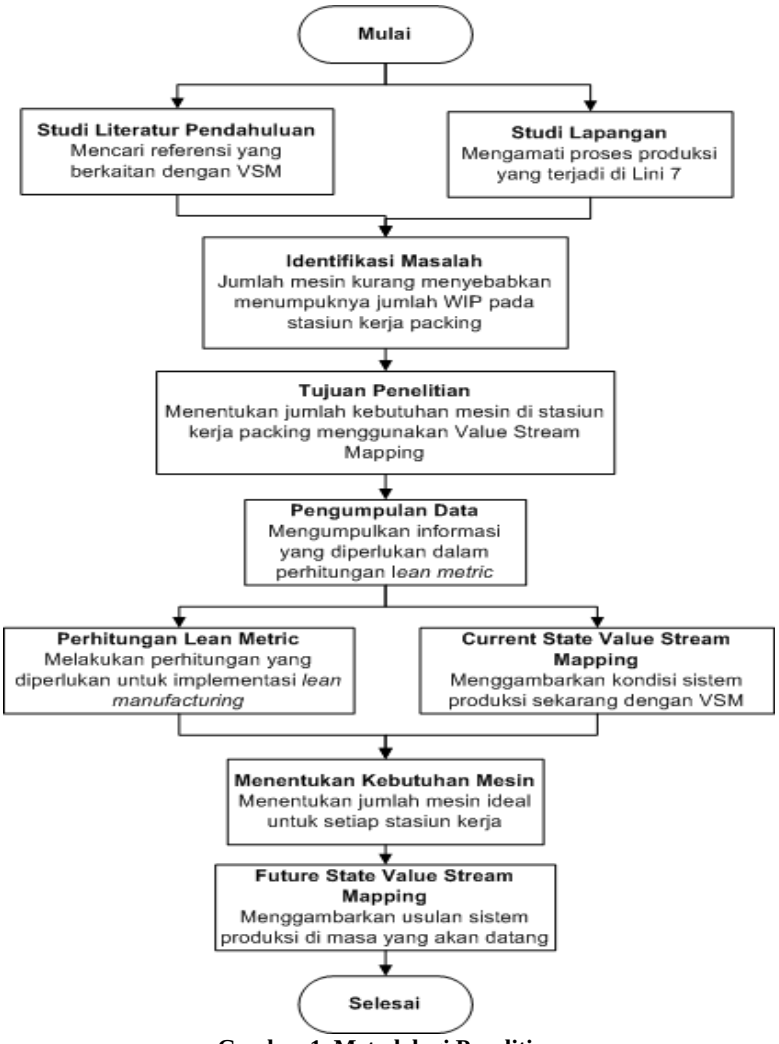
$$Kapasitas = \frac{Loadingtime}{Takttimemesin} \quad (3)$$

Dalam penelitian ini, penentuan jumlah kebutuhan mesin hanya dengan menggunakan OEE dan *Takt time*saja. Dimana perhitungan untuk kebutuhan mesin yaitu *takt timepace maker* atau bisa disebut sebagai stasiun inti dibagi dengan *takt time*stasiun kerja masing-masing proses. Dalam kasus tersebut ditetapkan stasiun *pace maker* adalah stasiun kerja *frying*.

$$Jumlahmesin = \frac{Takttimestasiun}{Takttimepacemaker} \quad (4)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.Tahap pertama dari penelitian ini adalah melihat secara langsung kondisi sebenarnya lantai produksi Lini 7 Factory B secara keseluruhan. Setelah itu mencari referensi atau metode yang sesuai dengan kondisi lini tersebut, kemudian dipilihlah VSM karena dapat menggambarkan aktivitas produksi secara jelas. Setelah dilakukan pengamatan, ditemukan masalah berupa penumpukan WIP di stasiun kerja *packing* disebabkan oleh kurangnya jumlah mesin *weighing* di stasiun tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah mesin *weighing* di stasiun tersebut untuk menurangi WIP yang menumpuk. Tahap berikutnya adalah pengumpulan dan perhitungan *lean metric* yang diperlukan untuk membuat *currentstate value stream mapping* yang menggambarkan kondisi sekarang,yaitu berupa *cycle time, lead time, takt time, OEE,* kapasitas produksi, jumlah mesin saat ini, jumlah tenaga kerja. Dari perhitungan *lean metric* dapat digunakan untuk menentukan jumlah mesin *weighing* yang ideal untuk stasiun *packing*. Setelah diperoleh jumlah mesin yang ideal maka tahap terakhir adalah menggambarkan *future state value stream mapping.*



Gambar 1. Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Current State Value Stream Mapping

Dalam membuat *value stream* digunakan data yang berkaitan dengan proses beserta dengan waktunya yang diperoleh dari perhitungan takt time, kemudian dilakukan pengamatan kegiatan perusahaan secara menyeluruh mulai dari pemesanan barang hingga barang siap dikirimkan kepada konsumen. Tetapi dalam penelitian ini pembuatan value stream dibatasi pada aktivitas yang terjadi di lantai produksi.

Gambar 2 menunjukkan *current statevalue stream mapping* yang telah dibuat berdasarkan pengamatan. Pada *current state value stream mapping* yang dibuat sudah memuat perhitungan *lean metric* . Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa stasiun packing memiliki *takt time*1,1 menit per kg hal tersebut hampir 10 kali lipat *takt time*stasiun kerja yang lain. Selain itu OEE stasiun packing hanya 67 %, jauh lebih rendah dibandingkan dengan OEE stasiun kerja yang lain.

Analisis Waste

Dari *current statevalue stream mapping* pada gambar 2 dapat dilihat bahwa terjadi penumpukan WIP pada stasiun packing. Hal tersebut tentu saja menyebabkan beberapa *waste* yang lain , yaitu : pemborosan waktu menunggu, *over production* dan produk *defect* jika WIP tidak segera diproses.

Analisis *Lean metric*

Dari hasil perhitungan *lean metric* nilai OEE pada stasiun *packing* memiliki nilai yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan stasiun kerja yang yang lain yaitu hanya sekitar 67 %. Sedangkan untuk *takt time* stasiun packing memiliki waktu yang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun kerja yang lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa stasiun *packing* memproses lebih lama dibandingkan dengan stasiun kerja yang lain yaitu 1,1 menit per kg, hampir 10 kali lipat jika dibandingkan dengan stasiun kerja yang lain. Hal tersebut tentu mempengaruhi keseimbangan lantai produksi.

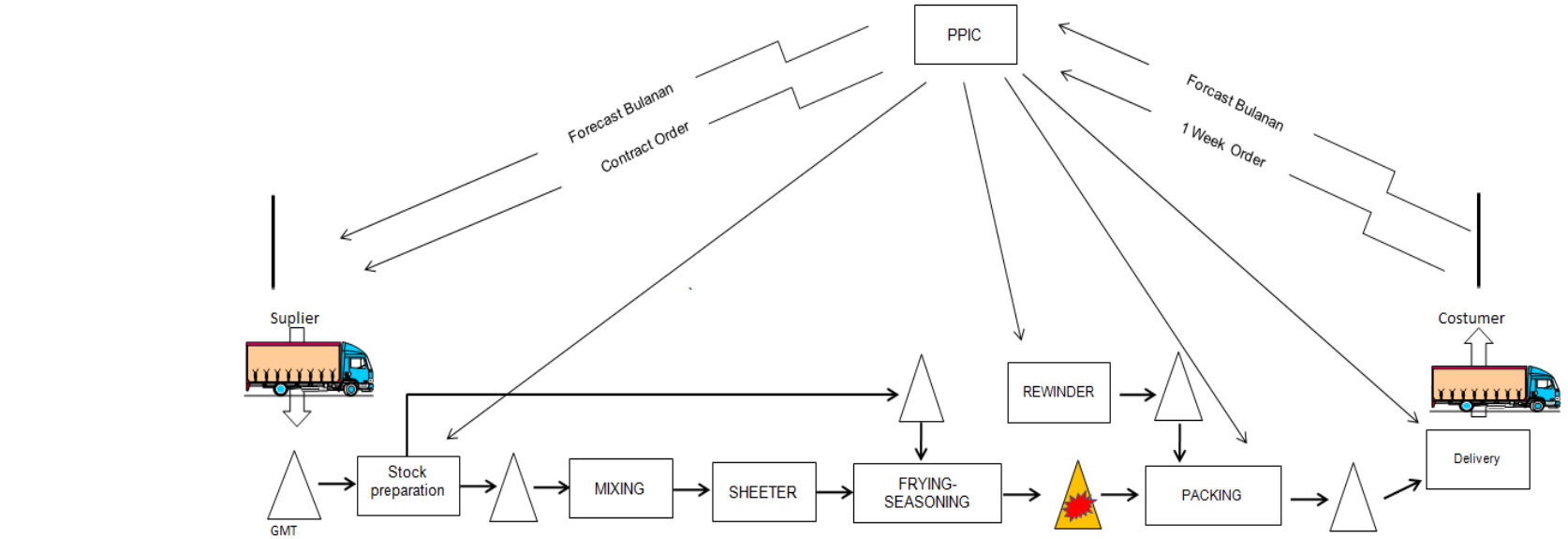
Analisis Kebutuhan Mesin

Setelah dilakukan perhitungan *takt time* antara stasiun *pace maker* dengan stasiun kerja yang lain maka diperoleh jumlah mesin yang ideal agar tidak terjadi penumpukan WIP yaitu untuk stasiun *mixing* sebanyak 1 unit, stasiun *sheeting* 1 unit, stasiun *frying* 1 unit, stasiun *seasoning* 1 unit dan stasiun *packing* 10 unit. Dari stasiun *mixing* sampai *seasoning* jumlah mesin aktual sudah sesuai dengan kebutuhan yang ideal, akan tetapi pada stasiun *packing* hanya tersedia 7 unit saja. Sehingga diharapkan dengan penambahan 3 unit mesin *weighing* di stasiun *packing* dapat mengatasi masalah penumpukan WIP di stasiun tersebut.

Future State Value Stream Mapping

Setelah dilakukan perhitungan pada *lean metric* dan analisis yang dilakukan maka, dapat dibuat future state value stream mapping yang berisi usulan untuk masa yang akan datang yang dapat memperbaiki current state value stream mapping dan meningkatkan kapasitas produksi serta meminimalkan waktu menunggu dan mengurangi WIP yang berlebihan. Gambar 3 menunjukkan *future state value stream mapping* yang menggambarkan usulan perbaikan terhadap kondisi sekarang. Gambar 3 menunjukkan kondisi sistem produksi setelah dilakukan penambahan mesin *weighing* sebanyak 3 unit. Dapat dilihat bahwa *takt time*stasiun *packing* berkurang dari 1,1 menit per kg menjadi 0,14 menit per kg, hampir sama dengan *takt time*stasiun kerja yang lain. OEE stasiun juga meningkat dari 67 % menjadi 75%.

ISBN: 978-602-70259-2-9

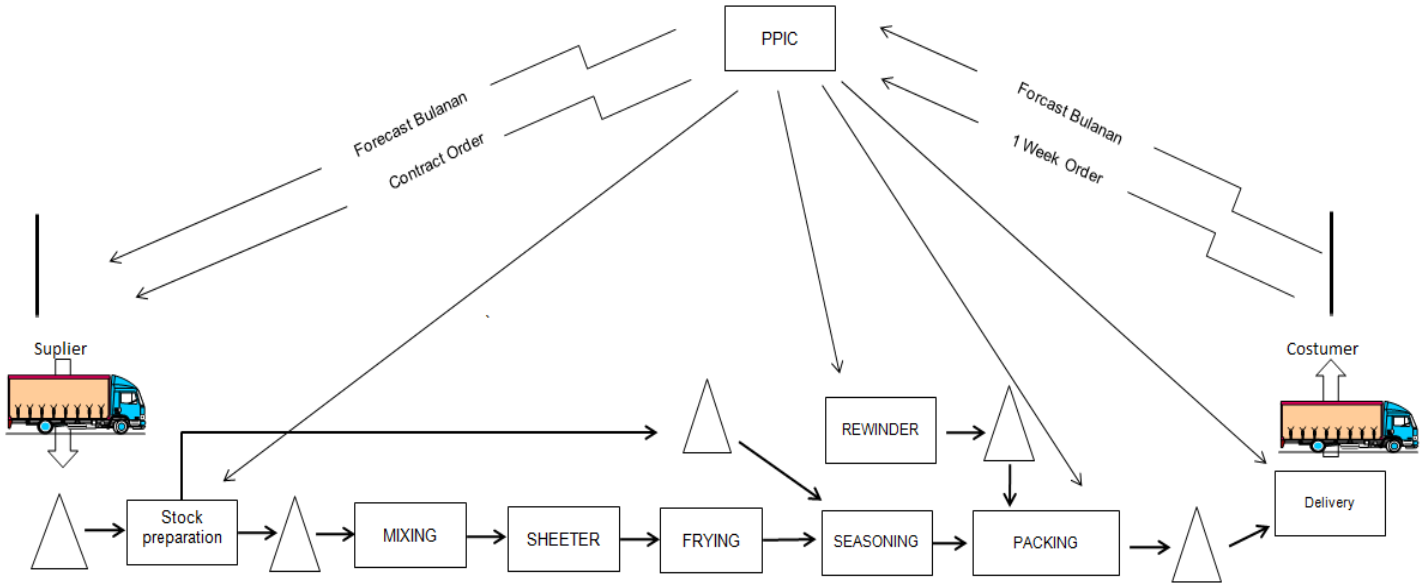


Lean Metric	Satuan	GMT	Stock Preparation		MIXING	SHEETER	FRYING	SEASONING	DELAY	PACKING	GFG		Delivery
Cycle Time	menit				6,22	9,70	8,94	7,42		10,67			
Takt Time	menit/kg				0,1008	0,1031	0,1119	0,1357		1,10			
Lead Time	menit				6,22	9,70	8,94	7,42		10,67			
OEE	%				87,98%	87,98%	81,52%	81,52%		67,00%			
Yield	%				100,00%	93,46%	86,30%	98,33%		94,75%			
Waste	%				0,00%	0,08%	0,04%	0,20%		0,0031%			
Loss	%				0,00%	6,46%	13,66%	1,47%		5,25%			
Jumlah Mesin	Unit				1	1	1	1		7			
Man Power	orang				3	3	2	4		35			
Capacity	kg				4763,35	4656	4291,2	3536,34	767,11	2769,23			
					6,05 detik	6,19 detik	6,71 detik	8,14 detik		66,00 detik			

Value Added Time = 93,09 detik

Gambar 2. ***Current state value stream mapping***

ISBN: 978-602-70259-2-9



Lean Metric	Satuan	GMT	Stock Preparation		MIXING	SHEETER	FRYING	SEASONING	PACKING	GFG		Delivery
Cycle Time	menit				6,22	9,70	8,94	7,42	7,47			
Takt Time	menit/kg				0,1008	0,1031	0,1119	0,1357	0,14			
Lead Time	menit				6,22	9,70	8,94	7,42	7,47			
OEE	%				87,98%	87,98%	81,52%	81,52%	75,00%			
Yield	%				100,00%	93,46%	86,30%	98,33%	94,75%			
Waste	%				0,00%	0,08%	0,04%	0,20%	0,0031%			
Loss	%				0,00%	6,46%	13,66%	1,47%	5,25%			
Jumlah Mesin	Unit				1	1	1	1	10			
Man Power	orang				3	3	2	4	35			
Capacity	kg				4763,35	4656,00	4291,20	3536,34	3551,32			

6,05 detik	6,19 detik	6,71 detik	8,14 detik	8,11 detik

Value Added Time = 35,20 detik

Gambar 3. ***Future state value stream mapping***

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dibahas mengenai metode VSM untuk menentukan jumlah mesin *weighing* di stasiun *packing* di Lini 7 Factory B PT.GPPJ. *lean metric* digunakan sebagai kriteria untuk menentukan jumlah mesin tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan mesin *weighing* sebanyak 3 unit dapat mengurangi *takt time* dari 1,1 menit per kilogram menjadi 0,14 menit per kilogram. Penambahan tersebut juga meningkatkan OEE dari 67% menjadi 75%. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan menggunakan model simulasi untuk keperluan validasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Allen J, Robinson C, dan Steward D. 2001. *LeanManufacturing, a Plant Floor Guide*. Total Systems Development, Inc.: 360-373.

Carreira, B. 2005. *Lean Manufacturing that Works. American Management Association*, 1601 Broadway, New York.

Gasperz, V. 2007. *LeanSix Sigma for Manufacturing and Service Industries.*Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utamas

Kalpakjian S dan Schmid,S. (2006), *Manufacturing Engineering and Technology*, 5th edition, Prentice Hall: 1227-1228.

Liker, J. 2004. *The Toyota Way*. Jakarta : Penerbit Erlangga

Marksberry P dan Hughes, S.2011. *"The Role of The Executive in Lean : a Qualitative Thesis based on The Toyota Production System"*. International Journal of Lean Thinking Volume 2, Issue 2

Rother M dan Shook, J.(1999). *Learningto See, Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda* (foreword by Jim Womack and Dan Jones), Version 1.2: 9 -19.

Stephen L. Woehrle, Louay Abou-Shady. 2010. *Using DynamicValue Stream Mapping and Lean Accounting. Box Scores to Support Lean Implementation*, Minnesota State University:Mankato

PENGUKURAN BEBAN KERJA MENTAL DALAM SHIFT YANG BERBEDA DI DIVISI FINISHING PRINTING PT. DAN LIRIS

Etika Muslimah[1], Irfan Achmad Riyadi[2], Muchlison Anis[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102
Email: etika.muslimah@ums.ac.id

ABSTRAKS
PT. Dan Liris merupakan perusahaan yang bergerak di bidang garmen, dengan kapasitas produksi yang tinggi. Karyawan di PT. Dan Liris di tuntut untuk menjaga kualitas produknya tersebut. Kapasitas produksi yang tingi dicapai dengan menerapkan produksi selama 24 jam atau 3 shift kerja yaitu pagi, siang dan malam. Perbedaan shift kerja kemungkinan dapat mempengaruhi pada beban kerja yang dirasakan oleh operator.Penelitian ini akan meneliti beban kerja mental yang dirasakan oleh operator dalam ke tiga shift yang berbeda. Metode yang digunakan adalah Nasa-TLX yaitu sebuah metode untuk mengetahui beban kerja mental dengan melihat pada 6 kriteria. Kriteria tersebut adalah Mental Demand, Performance, Physical Demand, Temporal Demand, Frustration dan Effort. Penelitian dilakukan di divisi finishing printing PT. Dan Liris pada proses bleaching, dying, dan finishing. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan beban kerja mental yang dirasakan oleh operator di setiap shift kerja. hal ini dapat terlihat dari hasil penelitian bahwa skor NASA-TLX pada proses bleaching shift pagi 79.90, shift siang 76.52, shift malam 72.14, pada proses dying shift pagi 79.71, shift siang 75.55, shift malam 71.23, pada proses finishing shift pagi 79.09, shift siang 75.86, shift malam 70.92. Uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari beban mental yang dirasakan operator pada setiap shiftnya. Beban kerja yang tertinggi ada di shift pagi dan yang terendah di shift malam.

Kata Kunci : *Nasa TLX, Shift kerja, Beban kerja mental*

PENDAHULUAN

Permintaan konsumen yang tinggi akan menuntut perusahaan untuk melakukan produksi yang terus menerus. Untuk memenuhi permintaan tersebut, perusahaan melakukan sistem kerja dengan tiga *shift* pagi, siang dan malam dengan tujuan memenuhi target produksi. PT. Dan Liris merupakan salah satu perusahaan yang menerapkan sistem kerja dengan tiga shift dalam 24 jam kerja terutama pada divisi finishing printing. Dalam pekerjaan di shift yang berbeda tersebut perusahaan selalu menuntut hasil yang maksimal dari para pekerja agar dapat memuaskan konsumennya, maka dari itu perlu adanya kestabilan dalam beban mental maupun fisik dari karyawan agar karyawan dapat berkonsentrasi penuh dalam melakukan pekerjaannya

Pekerjaan yang dilakukan dalam tiga *shift* tersebut memungkinkan terjadi suatu perbedaan beban kerja baik secara mental maupun fisik, maka dari itu perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui seperti apa beban kerja baik mental maupun fisik di tiga shift tersebut. Penelitian ini membatasi hanya melakukan analisis pada beban kerja mental. Metode untuk pengukuran beban kerja mental menggunakan metode *NasaTLX* (*TaskLoadIndex*) yang berbentuk kuisioner yang terdiri dari dua proses pengerjaan, yaitu proses rating dan proses pembobotan. Untuk proses rating terdiri dari enam indikator penilaian, yaitu *Mental Demand* (kebutuhan mental), *Physical Demand* (kebutuhan fisik), *Temporal Demand* (kebutuhan waktu), *Performance* (performansi), *Effort* (tingkat usaha), dan *Frustration* (tingkat frustasi). Sedangkan pada proses pembobotan terdiri dari lima belas pasang komponen penilaian yang harus di pilih salah satu hingga ke lima belas pasangan tersebut.

LANDASAN TEORI

Beban kerja mental merupakan beban kerja yang terbentuk secara pikiran dan terlihat dari pekerjaan yang dilakukan. Pengukuran beban kerja mental yang sering digunakan adalah dengan cara subjektif, karena pengukuran tersebut memiliki tingkat validitas yang lebih tinggi di banding dengan pengukuran lainnya. Aktifitas mental biasanya di dominasi oleh pekerjaan yang memiliki tanggung jawab yang besar serta pekerjaan yang diharuskan mengambil keputusan. Intensitas beban psikis yang terlalu tinggi akan menimbulkan kebosanan dan kejenuhan, yaitu keadaan yang ditandai dengan menurunnnya kegiatan pusat syaraf yang disertai dengan munculnya kelelahan dan kurangnya kewaspadaan (Simanjuntak dkk, 2010).Pengukuran beban kerja mental dapat dilakukan dengan metode pengukuran

subjektif. Dalam penelitiannya, Widyanti (2009) menjelaskan bahwa Metode pengukuran beban kerja secara subjektif merupakan pengukuran beban kerja mental berdasarkan persepsi subjektif responden/pekerja.

Penialaian beban kerja mental tidak semudah menilai beban kerja fisik. Pekerjaan yang bersifat mental sulit diukur melalui perubahan fungsi faal tubuh. Secara fisiologis, aktivitas mental terlihat sebagai suatu jenis pekerjaan yang ringan sehingga kebutuhan kalori untuk aktivitas mental juga lebih rendah. Padahal secara moral dan tanggung jawab, aktivitas mental jelas lebih berat dibandingkan dengan aktifitas fisik karena lebih melibatkan kerja otak (*white-collar*) dari pada kerja otot (*blue-collar*) (Tarwaka dkk 2004).

NASA-TLX merupakan metode subjektif yang sering digunakan dalam pengukuran beban mental pada individu di bagian industri. Pada metode *Nasa-TLX* ini terdapat enam komponen yang akan diukur dari setiap individu, yaitu kebutuhan mental, kebutuhan fisik, kebutuan waktu, tingkat frustasi, performansi dan yang terakir adalah tingkat usaha. Dari setiap ukuran beban kerja tersebut, terdapat skala yang nantinya harus diisikan oleh responden, hal ini merupakan langkah awal dari pengukuran beban kerja, pada komponen kebutuhan mental, kebutuhan fisik, kebutuhan waktu, dan tingkat frustasi, skala yang digunakan adalah rendah dan tinggi, sedangkan untuk pengukuran performansi digunakan skala baik dan buruk. (Raras dkk, 2012).

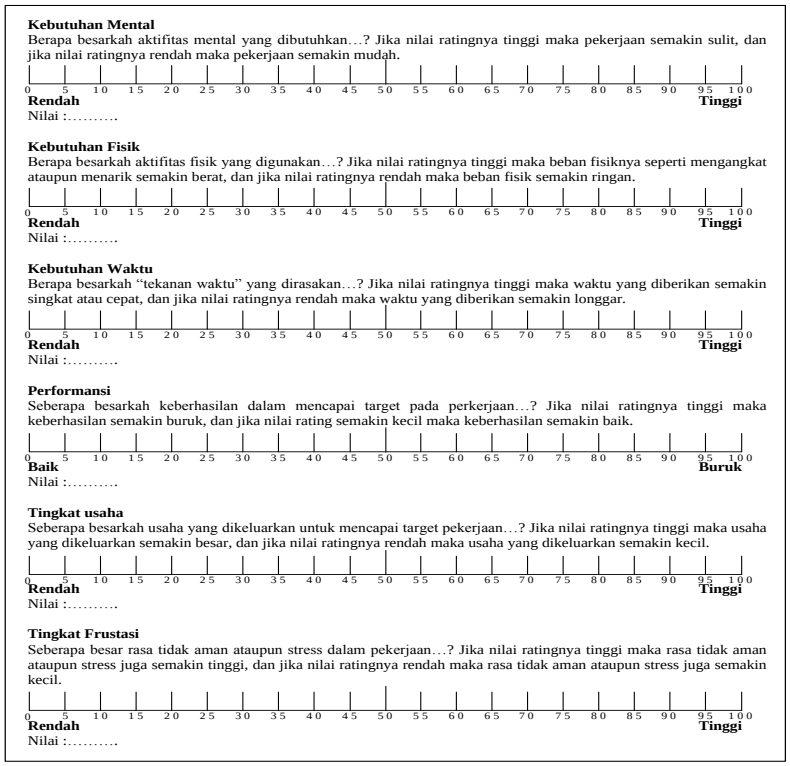
Menurut Meshkati dalam (Ari, 2010), langkah pengukuran dengan menggunakan metode *NASATLX* adalah sebagai berikut :

1. Rating : dalam tahap ini responden diminta untuk memberikan rating terhadap keenam dimensi beban mental
2. Pembobotan: Responden/pekerja diminta untuk membandingkan dua dimensi yang berbeda dengan metode perbandingan berpasangan, total perbandingan berpasngan untuk keseluruhan dimensi (enam dimensi) yaitu 15 pasang. Jumlah tally untuk masing-masing dimensi inilah yang akan menjadi bobot dimensi.

Klasifikasi dari beban kerja secara mental dapat dilihat dari tabel yang ada di bawah ini (Susetyo, 2012):

Tabel 1. Klasifikasi skala beban kerja mental

Kategori	Skala
Rendah	10 - 33
Sedang	34 - 56
Tinggi	57 - 79
Sangat Tinggi	80 - 100



Gambar 1. Form pemberian rating

1.	☐	Tingkat Usaha	atau	☐	Performansi
2.	☐	Kebutuhan Waktu	atau	☐	Tingkat Frustasi
3.	☐	Kebutuhan Waktu	atau	☐	Tingkat Usaha
4.	☐	Kebutuhan Fisik	atau	☐	Tingkat Frustasi
5.	☐	Performansi	atau	☐	Tingkat Frustasi
6.	☐	Kebutuhan Fisik	atau	☐	Kebutuhan Waktu
7.	☐	Kebutuhan Fisik	atau	☐	Performansi
8.	☐	Kebutuhan Waktu	atau	☐	Kebutuhan Mental
9.	☐	Tingkat Frustasi	atau	☐	Tingkat Usaha
10.	☐	Performansi	atau	☐	Kebutuhan Mental
11.	☐	Performansi	atau	☐	Kebutuhan Waktu
12.	☐	Kebutuhan Mental	atau	☐	Tingkat Usaha
13.	☐	Kebutuhan Mental	atau	☐	Kebutuhan Fisik
14.	☐	Tingkat Usaha	atau	☐	Kebutuhan Fisik
15.	☐	Tingkat Frustasi	atau	☐	Kebutuhan Mental

Gambar 2. Form untuk pemberian *Rating*

Setelah didapatkan data dari kuesioner *NASATLX* kemudian dilakukan penghitungan nilai skor dari *NASATLX*, untuk menghitung nilai skor *NASATLX* bisa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\textbf{Skor } \textit{NASATLX} = \sum \textbf{(Rating x Bobot) /15} \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan di divisi finishing printing, dimana terdapat tiga proses, yaitu proses bleaching, dying, dan finishing dengan jumlah responden 48 karyawan. Berikut adalah detail aktifitas karyawan:

Tabel 2. Detail aktifitas pekerja

Proses	Operator	Aktifitas Pekerjaan
Proses *Bleaching*	**Operator 1**	Menyeleksi kain. Menarik gerobak ke bagian input mesin. Memasang kain pada mesin. Mengontrol jalannya kain pada mesin .
	Operator 2	Mengoperasikan mesin. Mengontrol mesin. Mencampur bahan kimia yang digunakan.
	Operator 3	Menyeleksi kain jika ada noda pada kain. Memotong kain jika da noda. Menyambung kain dengan mesin jahit. Memindahkan kain ke proses selanjutnya dengan gerobak sorong.
Proses *Dying*	**Operator 1**	Menyeleksi kain yang akan digunakan. Menarik gerobak dorong ke bagian in put mesin. Memasang kain pada mesin. Mengontrol jalannya kain pada mesin.
	Operator 2	Mengoperasikan mesin. Mengontrol mesin. Mencampur pewarna kimia yang akan digunakan.
	Operator 3	Menyeleksi kain apakah warna sesuai atau tidak. Memotong kain jika ada noda ataupun warna tidak sesuai. Menyambung kain dengan mesin jahit. Memindahkan kain ke proses selanjutnya dengan grobak.
Proses *Finishing*	**Operator 1**	Memasang kain pada mesin. Mengoperasikan mesin. Mengontrol mesin.
	Operator 2	Menyeleksi kain apakah sudah sesuai atau belum.

Skor Nasa TLX merupakan nilai dari beban kerja mental, dimana semakin tinggi nilai skor Nasa TLX maka beban mental juga semakin tinggi, berikut adalah nilai skor Nasa TLX pada proses bleaching, dying, dan finishing:

Tabel 3.Data Nasa TLX di proses *Bleaching*

Operator	Skor *NasaTLX*		
	***Shift* Pagi**	***Shift* Siang**	***Shift* Malam**
1	80.67	79.22	74.33
2	82.56	76.87	70.56
3	78.93	74.44	72.04
4	79.64	76.89	70.89
5	80.67	78.33	72.56
6	80.87	77.11	73.11
7	79.89	77.91	71.56
8	81.89	77.11	71.11
9	80.27	76.44	72.78
10	80.89	75.56	70.56
11	82.22	75.89	71.22
12	80.11	77.22	72.89
13	78.44	74.22	72.33
14	78.33	76.11	71.78
15	78.56	76.22	72.67
16	77.56	76.11	72.56
17	77.67	75.33	72.33
18	79.00	76.44	73.33
Rata-rata	**79.90**	**76.52**	**72.14**

Tabel 4. Data Nasa TLX di proses D*ying*

Operator	Skor *NasaTLX*

	***Shift* Pagi**	***Shift* Siang**	***Shift* Malam**
1	80.11	75.00	72.56
2	78.56	76.56	72.11
3	77.22	76.11	73.11
4	79.67	76.67	73.44
5	78.56	74.33	70.78
6	79.11	74.09	69.56
7	80.49	73.56	71.22
8	81.22	76.00	71.44
9	78.56	75.67	71.67
10	81.67	78.11	74.11
11	80.56	74.78	68.33
12	76.89	72.00	67.22
13	79.89	76.11	72.89
14	81.89	76.33	72.44
15	80.33	76.33	69.11
16	78.11	74.11	66.89
17	80.67	76.22	71.00
18	81.33	77.89	74.33
Rata-rata	**79.71**	**75.55**	**71.23**

Tabel 5. Data Nasa TLX di proses *Finishing*

Operator	**Skor *NasaTLX***		
	***Shift* Pagi**	***Shift* Siang**	***Shift* Malam**
1	78.89	78.11	73.33
2	79.00	75.78	66.67
3	78.22	77.22	70.00
4	79.67	75.33	71.33
5	79.67	74.78	70.33
6	80.00	74.89	69.78
7	78.33	74.78	69.56
8	81.11	76.00	70.93
9	79.27	76.04	72.89
10	81.00	77.89	72.22
11	75.00	76.44	73.78
12	78.89	73.00	70.78
	79.90	**75.86**	**70.97**

Selanjutnya dilakukan Uji F ini dilakukan untuk mengetahui apakah perbedaan shift kerja menyebabkan perbedaan beban mental yang ada di proses *bleaching*, *dying*, dan *finishing*.

Tabel 6. Hasil uji F

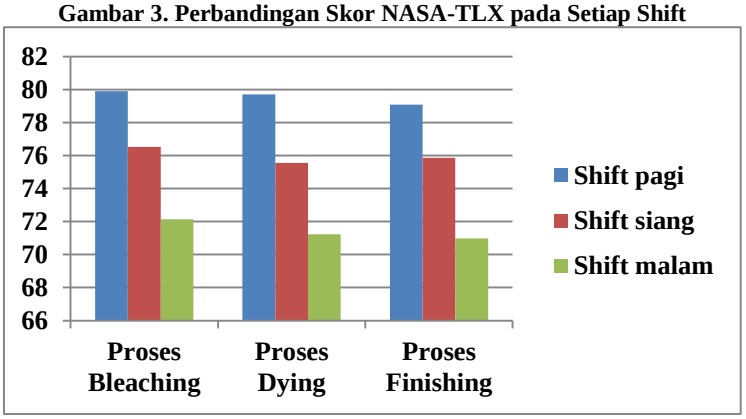
Tempat Kerja	**Uji F**		**Pembahasan**	
	F_{hitung}	**F_{tabel}**		
Proses *Bleaching*	167.414	3.179	$F_{hitung} > F_{tabel}$	Terdapat perbedaan yang signifikan antara shift 1,2 dan 3 yang menyebabkan perbedaan pada beban mental yang terukur dengan NASA-TLX. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi sift yang berbeda, menyebabkan perbedaan pula pada beban mental yang dirasakan oleh responden
Proses *Dying*	102.172	3.179		
Proses *Finishing*	71.405	3.285		

Untuk mengetahui apakah ada perbedaan beban mental antar shift kerja pada proses bleaching, dying, dan finishing. hasil dari uji t ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Hasil uji t

Pekerjaan	Perbedaan Antar *Shift*	Uji T Skor *NasaTLX*		Pembahasan	
		t_{hitung}	t_{tabel}		
Proses *Bleaching*	*Shift* pagi dan *shift* siang	9.654	2.110	$t_{hitung} > t_{tabel}$,	Terdapat perbedaan yang signifikan antar shift
	Shift pagi dan *shift* malam	15.736	2.110		
	Shift siang dan *shift* malam	13.712	2.110		
Proses *Dying*	*Shift* pagi dan *shift* siang	12.561	2.110		
	Shift pagi dan *shift* malam	17.278	2.110		
	Shift siang dan *shift* malam	12.640	2.110		
Proses *Finishing*	*Shift* pagi dan *shift* siang	5.199	2.145		
	Shift pagi dan *shift* malam	10.062	2.145		
	Shift siang dan *shift* malam	8.862	2.145		

Gambar 3. Perbandingan Skor NASA-TLX pada Setiap Shift



Gambar diatas menunjukkan bahwa pada ketiga proses Bleaching, Dying dan Finishing pada shift pagi operator mengalami beban mental yang paling berat dan shift malam justru beban mentalnya paling ringan. Hal itu terjadi karena pada shift pagiselain suhu ruang produksi yang tinggi, faktor pengawasan yang ketat dari supervisor membuat operator merasakan tekanan dan beban kerja yang lebih berat diabanding pada shift siang dan malam.

KESIMPULAN

1. Perbedaan beban mental terjadi pada setiap *shift* kerja pada proses *bleaching*, *dying*, dan *finishing*, hal ini dapat di lihat dari hasil skor beban mental pada proses *bleaching* di *shift* pagi 79.90, *shift* siang 76.52, *shift* malam 72.14, pada proses *dying* di *shift* pagi 79.71, *shift* siang 75.55, *shift* malam 71.23, pada proses *finishing* di *shift* pagi 79.09, *shift* siang 75.86, *shift* malam 70.97.
2. Beban kerja mental tertinggi terdapat pada pekerjaan di *shift* pagi, skor beban mental di *shift* pagi ditunjukkan dengan nilai skor79.90 di proses *bleaching*, 79.71 di proses *dying*, 79.09 di proses *finishing* dan beban mental terendah ada pada shift malam, skor beban mental di shift malam ditunjukkan dengan nilai skor 72.14 di proses *bleaching*, 71.23 di proses *dying*, dan 70.97 di proses *finishing.*
3. Beban mental dan beban fisik sangat dipengaruhi oleh perbedaan *shift* kerja.

SARAN

Penelitian dapat dilanjutkan untuk melihat tentang hasil kerja atau produktivitas pada shift pagi, siang dan malam. Hal tersebut diperlukan untuk melengkapi analisis bahwa perbedaan shift kerja, perbedaan beban mental juga akan menyebabkan perbedaan produktivitas.

DAFTAR PUSTAKA

Irawati, Anindya, (2012), *Pengaruh Beban Kerja Terhadap Produktivitas Karyawan Sentra Kredit Konsumen*, dari : http://www.academia.edu/3611798.

Simanjuntak Risma Adelina, Situmorang Dedi Apriyanto , (2010), *Analisis Pengaruh Shift Kerja Terhadap Beban Kerja Mental Dengan Metode Subjektive Workload Assessment Technique* (*SWAT*), Jurusan teknik Industri. Fakultas Teknologi Industri InstitutSains & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta.

Susetyo Joko, Oesman Titin Isna, Sudharman Sigit T, (2012), *Pengaruh Sift Kerja Terhadap Kelelahan Karyawan Dengan Metode Bourdon Wiersma Dan 30 Items Of Rating Scale*, Teknik Industri, Institute Sains Dan Teknologi AKPRIND.

Tarwaka, dkk, (2004), *Ergonomi, Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas,* UNIBA PRESS : Surakarta.

Widyanti Ari, Johnson Addie, Waard Dick D, (2010), *Pengukuran Beban kerja Mental Dalam Searching Task Dengan Metode Rating Scale Mental Effort*, Teknik Industri ITB, Bandung.

ANALISIS PRIORITAS *IN-STORE MARKETING* BERBASIS *EYE-TRACKING*

Erlinda Muslim[1], Boy Nurtjahyo Moch.[2], Regina Prisilia[3], Triasni M. L. Sibarani[4]

Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik - Universitas Indonesia, Depok 16424
Tel: (021) 78888805. Fax: (021) 78885656
Email: [1]erlinda@eng.ui.ac.id , [2]boymoch@eng.ui.ac.id, [3]regina.prisilia_ti07@yahoo.com, [4]triasni_ti2011@yahoo.com

ABSTRAKS
Banyak faktor yang mempengaruhi atensi pembelanja ketika berhadapan dengan rak supermarket. Penelitian ini terfokus pada penentuan prioritas in-store marketing, yaitu lokasi atau desain kemasan menggunakan metode Eye Tracking. Uji desain kemasan untuk melihat pengaruh usia terhadap jenis atribut yang dilihat juga dilakukan. Penelitian ini memperlihatkan bahwa kedua faktor, lokasi dan desain kemasan, berpengaruh signifikan terhadap durasi fiksasi, dengan pengaruh lokasi yang lebih kuat daripada desain kemasan.Penelitian ini juga menemukan adanya kecenderungan atensi berdasarkan preferensi historis.Usia tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jenis atribut yang dilihat, namun ada kecenderungan pola atensi berbasiskan perbedaan usia.

***Kata Kunci**: atensi pembelanja, ergonomi, eye tracking, in-store marketing, kemasan pantyliners*

PENDAHULUAN

Sebagian besar keputusan membeli dibuat pada saat pembelanja dihadapkan pada Point *of Purchase* (POP). *Point of Purchase Advertising Institute* mengatakan 74% keputusan membeli produk yang diproduksi massal dibuat di lokasi pembelanjaan, contohnya supermarket. Umumnya keputusan membeli dilakukan sangat cepat, pembelanja hanya menghabiskan beberapa detik saja sebelum memutuskan produk mana yang ingin mereka beli. Berdasarkan keadaan ini, maka desain kemasan yang mampu menarik perahatian pembelanja sangat mempengaruhi keputusan pilihan yang mereka buat [1].

Penelitian yang dilakukan oleh van der Lans, Pieters, dan Wedel (2008) menunjukkan bahwa kemenonjolan suatu merek *(brand salience)* mempengaruhi hasil pencarian pembelanja ketika berhadapan pada berbagai macam merek, dan dipengaruhi oleh dua komponen utama, yaitu komponen *bottom-up* yang berhubungan dengan aktivitas *in-store* dan desain kemasan, dan komponen *top-down* yang berhubungan dengan aktivitas *out-of-store marketing* seperti iklan. Hasil penelitian ini juga menunjukkan tingkat kemenonjolan suatu merek dua per tiganya bergantung pada *in-store marketing* dan satu per tiganya bergantung pada *out-of-store marketing* [2].

Tindakan memperhatikan suatu produk *(noting)* tidak hanya terjadi ketika pembelanja memliki maksud tertentu untuk membeli suatu produk, melainkan juga terjadi karena adanya ketertarikan desain kemasan, sehingga pembelanja umumnya memperhatikan lebih banyak produk yang ada di rak dari produk yang sebenarnya mereka pertimbangkan untuk dibeli [1].

Di supermarket umumnya pembelanja melewati sekitar 300 merek per menit. Dengan kata lain, satu merek hanya memiliki waktu kurang dari seper-sepuluh detik untuk dapat menarik atensi pembelanja. Walaupun seorang pembelanja secara aktif berbelanja pada kategori produk tersebut, hanya seper-tiga merek yang terpajang dan ada pada kategori produk tersebut yang terlihat oleh pembelanja.

Kemasan memiliki peran vital pada kategori produk yang bersifat *low-involvement*, keterikatan pembelanja dengan suatu merek produk bersifat rendah, dimana pembelian bisa dilakukan secara spontan.Pada kategori produk ini, pembelanja terdorong oleh faktor *in-store marketing* dan kesan ekstrinsik yang didapat dari kemasan produk.Keinginan dan kebutuhan untuk mengetahui dengan pasti spesifikasi produk yang ditawarkan cenderung rendah.Bahkan pada situasi yang bersifat *higher-involvement*, banyak pembelanja yang tidak memiliki waktu, kemampuan, atau informasi untuk mempertimbangkan baik buruknya produk. Akhirnya, mereka akan mengandalkan apa yang mereka tahu seperti nama merek, kemasan, pengalaman, dst dalam membantu mereka membuat keputusan [3].

Karena alasan yang dikemukakan di atas, maka desain kemasan yang menarik merupakan komponen penting dalam usaha produsen dan *retailer* dalam menarik atensi pembelanja saat pembelanja masuk ke dalam supermarket.

Faktor lain pada aktivitas *in-store marketing* adalah posisi peletakan produk pada rak, atau yang sering disebut dengan planogram. Penelitian tentang planogram rak yang dilakukan oleh Chandon, Hutchinson, Bradlow, dan Young (2007) menemukan adanya korelasi positif antara seringnya produk

dilihat (dan dilihat kembali) dengan meningkatnya maksud untuk membeli *(purchase intention).* Bila pembelanja melihat suatu produk, lalu mengalihkan pandangannya, dan lalu melihat kembali, maka dapat disimpulkan bahwa maksud untuk membeli *(intention-to-buy)* meningkat [4]. Faktor yang dapat mendorong pembelanja untuk sering melihat produk tidak hanya desain kemasan, namun juga posisi peletakan produk [5].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa posisi produk suatu merek pada rak, seperti posisi vertikal dan horizontal, mempengaruhi ekspektasi kualitas yang muncul pada diri pembelanja, dan pada akhirnya mempengaruhi pilihan [6].

Kedua faktor ini bekerja besama dalam menarik atensi pembeli. Namun, hanya sedikit penelitian yang membahas faktor prioritas dalam menarik atensi pembeli, apakah desain yang *eye-catchy* lebih menarik atensi pembelanja terlepas dari posisi peletakannya pada rak supermarket, ataukah tidak peduli seperti apa desain kemasannya, selama produk diletakkan di tempat yang banyak menarik atensi pembeli, maka produk akan mampu menarik atensi pembelanja. Dari penelitian ini, kecenderungan pengaruh pengaruh merek yang digunakan di masa lalu terhadap atensi dapat diketahui. Tak hanya itu, pengaruh usia terhadap preferensi merek juga dapat diketahui melalui penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Merek dan Sampel yang Digunakan

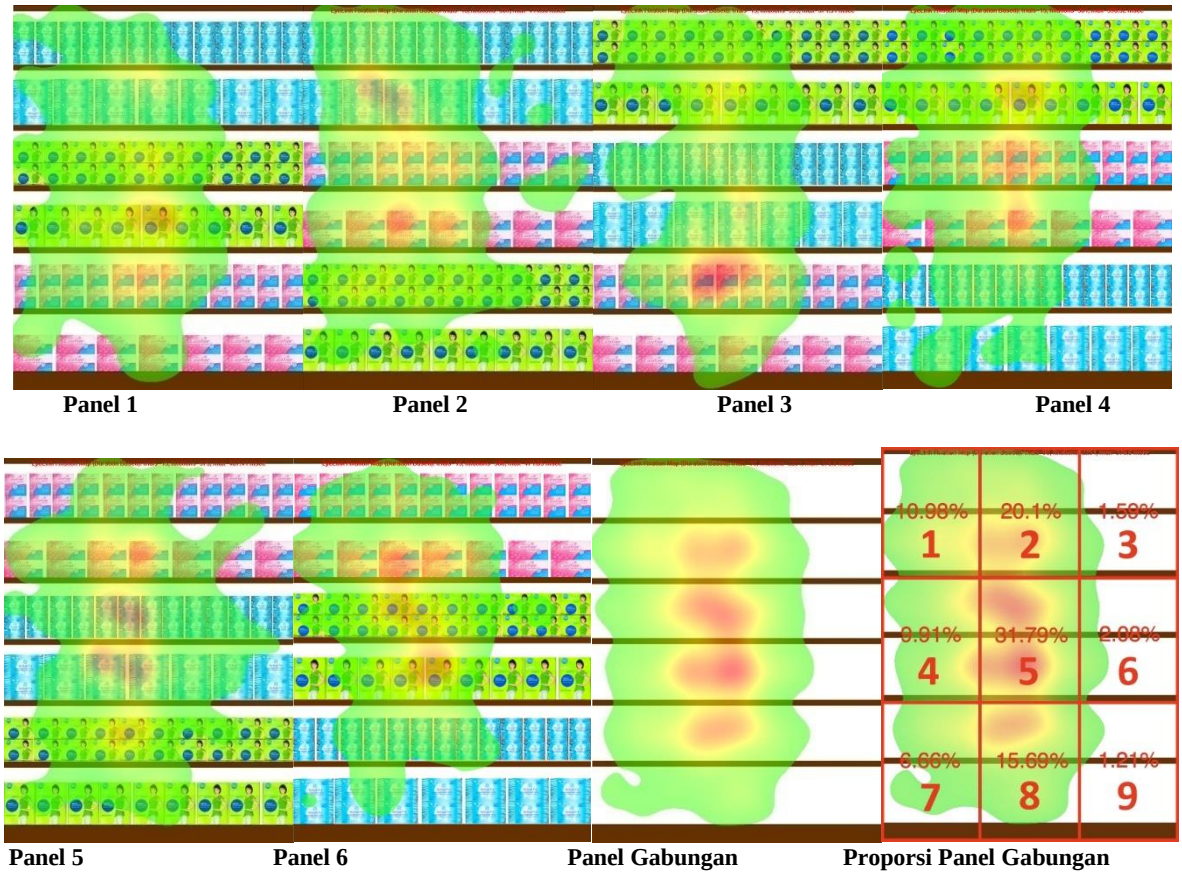
Penelitian ini menggunakan tiga merek *pantyliners*, yaitu Laurier, Kotex, dan Carefree yang dipilih berdasarkan pangsa pasar melalui jumlah *facing* pada tiga supermarket besar di Indonesia dengan peletakan pada rak enam baris. Masing-masing merek menampilkan dua *Stock Keeping Unit (SKU)*. Dari tiga merek ini, terdapat enam kombinasi planogram yang menjadi stimulus. Responden penelitian ini merupakan pasar potensial produk *pantyliners*, perempuan usia 18-45 tahun dengan jumlah responden yang digunakan adalah 90 orang. Responden dipilih berdasarkan tiga karakteristik, yaitu usia, penggunaan merek *pantyliners* di masa lampau, dan *Social Economic Status (SES).* Pengelompokan secara usia terbagi ke dalam tiga kelompok, usia 18-25 tahun, 26-35 tahun dan 36-45 tahun. Responden yang dipilih merupakan pengguna merek Laurier, Kotex, dan Carefree.Responden dengan kelas SES A, B, dan C saja yang dapat mengikuti eksperimen ini.Pada karakteristik merek yang digunakan, jumlah responden terbagi rata pada semua level, namun pada usia dan SES, jumlah responden terbagi sesuai dengan proporsi usia dan SES sesungguhnya.

Peralatan

Penelitian ini menggunakan perangkat EyeLink II *Head Fixed Eye Tracker* dengan komponen utamanya adalah EyeLink II *Host PC*, EyeLink II *Display PC*, EyeLinkII *PCI Card*, dan EyeLinkII *Headband*.Perangkat *eye tracker* ini dikombinasikan dengan Experiment Builder sebagai media eksekusi perintah.EyeLink II *Display PC* yang digunakan adalah monitor HP 19" *rectangle* dan CPU. Lingkup pandang mata manusia terbatas sampai 30^0[7], maka terdapat jarak minimum antara monitor dengan mata, yaitu 70.53 cm.

Eksperimen

Satu planogram akan dilihat oleh 15 responden, dan satu gambar desain kemasan akan dilihat oleh 30 orang. Setiap responden hanya akan melihat satu planogram dan satu desain kemasan *pantyliners* saja, masing-masing selama 10 detik. Satu orang hanya melihat satu planogram saja dilakukan untuk menghindari bias.Ada dua bagian besar prosesyang terjadi ketika pembelanja melihat rak hingga membuat keputusan membeli, yaitu *visual attention* yang terdiri dari *visual noting* dan *visual re-examination*, dan *evaluation* yang terdiri dari *recall of visual attention*, *consideration*, dan *choice* [8].Penelitian ini hanya melihat perilaku pembelanja hingga pembelanja terlihat tertarik untuk mengetahui produk tersebut lebih jauh, namun tidak sampai pada keputusan membeli. Dari lima tahapan ini, penelitian ini hanya melihat perilaku pembelanja pada kondisi *visual attention* saja. Penelitian lain yang dilakukan oleh Rowan (2000) menemukan bahwa umumnya pembelanja menghabiskan waktu selama sepuluh detik mengamati satu kategori produk sebelum mendekati satu bagian tertentu rak [1]. Kegiatan mendekati satu bagian rak tertentu merupakan bagian dari proses *evaluation*, sehingga sepuluh detik menjadi rentang waktu yang tepat untuk menggambarkan lamanya pembelanja menjalani proses *visual attention.*



Gambar 1.*Fixation Map* Panel 1-6 dan Gabungan

Kerangka Analisis

Secara keseluruhan ada dua stimulus yang menjadi bahan pembahasan, planogram dan desain kemasan. Data durasi fiksasi dapat diolah menggunakan dua cara, melalui *fixation map* dan uji statistik. Uji statistik untuk mengetahui signifikansi kedua faktor dan juga interaksinya dari data stimulus planogram dilakukan menggunakan desain faktorial dua faktor, lokasi dengan sembilan level, dan desain dengan tiga level. Dari data ini, kecenderungan pengaruh preferensi historis terhadap sikap responden juga dapat diketahui menggunakan *mean analysis.* Uji statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara usia responden dengan atribut kemasan adalah *ANOVA Two Way. Post hoc test* dilakukan untuk melihat signifikansi antarlevel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Prioritas

Warna pada *fixation map* Gambar 1 menunjukkan durasi fiksasi mata. Warna hijau menunjukkan durasi fiksasi yang lebih rendah dibanding warna kuning yang lebih rendah dibanding warna merah. Dengan kata lain, warna yang semakin merah menunjukkan durasi yang semakin tinggi.Proporsi durasi fiksasi per grid pada setiap panel yang terlihat pada tabel 1.memperlihatkan bahwa area dengan durasi fiksasi relatif tinggi cenderung berkisar antara grid 5, 2, 8, dan 1. Pada lima dari enam panel, grid 5 merupakan area dengan durasi tertinggi. Area dengan durasi fiksasi tertinggi kedua ada pada grid 2, 8, dan 1. Perbedaan lokasi dengan durasi fiksasi tinggi ini juga dapat disebabkan adanya pengaruh desain dalam proses menarik atensi pembelanja. Seberapa jauh desain ini berpengaruh, dapat diketahui melalui uji staistik.

Tabel 1. Proporsi durasi fiksasi per grid pada enam panel

IA	Panel					
	1	2	3	4	5	6
1	8.84%	16.31%	8.37%	9.99%	8.08%	13.62%
2	16.83%	15.88%	19.38%	26.48%	19.81%	23.08%
3	0.96%	1.60%	1.54%	1.48%	2.65%	1.20%
4	13.36%	13.68%	5.97%	8.78%	7.27%	10.25%
5	31.60%	29.81%	28.19%	35.09%	34.36%	32.18%

6	0.86%	3.15%	0.71%	0.87%	4.98%	1.55%
7	8.15%	8.76%	5.28%	7.19%	5.33%	5.13%
8	18.13%	9.00%	28.71%	10.11%	16.28%	12.13%
9	1.27%	1.82%	1.86%	0.00%	1.23%	0.87%

Area tengah vertikal lebih menarik atensi pembelanja dibanding area tengah horizontal.Pada panel gabungan dan proporsinya Gambar 1 terlihat dengan jelas bahwa area vertikal merupakan daerah yang menarik atensi pembelanja, dengan grid 5 sebagai area yang paling menarik atensi pembelanja, diikuti dengan grid 2 dan grid 8. Pengaruh vertikal yang lebih kuat dari horizontal dalam menarik atensi juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Dréze, Hoch, dan Purk (1994) [8].*Fixation map* memperlihatkan bahwa posisi tengah, baik secara horizontal maupun vertikal, merupakan posisi yang paling banyak menarik atensi. Hal ini menghasilkan kesimpulan yang sama dengan penelitian tentang efek posisi tengah yang dilakukan oleh Priya dan Raghubir [9] dan Christenfeld (1995). Dalam penelitinnya, Christenfeld (1995) menemukan bahwa saat seseorang dihadapkan pada banyak produk identik yang diletakkan bersebelahan, bagian tengah merupakan bagian yang paling banyak dipilih [8].

Fixation map panel 1 hingga panel 6 pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa kemasan Carefree selalu berada pada area dengan dua durasi fiksasi tertinggi pada tiap panel dengan proporsi yang dapat dilihat pada tabel 1. Pada grid dengan durasi tertinggi, 50% diantaranya menampilkan gambar kemasan Carefree sebagai stimulus, 33.3% menampilkan kemasan Kotex, dan 16.7% menampilkan kemasan Laurier. Pada grid dengan durasi tertinggi kedua pun, 50% diantaranya menampilkan kemasan Carefree, 33.3% menampilkan kemasan Laurier, dan 16.7% menampilkan kemasan Kotex. Dan pada grid dengan durasi tertinggi ketiga, 66.7% diantaranya menampilkan kemasan Laurier, sisanya menampilkan kemasan Kotex, dan tidak ada proporsi bagi kemasan Carefree disini. Terlihat bahwa kemasan Carefree mampu menarik atensi lebih dibanding kemasan Kotex yang mampu menarik atensi lebih dibanding kemasan Laurier. Salah satu penyebab desain kemasan Carefreelebih mampu menarik atensi dibanding dua kemasan lainnya adalah pengaruh warna dan kombinasi warna yang digunakan. Warna terbukti efektif untuk menarik perhatian dalam proses mencari dan mengidentifikasi pada beberapa stimuli yang diberikan pada responden, dalam hal ini adalaha kombinasi peletakan desain kemasan pada rak [10].

Signifikansi pengaruh dua faktor ini dan interaksinya dikatahui menggunakan desain faktorial dengan model statistik linear [11]:

$$X_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \begin{cases} i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9 \\ j = 1,2,3 \\ k = 1,2,\dots,n \end{cases} \quad (1)$$

dengan : τ_i = efek dari faktor lokasi
β_j = efek dari faktor desain
$(\tau\beta)_{ij}$ = efek dari interaksi antara kedua faktor
k = jumlah responden, karena satu replikasi didapat dari satu responden.

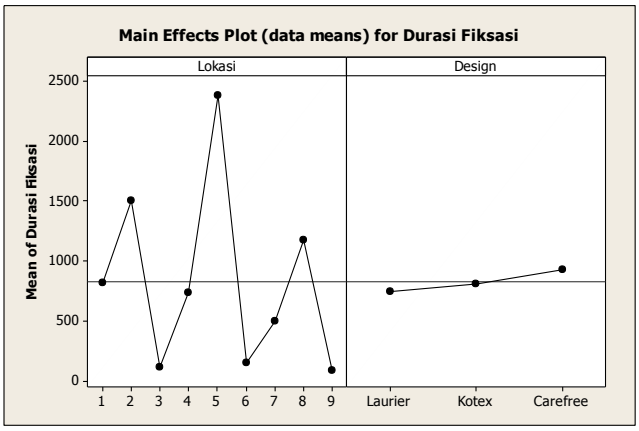
Uji hipotesisi yang dilakukan:

1. $H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6 = \tau_7 = \tau_8 = \tau_9$
   H_1 : setidaknya terdapat satu τ_i yang tidak bernilai nol
2. $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3$
   H_1 : setidaknya terdapat satu β_j yang tidak bernilai nol
3. $H_0 : (\tau\beta)_{ij} = 0$ untuk semua nilai i dan j
   H_1 : setidaknya terdapat satu $(\tau\beta)_{ij}$ yang tidak bernilai nol

P-value faktor lokasi adalah 0.000, *p-value* faktor desain adalah 0.048, dan *p-value* interaksi antara keduanya adalah 0.111 dengan R-Sq(adj) sebesar 39.87%. Maka, pada tingkat kepercayaan 95%, ada cukup bukti untuk menerima H_1 (1 & 2) bahwa faktor lokasi dan desain berpengaruh signifikan terhadap jumlah durasi fiksasi mata responden, dan menerima H_0 (3) bahwa interaksi kedua faktor tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah durasi fiksasi mata responden.

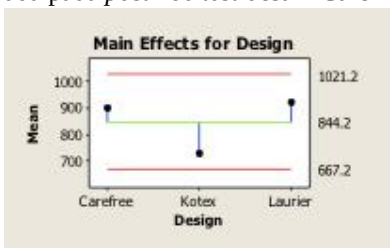
Grafik *main effect plot* pada Gambar 2 memperlihatkan grid 5 merupakan grid dengan durasi fiksasi tertinggi dari kedua faktor, diikuti oleh grid 2 – 8 – 1 – 4 – 7 – 6 – 3 – 9. Dari grafik *main effects plot* desain, terlihat bahwa desain kemasan Carefree merupakan desain kemasan dengan durasi fiksasi tertinggi diikuti oleh desain kemasan Kotex dan Laurier.Nilai *p-value* faktor desain adalah 0.048, menandakan adanya hubungan yang signifikan, namun tidak sekuat faktor lokasi dengan nilai *p-value* 0.000.

Kesimpulan ini hanya berlaku untuk penelitian ini dan kondisi lain dengan perbedaan antardesain yang menyerupai, karena nilai *p-value* faktor desain yang lebih kecil dari faktor lokasi dapat disebabkan oleh desain kemasan dengan kualitas antardesain yang tidak berbeda jauh satu dengan yang lain. Desain kemasan yang digunakan merupakan desain yang dikeluarkan oleh produsen tiga peraih pangsa pasar terbesar di Indonesia, maka desain produk *pantyliners* yang dipasarkan tentunya telah dipersiapkan dengan baik. Apabila kualitas desain kemasan yang digunakan bersifat ekstrim, ekstrim baik dan ektrim tidak baik, maka nilai *p-value* faktor desain dapat lebih kecil dan menunjukkan pengaruh faktor desain yang lebih kuat.

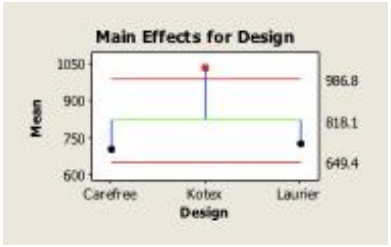


Gambar 2. ***Main Effect Plot***

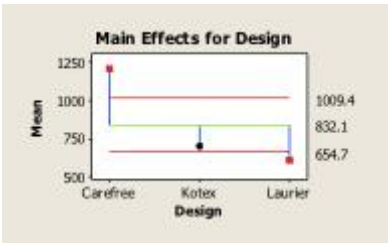
Signifikansi perbedaan antara desain yang satu dengan yang lainnya dapat diketahui menggunakan *post hoc test.* Sigma desain kemasan Laurier dengan Carefree bernilai 0.015, sigma desain kemasan Laurier dengan Kotex bernilai 0.379, dan Sigma desain kemasan Kotex dengan Carefree bernilai 0.119. Hal ini memperlihatkan adanya perbedaan yang signifikan antara desain Carefree dengan Laurier terhadap variabel *dependent*-nya, yaitu durasi fiksasi. Perbedaan yang tidak signifikan ada pada *post hoc test* desain Carefree dengan desain Kotex dan desain Kotex dengan desain Laurier.



Pengguna Laurier



Pengguna Kotex



Pengguna Carefree

Gambar 3. ***Mean Analysis*** **Faktor Desain**

Preferensi Historis pada Ketertarikan Responden

Preferensi historis menjadi kontrol dalam penelitian mengenai faktor prioritas, namun peneliti ingin melihat kecenderungan pengaruh faktor prioritas ini terhadap atensi pembelanja. Maka dari itu, peneliti menggunakan *means analysis* pada tingkat kepercayaan 95% untuk melihat kecenderungan ini dengan hasil pada gambar 3. Pada *main effects for design* gambar 3,terlihat bahwa responden memiliki kecenderungan untuk melihat lebih lama pada lokasi dengan gambar desain kemasan merek yang digunakannya. Pada *main effects for design* pengguna Laurier, desain yang paling banyak dilihat adalah desain Laurier, walaupun perbedaannya dengan desain Carefree tidak jauh dan masih di atas rata-rata total. Pada *main effects for design* pengguna Kotex, desain yangpaling banyak dilihat adalah desain Kotex, danperbedaannya dengan dua desain lainnya cukup jauh, nilai *mean* desain Kotex berada di luar batas atas, sedangkan *mean* dua desain lainnya ada di bawah rata-rata. Pada *main effects for design* pengguna Carefree, desain yang paling banyak dilihat adalah Carefree, dan perbedaannya dengan kedua merek lainnya cukup ekstrim, dimana *mean* desain Carefree ada di atas batas atas, desain Kotex ada di bawah rata-rata, dan *mean* desain Laurier bahkan berada di bawah batas bawah.

Dari *mean analysis* ini, terlihat bahwa pengguna Carefree memiliki kecenderungan lebih dibanding pengguna Kotex, dan pengguna Kotex memiliki kecenderungan lebih dibanding pengguna Laurier dalam melihat produk dengan merek yang ia gunakan ketika berhadapan dengan rak supermarket.Kecenderungan responden untuk melihat *brand* yang digunakannya merupakan kesimpulan yang juga didapat oleh Chandon (2002) [12].

Hubungan Antara Usia Pembelanja dengan Atensi Terhadap Atribut yang Dilihat

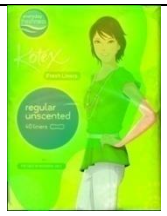
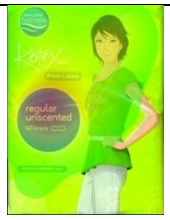
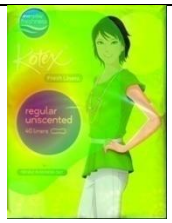
Fixation map pada tabel 2 memperlihatkan ketertarikan responden yang tersegmentasi secara usia pada ketiga desain kemasan yang ada. Golongan usia 18 – 25 tahun memperlihatkan ketertarikan yang kuat melalui tingginya intensitas duarasi fiksasi pada bagian tengah dan paling menonjol di kemasan Laurier dan Carefree. Hal ini dapat disebabkan oleh kemiripan lokasi dan sifat fisik atribut pada lokasi tersebut. Namun kecenderungan ini tidak terjadi pada *fixation map* kemasan Kotex karena tidak adanya fokus atribut yang lebih menonjol dari atribut lain pada desain kemasan ini. Dengan kata lain, golongan usia ini memperlihatkan kecenderungan utuk terfokus pada atribut yang paling menonjol.

Golongan usia 26 – 35 tahun memperlihatkan karakteristik memperhatikan seluruh bagian desain kemasan, terlihat dari tidak adanya atribut yang tidak mendapat atensi, bahkan atensi responden juga ada pada area non-atribut.Golongan usia 36 – 45 tahun memperlihatkan kecenderungan untuk terfokus pada bagian yang paling menonjol tanpa mengabaikan bagian lainnya, namun atensi yang diberikan pada bagian yang tidak menjadi fokus pun tidak merata seperti golongan usia 26 – 35 tahun. Pola

fixation map golongan usia ini hampir mirip dengan usia 26 – 35 tahun, namun dengan luas permukaan *fixation map* lebih kecil dan fokus yang lebih terlihat pada bagian yang menonjol.

Hubungan antara faktor usia dengan atribut serta interaksinya dapat diketahui menggunakan *ANOVA Two Way* dengan model statistik linear [11]:

Tabel 2.*Fixation map* desain kemasan

Usia (tahun)	Desain Kemasan		
	Laurier	Kotex	Carefree
18 – 25			
26 – 35			
36 – 45			

$$X_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \begin{cases} i = 1,2,3 \\ j = 1,2,3 \\ k = 1,2,\dots,n \end{cases}$$

dengan : τ_i = efek dari faktor usia
β_j = efek dari faktor atribut
$(\tau\beta)_{ij}$ = efek dari interaksi antara kedua faktor
k = jumlah responden, karena satu replikasi didapat dari satu responden.

Uji Hipotesis yang dilakukan pada ketiga *ANOVA Two Way* adalah:

1. $H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3$
   H_1 : setidaknya terdapat satu τ_i yang tidak bernilai nol
2. $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3$
   H_1 : setidaknya terdapat satu β_j yang tidak bernilai nol
3. $H_0 : (\tau\beta)_{ij} = 0$ untuk semua nilai i dan j
   H_1 : setidaknya terdapat satu $(\tau\beta)_{ij}$ yang tidak bernilai nol

Pada uji kemasan Laurier, nilai *p-value* usia sebesar 0.315, atribut sebesar 0.000, dan interaksi sebesar 0.121 dengan R-Sq(adj) sebesar 82.94%. Maka ada cukup bukti untuk menerima H_1(2) bahwa faktor atribut berpengaruh signifikan terhadap jumlah durasi fiksasi mata responden, dan menerima H_0 (1 &3) bahwa usia dan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah durasi fiksasi mata responden. Pada uji kemasan Kotex, nilai *p-value* usia sebesar 0.188, atribut sebesar 0.000, dan interaksi sebesar 0.098 dengan R-Sq(adj) sebesar 50.27%. Maka ada cukup bukti untuk menerima H_1(2) bahwa faktor atribut berpengaruh signifikan terhadap jumlah durasi fiksasi mata responden, dan menerima H_0 (1 &3) bahwa usia dan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah durasi fiksasi mata responden. Pada uji kemasan Carefree, nilai *p-value* usia sebesar 0.430, atribut sebesar 0.000, dan interaksi sebesar 0.000 dengan R-Sq(adj) sebesar 78.91%. Maka ada cukup bukti untuk menerima H_1(2& 3) bahwa faktor atributdan interaksi antara usia dengan atribut berpengaruh signifikan terhadap jumlah durasi fiksasi mata responden, dan menerima H_0 (1) bahwa usia tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah durasi fiksasi mata responden.

Pada uji kemasan Carefree, interaksi antara usia dengan atribut berpengaruh signifikan terhadap durasi fiksasi. Pada kedua uji kemasan lainnya, hal ini tidak terjadi.Interaksi menjadi signifikan ketika ada perbedaan respon pada antarusia dan antar atribut. *Mean* durasi fiksasi pengguna berdasarkan usia terhadap atribut dapat dilihat pada tabel 3. Pada semua golongan usia, terlihat adanya perbedaan durasi fiksasi antara atribut yang satu dengan yang lain. Pada golongan usia 36 – 45, perbedaan *mean* antar atribut memiliki rentang terjauh dibanding golongan usia lainnya. *Mean* durasi fiksasi atribut *brand* usia 36 – 45 merupakan yang tertinggi, sedangkan *mean* durasi fiksasi atribut grafis usia 36 – 45 merupakan yang terendah. Perbedaan yang ekstrim ini menjelaskan adanya pengaruh interaksi yang signifikan.

Tabel 3. *Mean* durasi fiksasi pengguna pada atribut

Usia (tahun)	*Mean* Durasi Fiksasi Atribut (ms)		
	Brand	Grafis	Informasi
18 – 25	3645	209	2034
26 – 35	2545	311	3936
36 – 45	4268	82	1538

Tabel 4. *Mean* atribut

Atribut	Mean Durasi Fiksasi (ms)		
	Laurier	Kotex	Carefree
Brand	698.00	795.56	3485.78
Grafis	4390.89	1269.33	200.67
Informasi	5186.00	2649.33	2502.67

Uji *ANOVA Two Way* pada semua kemasan memperlihatkan faktor jenis atribut telah terbukti berpengaruh secara signifikan terhadap durasi fiksasi pada semua kemasan. Tabel 4 memperlihatkan bahwa pada kemasan Laurier, informasi merupakan atribut yang paling berpengaruh, diikuti oleh atribut grafis, dan *brand*. Atribut informasi pada kemasan Laurier menjadi atribut dengan durasi fiksasi tertinggi karena letaknya yang berada di tengah dan luas area yang dihabiskannya jauh lebih banyak dibanding

atribut lain khususnya *brand.* Atribut grafis mendapat atensi yang tidak jauh berbeda dari atribut informasi karena letaknya yang berada di tengah bersama dengan salah satu atribut informasi.

Pada kemasan Kotex, informasi merupakan atribut yang paling berpengaruh, diikuti oleh atribut grafis, dan *brand*. Melalui nilai *mean* ini, terlihat adanya perbedaan karakteristik atensi responden antara kemasan Laurier dengan Kotex. Selisih *mean* atribut informasi dengan atribut grafis jauh lebih besar dibanding selisih *mean* atribut grafis dengan *brand.* Pada desain kemasan Kotex, atribut grafis berada pada bagian kanan, dan atribut informasi dan *brand* ada pada bagian kiri dengan persebaran yang merata. Luas permukaan atribut informasi lebih kecil dibanding atribut grafis, namun atribut informasi memiliki *mean* durasi fiksasi yang lebih tinggi dari atribut grafis. Selisih *mean* antaratribut, posisi peletakan atribut pada desain kemasan Kotex, dan perbedaan luas permukaan atribut yang telah dibahas di atas menandakan bahwa responden lebih memperhatikan atribut informasi dibanding atribut grafis. Atribut *brand* tidak mendapat atensi lebih dapat dikarenakan oleh luas permukaannya yang lebih kecil dibanding dua atribut lainnya dan warna *brand* yang kurang mencolok dibanding warna dasar kemasan.

Pada kemasan Carefree, *brand* merupakan atribut yang paling berpengaruh, diikuti oleh informasi dan grafis. Atribut *brand* pada kemasan Carefree menjadi atribut dengan durasi fiksasi tertinggi karena letaknya yang berada di tengah. Atribut informasi tidak mendapat atensi terbanyak seperti pada kedua kemasan lainnya karena ada bentuk atribut informasi yang kurang mencolok dan tidak mengundang untuk dibaca, yaitu atribut informasi yang berada pada kanan bawah.Informasi yang ada pada atribut ini tersusun dari tulisan dengan ukuran kecil, rapat-rapat, dan warnanya pun cenderung kurang menarik dan kontras dengan *background* kemasan dibanding atribut *brand.*

Atribut grafis mendapat atensi yang relatif sangat rendah bahkan bila dibandingkan dengan atribut grafis dua kemasan lainnya karena desainnya yang tidak menarik dan mencolok. Melalui analisis *mean* atribut ketiga desain kemasan ini, terlihat bahwa atribut yang berukuran besar, kontras, dan mencolok mampu menciptakan *visual acuity* responden yang baik. Ukuran yang besar ini juga menciptakan *contrast sensitivity* yang tinggi sehingga atribut mudah dilihat oleh responden. Namun atribut informasi mampu menarik perhatian lebih ketika atribut informasi berada pada lokasi dan kondisi yang setara dengan atribut grafis, seperti yang terjadi pada *fixation map* kemasan Kotex.

Visual acuity dan *contrast sensitivity* seseorang turun seiring berjalannya usia, dimulai sejak usia 40 tahun. Menurunnya kedua hal ini menyebabkan waktu respon dan proses penyerapan informasi yang lebih lambat. Karena penyebab inilah, pada golongan usia 36 – 45 tahun, luas area *fixation map* lebih rendah dibanding golongan usia 26 – 35 tahun [10].

KESIMPULAN

Faktor lokasi dan desain mempengaruhi durasi fiksasi responden pada planogram secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95%, dimana pengaruh faktor lokasi lebih besar daripada desain.Interaksi antara kedua faktor tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Lokasi yang paling banyak menarik atensi responden pada planogram yang digunakan pada penelitin ini (dari yang paling menarik atensi hingga yang paling tidak menarik atensi): 5 – 2 – 8 – 1 – 4 – 7 – 6 – 3 – 9. Lokasi tengah baik pada vertikal maupun horizontal rak merupakan lokasi yang paling banyak menarik atensi, dengan kecenderungan pengaruh lokasi vertikal lebih kuat dari horizontal dalam menarik atensi.

Desain yang paling banyak menarik atensi responden adalah Carefree, diikuti oleh Kotex dan Laurier. Responden cenderung memperhatikan desain kemasan merek yang digunakannya, terlepas dari lokasi desain tersebut diletakkan. Usia tidak berpengaruh secara signifikan terhadap jenis atribut yang dilihat pada ketiga desain kemasan.Kecenderungan perilaku responden dalam melihat desain kemasan *pantyliners* yang digunakan dalam penelitian ini:

- Usia 18 – 25 memperlihatkan ketertarikan yang kuat pada bagian tengah sekaligus bagian yang paling menonjol pada kemasan Laurier dan Carefree
- Usia 26 – 35 memperlihatkan karakteristik memperhatikan seluruh bagian desain kemasan dan tidak terpaku pada satu titik
- Usia 36 – 45 memperlihatkan kecenderungan untuk terfokus pada bagian kemasan yang paling menonjol tanpa mengabaikan bagian lainnya

Atribut yang berukuran besar, kontras, dan mencolok mampu menarik perhatian lebih karena kemampuannya menciptakan *visual acuity* dan *contrast sensitivity* yang baik.Namun atribut informasi mampu menarik perhatian lebih ketika atribut informasi berada pada lokasi dan kondisi yang setara dengan atribut grafis. Saran untuk penelitian berikutnya adalah penggunaan dan eksplorasi variabel harga, promosi *in-store* dan *out-of-store marketing* seperti iklan dan preferensi historis yang lebih jauh hingga pada keputusan membeli. Dari sini akan terlihat proses membeli sesungguhnya dan faktor prioritas dalam membeli pun dapat diketahui. Selain itu, penelitian mengenai preferensi atribut dan desain kemasan

secara keseluruhan dapat dikembangkan dengan membahas aspek desain selain dari segi ergonomi, sehingga penelitian tentang desain kemasan dapat menghasilkan analisis yang lebih kompeherensif.

DAFTAR PUSTAKA

Chandon, Pierre. (2002). *Do we know what we look at? An eye-tracking study of visual attention and memory for brands at the point of purchase.* Working Paper. France: INSEAD.

Chandon, Pierre, & Hutchinson, J. Wesley, & Bradlow, Eric T., & Young, Scott (2008). Does in-store marketing work? Effects of the number and position on shelf facings on attention and evaluation at the point of purchase. *Faculty & Research Working Paper.* France: INSEAD.

Chandon, Pierre, & Hutchinson, J. Wesley, & Bradlow, Eric T., & Young, Scott (2007). Measuring the value of point-of purchase marketing with commercial eye-tracking data. *Faculty & Research Working Paper.* France: INSEAD.

Chandon, Pierre, & Hutchinson, J. Wesley, & Young, Scott H. (2002). *Unseen is unsold: Assessing Visual Equity with commercial eye-tracking data.* France: Perception Research Services, Inc.

Lans, Ralf van der, & Pieters, Rik, & Wedel, Michel. (2008). Competitive brand salience. *Marketing Science,* 27, 5, 922 – 931.

Lehto, Mark R., & Buck, James R. (2008). *Introduction to human factors and ergonomics for engineers.* New York: Taylor & Francis Group.

Louw, Alice, & Kimber, Michelle. (n. d.). The power of packaging. United Kingdom: The Customer Equity Company.

Montgomery, Douglas C. (n. d.) *Design an analysis of experiments (6th ed.).* Arizona: John Wiley & Sons Inc.

Sanders, Mark S., & McCormick, Ernest J. (1993). *Human factors in engineering and design (7th ed.).* Singapore: McGrawHill Inc.

Strandvall, Tommy. (2008). Eye tracking as a tool in package and shelf testing. *Tobii Technology White Paper.* Sweden: Tobii Technology.

Valenzuela, Ana, & Raghubir, Priya.(n.d.). Are top-bottom inferences conscious and left-right inferences automatic? Implications for shelf space positions. NY: Baruch College dan New York University.

Valenzuela, Ana, & Raghubir, Priya. (2009). Position based beliefs: The center-stage effect. *Journal of Consumer Psychology,* 19, 185 – 196.

MODEL KEBIJAKAN DISTRIBUSI BANTUAN DAN PENENTUAN JALUR EVAKUASI KORBAN BENCANA GUNUNG MERAPI

Azizah Aisyati[1], Aditya Respati[2], Wakhid Ahmad Jauhari[3] , Pringgo Widyo Laksono [3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir Sutami 36 A Surakarta 57126
Telp: 0271-632110
Email : aisyati@yahoo.com, aditya.respati.p@gmail.com, wakhid_aj@yahoo.com

ABSTRAKS

Proses distribusi bantuan pada saat terjadinya bencana alam seperti, gunung meletus, gempa dan banjir menjadi faktor penting yang harus diperhatikan Pemerintah dan masyarakat yang terkait. Seringkali proses distribusi bantuan tidak direncanakan dengan baik, sehingga memunculkan beberapa masalah seperti pendistribusian bantuan yang tidak merata. Pada kasus meletusnya Gunung Merapi, didapati banyak pengungsi yang tidak mendapatkan bantuan padahal pasokan barang bantuan di gudang logistik masih tersedia cukup. Melihat kenyataan tersebut, proses pendistribusian bantuan perlu direncanakan dengan baik agar distribusi dapat berjalan dengan efisien dan setiap pengungsi mendapatkan bantuan sesuai kebutuhannya. Penelitian ini membahas tentang pengembangan model distribusi bantuan bencana dari gudang pemasok ke lokasi pengungsian. Tahapan penelitian diawali dengan melakukan karakterisasi sistem. Tahapan selanjutnya adalah proses pengembangan model matematis. Setelah model dikembangkan maka selanjutnya dikembangkan cara pencapaian solusi model. Tahap terakhir dari penelitian ini adalah analisis model dan penarikan kesimpulan.
Model yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan kebijakan distribusi bantuan saat bencana yang meliputi: jumlah distribusi barang dari gudang pemasok ke barak permanen, jumlah distribusi barang dari barak permanen ke barak sementara dan alokasi pengungsi dari lokasi bencana ke barak sementara.

Kata Kunci:*Barak Permanen, Barak Sementara, Distribusi Bantuan, Evakuasi, Gunung Merapi*

LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak pada zona rawan bencana karena secara geologis terletak pada pertemuan tiga lempeng/kulit bumi aktif yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Euro-Asia, dan lempeng Pasifik yang bergerak dan saling bertumbukan sehingga menimbulkan jalur gempa bumi dan rangkaian gunung api aktif(BNPB, 2010). Secara historis letusan gunung api merupakan bencana yang menyebabkan timbulnya korban jiwa terbesar kedua di Indonesia setelah gempa bumi dan tsunami.

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung berapi yang paling aktif di Indonesia karena siklus meletusnya antara 2 sampai 7 tahun sekali. Gunung yang terletak di perbatasan Provinsi Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta ini memiliki potensi bahaya yang besar ketika meletus. Tercatat Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada erupsi merapi tahun 2010 jumlah korban meninggal sebanyak 374 jiwa dan jumlah pengungsi sebanyak 279.702 jiwa. Bencana tersebut juga menyebabkan aktivitas warga yang terdampak letusan Merapi menjadi lumpuh dan menerima kerugian materi yang sangat besar.

Perencanaan mitigasi yang efektif sangat diperlukan untuk meminimalisasi kerugian yang terjadi saat bencana Gunung Merapi.Mitigasi, menurut Undang - Undang Penanggulangan Bencana Nomor 24 Tahun 2007, merupakan serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Selain itu, juga bertujuan untuk mengurangi dan mencegah risiko kehilangan jiwa serta perlindungan terhadap harta benda.

Upaya perencanaan mitigasi pada letusan Gunung Merapi pada tahun 2010 tidak berjalan baik pada lokasi yang terdampak letusan Merapiterutama di wilayahKawasanRawanBencana III (KRB III) di Kabupaten Klaten seperti Desa Balerante, DesaPanggang, Desa Sidorejo, Desa Tlogowatu dan Desa Tegalmulyo. Upaya perencanaan mitigasi tersebut tidak berjalan baik dikarenakan adanya distribusi bantuan logistik yang belum memenuhi kebutuhan korban bencana letusan Gunung Merapi. Hal ini dibuktikan dengan adanya ketidak merataan distribusi bantuan terutama pada barak yang berlokasi di

Bawukan dan sekitarnya. Jika hal ini terus berlanjut dan tidak terselesaikan maka akan timbul permasalahan seperti kelaparan dan penyakit.

Dari permasalahan di atas perlu dibuat perencanaan mitigasi bencana yang sesuai untuk dapat memenuhi kebutuhan korban bencana letusan Merapi. Dalam usaha memenuhi kebutuhan korban bencana juga diperlukan adanya alokasi bantuan yang tepat dan sesuai agar distribusi merata dan tidak menumpuk di barak tertentu dengan criteria meminimalkan biaya evakuasi dan distribusi.

Penelitian-penelitian yang terkait dengan aktivitas perencanaan mitigasi bencana di antaranya adalah penelitian Balcik dan Beamon (2008)denganmengembangkan model yang bertujuan memaksimasi manfaat yang bisa diberikan kepada individu yang terkena dampak bencana dengan menentukan jumlah dan lokasifasilitas. Azlia (2010) mengembangkan model yang bertujuanuntuk menentukan lokasi fasilitas gudang kesiapsiagaan untuk persiapan menghadapi bencana alam dengan mempertimbangkan kerentanan suatu wilayah terhadap bencana, pusat distribusi, serta jumlah persediaan tiap-tiap pusat distribusi yang didirikan.Nugraha dan Halim (2012) mengembangkan model untuk menentukan lokasi barak pengungsian, lokasi gudang pemasok barang bantuan serta cakupan pelayanannya dengan kriteria meminimumkan total biaya.

Untuk menjawab solusi permasalahan yang ada, maka perlu dikembangkan model untuk menentukan alokasi evakuasi pengungsi dan distribusi bantuan ke lokasi barak pengungsian dengan criteria meminimalkan total biaya evakuasi dan distribusi sesuai dengan tingkatan status GunungMerapi. Pada penelitian ini akan mengembangkan model dasar dari Nugraha dan Halim (2012). Pada penelitian Nugraha dan Halim (2012) menghasilkan model untuk menentukan lokasi barak pengungsian, lokasi gudang pemasok barang bantuan serta cakupan pelayanannya dengan kriteria meminimumkan total biaya. Padap enelitian tersebut belum menyampaikan model yang sesuai dengan tingkatan aktivitas Gunung Merapi. Tingkatan Gunung Merapi dibagi menjadi 4 yaitu normal, waspada, siaga, dan awas. Status normal menandakan Gunung Merapi tidak ada gejala aktivitas magma. Status waspada menandakan adanya kenaikan aktifitasGunungMerapidiatas level normal. Status siaga menandakan Gunung Merapi sedang bergerak ke arah letusan atau menimbulkan bencana sedangkan status awas menandakan Gunung Merapi segera atau sedang meletus. Penanggulangan bencana letusan Gunung Merapi melibatkan dua tingkatan aktivitas Gunung Merapi yaitu pada tingkatan awas dan siaga serta pasca bencana karena ketiga situasi tersebut terjadi aliran distribusi logistic dan evakuasi pengungsi. Pengembangan model pada penelitian ini akan diterapkan pada tingkatan aktivitas gunung berapi siaga dan awas serta pasca bencana.

STUDI LITERATUR

Humanitarian Logistics

Humanitarian logistics atau *emergency logistics* menurut Thomas dan Kopczak (2005) dapat diartikan sebagai proses perencanaan, penerapan, pengawasan, pengendalian dan pengaliran maupun penyimpanan berbagai barang dan material maupun informasi yang efektif maupun efisien dari sisi biaya, dari titik asal hingga sampai ke titik penggunaan (oleh para korban bencana), dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan para pengguna tersebut. Kebutuhan-kebutuhan riil berikut ini di dalam kaitannya dengan logistik bencana:

1. Penentuan lokasi pusat distribusi bantuan maupun lokasi pengungsian sementara
2. Penentuan skema alokasi bantuan (baik berupa barang maupun tenaga medis/ paramedis) secara efektif dan efisien
3. Perancangan jaringan distribusi bantuan yang mampu meningkatkan kinerja pemberian bantuan di masa mendatang
4. Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi di dalam membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas dari berlangsungnya tiga aktivitas pertama

Thomas dan Kopczak (2005) mengemukakan alasan-alasan berikut mengenai pentingnya logistik bencana:

1. Logistik bencana amatlah krusial dalam kaitannya dengan efektivitas dan kecepatan respons dari program-program bantuan bencana, misalnya kesehatan, makanan, lokasi bagi para pengungsi, air, dan sanitasi
2. Penyediaan dan transportasi bantuan bagi korban bencana merupakan salah satu bagian paling mahal di dalam upaya-upaya pemberian bantuan; dan
3. Data yang tersimpan baik dari berlangsungnya logistik bencana amat berguna sebagai bahan kajian pasca-bencana.

Model *Humanitarian Logistics*

Penelitian untuk menentukan lokasi fasilitas dan posisi persediaan telah dilakukan Balcik dan Beamon (2008). Penelitian mereka adalah mengembangkan model yang bertujuan memaksimasi manfaat yang bisa diberikan kepada individu yang terkena dampak bencana dengan menentukan jumlah dan lokasi pusat distribusi, serta jumlah persediaan tiap-tiap pusat distribusi yang didirikan. Dengan fungsi tujuan sebagai berikut :

$$\max \quad \sum_{s} \sum_{k} \sum_{l_k} \sum_{j \in N_s(l_k)} p_s d_{sk} w_k \alpha_k^{l_k} f_{sjk} \qquad (1)$$

dimana

P_s : Probabilitas kejadian dari skenario bencana *s*
d_{sk} : Demand barang jenis *k* yang dibutuhkan pada skenario bencana *s*
w_k : Berat kritis dari barang jenis *k*
α^l_k : Tingkat cakupan berat
f_{sjk} : proporsi permintaan barang jenis *k* yang sesuai dengan pusat distribusi *j* dalam skenario bencana *s*

Penelitian lain dilakukan oleh Nugraha dan Halim (2012) dengan mengembangkan model adalah untuk menentukan lokasi barak pengungsian, lokasi gudang pemasok barang bantuan serta cakupan pelayanannya dengan kriteria meminimumkan total biaya. Dengan fungsi tujuan sebagai berikut :

$$minZ = \sum_{l \epsilon L} \sum_{k \epsilon K} Hb \;\; Rb_{kj} V_k Y_{kj} + \sum_{i \epsilon I} \sum_{j \epsilon J} (Ha \;\; Ra_{ij} X_{ij} (\sum_{k \epsilon K} V_k Y_{kj}))$$
$$+ \sum_{j \epsilon J} F_j Z_j \qquad (2)$$

dimana

V_k : Jumlah penduduk pada lokasi bencana *k* (orang)
P_i : Kapasitas gudang pemasok *i* (unit)
R_{aij} : Jarak antara lokasi gudang pemasok *i* ke barak pengungsian *j*(km)
R_{bkj} : Jarak antara lokasi bencana *k* ke barak pengungsian *j*, (km)
H_a : Biaya untuk mendistribusikan 1 unit bantuan dari gudang pemasok *i* ke barak pengungsian *j* (Rp/unit per km)
H_b : Biaya untuk mengevakuasi 1 orang pengungsi dari lokasi bencana *k* ke barak pengungsian *j*(Rp/orang per km)
F_j : Biaya untuk mendirikan barak pengungsian pada lokasi *j* (Rp)
U_j : Kapasitas barak pengungsian yang akan didirikan pada lokasi *j* (orang)
B : Kebutuhan bantuan untuk 1 orang pengungsi (1 unit/orang)

Dengan variabel keputusan

Z_j= { 1 jika barak pengungsiandidirikanpadalokasi*j*; 0 jika tidak

X_{ij}= { 1 jika barak pengungsian*j*disuplaiolehgudangpemasok*i*; 0 jika tidak

Y_{kj}= { 1 jika barak pengungsian*j*dipilihuntukmengevakuasi orang dari lokasibencana*k*; 0 jika tidak

DenganPembatas

$$Y_{kj} \leq \; Z_j \forall j \in J, k \in K \qquad (3)$$

$$\sum_{j \in J} Y_{kj} = 1 \ \forall k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I} X_{ij} = Z_j \forall j \in J \quad (5)$$

$$\sum_{k \in K} V_k Y_{kj} - U_j Z_j \leq 0 \ \forall j \in J \quad (6)$$

$$\sum_{j \epsilon J} (X_{ij} \ (\sum_{k \epsilon K} V_k Y_{kj})) . B \leq P_i \forall i \in I \quad (7)$$

$$W_{jkl} \geq X_{ij} + Y_{kj} - 1 \qquad \forall j \in J, k \in K, i \in I \quad (8)$$

$$W_{ijk} \leq X_{ij} \forall j \in J, k \in K, i \in I \quad (9)$$

$$W_{ijk} \leq Y_{ij} \forall j \in J, k \in K, i \in I \quad (10)$$

$$X_{ij}, Y_{kj}, W_{ijk} = \{0,1\} \forall j \in J, k \in K, i \in I \quad (11)$$

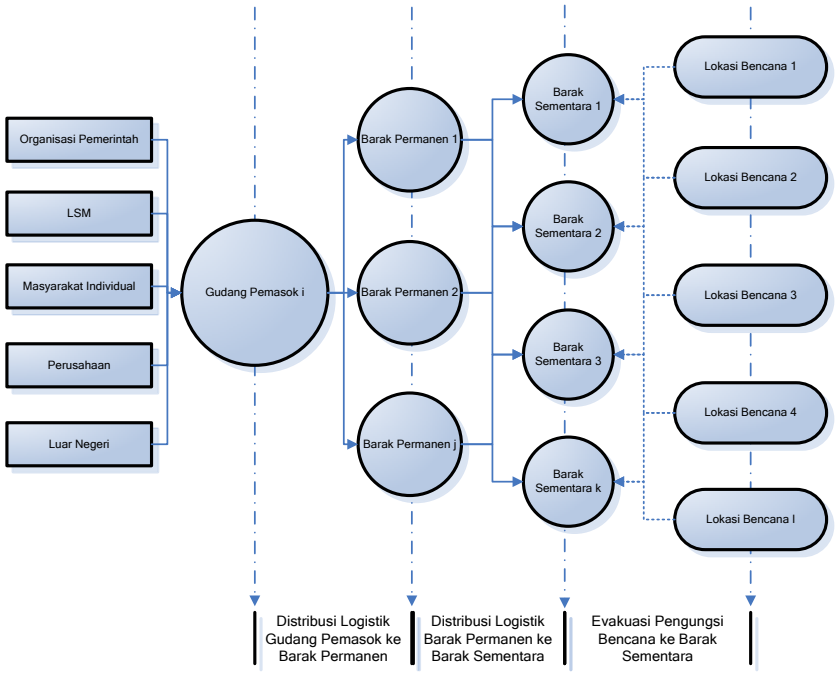
Gambaran Sistem

Sistem pada manajemen bencana letusan Gunung Merapi sangat ditentukan oleh tingkatan status Gunung Merapi. Tingkatan status Gunung Merapi di bagi menjadi 4. Tingkatan yang pertama yaitu status normal dimana tidak ada gejala aktivitas tekanan magma dan penduduk masih bisa beraktivitas di Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunung Merapi. Tingkatan yang kedua yaitu status waspada, status initerdapat kenaikan aktivitas Gunung Merapi dengan adanya peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya. Pada status waspada Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) akan memberikan sosialisasi terhadap penduduk yang berada di kawasan rawan bencana agar penduduk mengetahui adanya peningkatan aktivitas Gunung Merapi. Tingkatan yang ketiga yaitu status siaga. Status siaga menandakan Gunung Merapi sedang bergerak ke arah letusan atau menimbulkan bencana. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) pada kondisi ini diwajibkan untuk menyiapkan sarana darurat seperti barak sementara untuk pengungsi. BPBD juga memberikan penyuluhan dan ajakan untuk mengungsi ke barak sementara yang sudah disiapkan agar resiko kerugian seperti kehilangan jiwa dan harta benda dapat berkurang. Tingkatan yang terakhir yaitu status awas menandakan Gunung Merapi segera atau sedang meletus. Letusan pembukaan dimulai dengan abu dan asap dan letusan berpeluang terjadi dalam waktu 24 jam. Tindakan yang dilakukan oleh BPBD adalah mengosongkan Kawasan Rawan Bencana terutama Kawasan Rawan Bencana III dan II karena kawasan tersebut sangat berpeluang menerima lava pijar dan awan panas. Selain itu BPBD juga memberikan koordinasi kepada pengungsi yang berada di Kawasan Rawan Bencana III dan II agar mengungsi ke barak permanen yang berada di luar kawasan rawan bencana. Untuk yang berada di kawasan rawan bencana I diharapkan untuk menjauh dari sungai agar tidak terkena banjir lahar dingin.

Aliran distribusi bantuan logistik dan evakuasi juga dipengaruhi dari tingkatan status Gunung Merapi. Pada penelitian ini,distribusi bantuan logistik dan evakuasi difokuskan pada status siaga dan awas.

Pada Tingkatan status Gunung Merapi siaga aliran distribusi bantuan logistik berawal dari sumbangan organisasi pemerintah, LSM, Masyarkat individual, perusahaan, dan luar negeri diterima dan dicatat oleh Badan Penangulangan Bencana Daerah (BPBD) sebagai gudang pemasok. Kemudian BPBD mengirimkan bantuan logistik ke barak permanen yang berada di luar kawasan rawan bencana. Barak permanen akan menyimpan sebagian dari bantuan logistik tersebut sebagai stok dan sebagian mengirimkan ke barak sementara yang berada di kawasan rawan bencana I. Barak permanen tersebut dapat mengirimkan bantuan logistik ke berbagai lokasi barak sementara dengan memperhatikan kriteria jarak antar barak permanen dengan barak sementara yang paling dekat dan kapasitas bantuan logistik maksimal yang disesuaikan dengan kapasitas manusia dari barak sementara. Aliran evakuasi pada tingkatan status Gunung Merapi siaga berawal dari lokasi-lokasi bencana yang berada di kawasan rawan bencana III dengan penyuluhan dan sosialisasi dari BPBD maka diharapkan penduduk mengungsi ke barak sementara agar mengurangi resiko kerugian yang timbul dari bencana Gunung Merapi. Penduduk dapat memilih barak sementara dengan kriteria jarak terpendek antara tempat tinggal penduduk yang berada di lokasi bencana dengan barak sementara yang telah disiapkan dan kapasitas manusia maksimal yang bisa ditampung dalam barak sementara. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar1.

 ISBN: 978-602-70259-2-9

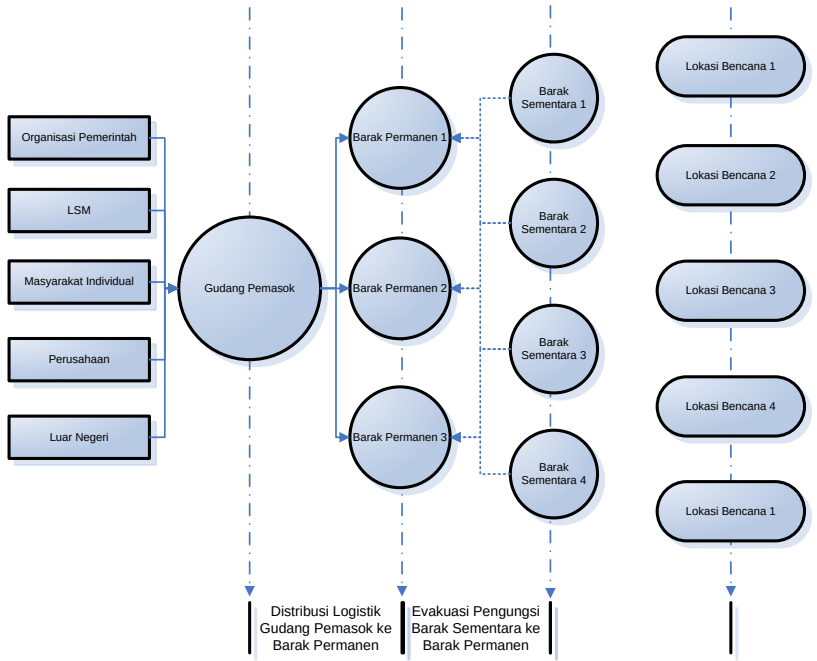


Gambar 1. AliranDistribusi Bantuan Logistik dan Evakuasi pada Status Siaga

Keterangan :

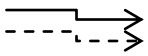
: Aliran distribusi bantuan logistik
: Aliran evakuasi

Pada Tingkatan status Gunung Merapi awas hampir sama dengan status Gunung Merapi siaga namun dengan adanya peningkatan tingkatan status Gunung Merapi maka diharapkan pengungsi mengevakuasi dari barak sementara ke daerah yang benar-benar aman yaitu pada barak permanen yang berada di luar kawasan rawan bencana. Barak permanen dapat menampung pengungsi dari beberapa barak sementara dengan memperhatikan kapasitas maksimal dari barak permanen. Sementara itu distribusi bantuan logistik dipusatkan ke barak permanen. Untuk lebih jelas bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. AliranDistribusi Bantuan Logistik dan Evakuasi pada Status Awas

Keterangan :



: Aliran distribusi bantuan logistik
: Aliran evakuasi

PENGEMBANGAN MODEL

Penelitian ini mengembangkan model berdasarkan hasil dari penelitian Nugraha dan Halim (2012) yaitu dengan menambahkan satu tahap distribusi dan evakuasi dengan adanya barak permanen dan barak sementara. Barak permanen merupakan tempat penampungan akhir bagi pengungsi saat tingkatan Gunung Merapi pada status awas. Barak permanen berlokasi di daerah non KRB, didirikan oleh petugas BPBD berupa gedung beserta fasilitas yang berguna bagi pengungsi saat terjadinya letusan Gunung Merapi. Sedangkan barak sementara merupakan tempat penampungan sementara bagi pengungsi saat tingkatan Gunung Merapi pada status siaga dan pasca bencana.Barak sementara sebagian besar berlokasi di KRB III, didirikan oleh petugas BPBD berupa tenda-tenda penampungan yang memiliki sedikit fasilitas. Pada penelitian ini tingkatan status Gunung Merapi yang diamati adalah pada status siaga dan awas.

Pengembangan Model pada Status Siaga

Dilihat dari tingkatan Gunung Merapi pada status siaga. Formulasi awal untuk menentukan minimasi total biaya evakuasi dan distribusi adalah dengan menjumlahkan biaya evakuasi dari lokasi bencana ke barak sementara, biaya distribusi gudang pemasok ke barak permanen, dan biaya distribusi barak permanen ke barak sementara.

1) Biaya Evakuasi dari Lokasi Bencana ke Barak Sementara

Biaya evakuasi pada status siaga diperoleh berdasarkan perkalian antara Biaya untuk mengevakuasi 1 orang pengungsi dari lokasi bencana ke barak sementara (Rp/orang per km), jarak tempuh terpendek yang dilalui pengungsi dari lokasi bencana ke barak sementara (km) dan jumlah pengungsi yang berevakuasi ke barak sementara (orang). Jika diketahui titik lokasi bencana adalah *l* dan titik lokasi barak sementara adalah *k*sedangkan jumlah penduduk pada lokasi bencana *l* adalah V_l, jarak antara lokasi bencana *l* ke barak sementara *k* dan biaya evakuasi 1 orang pengungsi dari lokasi *l* ke barak sementara *k* adalah Hc_{lk}, maka kapasitas pengungsi yang dapat ditampung di barak sementara adalah :

$$\sum_{l \epsilon L} V_l Y_{lk} - U_k \leq 0 \ \forall k \in K \qquad (12)$$
$$Y_{lk} = \{0,1\} \forall l \in L$$

Dimana :

Uk : Kapasitas barak sementara *k* (orang)
K : Jumlah barak sementara

Y_{lk} = { 1 jika barak sementara *k* dipilih untuk mengevakuasi orang dari lokasi bencana *l*; 0 jika tidak }

Total biaya evakuasi pada status siaga didapatkan model sebagai berikut :

$$\sum_{l \epsilon L} \sum_{k \epsilon K} Hc_{lk} Rc_{lk} V_l Y_{lk} \qquad (13)$$

2) Biaya Distribusi dari Barak Permanen ke Barak Sementara

Biaya distribusi dari barak permanen ke barak sementara pada status siaga diperoleh dengan mengalikan biaya untuk mendistribusikan 1 unit bantuan dari barak permanen *j* ke barak sementara *k*(Hb_{jk}), jarak tempuh dari barak permanen ke barak sementara (Rb_{jk}) dan jumlah penduduk yang mengungsi di barak sementara (V_l).

$$\sum_{j \epsilon J} \sum_{k \epsilon K} Hb_{jk} Rb_{jk} X_{jk} \ (\sum_{l \epsilon L} V_l Y_{lk} \ )) \qquad (14)$$

$$X_{jk} = \begin{cases} 1 & \text{Jika barak sementara } k \text{ disuplai barak permanen } j \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

Variabel keputusan X_{jk} ini juga harus menyesuaikan dari jumlah penduduk yang mengungsi ke masing-masing barak sementara.Sehingga dibutuhkan pembatas untuk menunjukan bahwa kebutuhan distribusi perunit harus sesuai dengan jumlah penduduk yang mengungsi ke barak sementara dan tidak boleh melebihi kapasitas barak permanen.

$$\sum_{k\epsilon K}(X_{jk}\ (\sum_{l\epsilon L} V_l Y_{lk}\ )).B \leq P_j \forall j \in J \qquad (15)$$
$$Y_{lk}, X_{jk} = \{0,1\} \forall j \in J, k \in K, l \in L$$

dimana :

Pj : Kapasitas Barak Permanen *j* (unit)
B : kebutuhan bantuan untuk 1 orang pengungsi (unit/orang)

3) Biaya Distribusi dari Gudang Pemasok ke Barak Permanen

Biaya distribusi dari gudang pemasok ke barak sementara pada status siaga diperoleh dengan mengalikan biaya untuk mendistribusikan 1 unit bantuan dari gudang pemasok ke barak permanen Ha_{ij}, jarak tempuh dari gudang pemasok ke barak permanen Ra_{ij}dan jumlah penduduk yang akan mengungsi di barak permanenV_l. Sehingga biaya distribusi dari gudang pemasok ke barak permanen pada status siaga dapat dimodelkan sebagai berikut :

$$\sum_{i\epsilon I} \sum_{j\epsilon J} Ha_{ij} Ra_{ij} Z_{ij}\ (\sum_{k\epsilon K} W_{kj}\ (\sum_{l\epsilon L} V_l Y_{lk}\ )) \qquad (16)$$

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ Jika barak permanen } j \text{ disuplai gudang pemasok } i \\ 0 \text{ jika tidak} \end{cases}$$

Batasan untuk menunjukan bahwa kebutuhan distribusi perunit harus sesuai dengan jumlah penduduk yang mengungsi ke barak permanen dan tidak boleh melebihi kapasitas gudang pemasok adalah:

$$\sum_{j\epsilon J}(Z_{ij}\ (\sum_{k\epsilon K} W_{kj}\ (\sum_{l\epsilon L} V_l Y_{lk}\ ))).B \leq P_i \forall i \in I \qquad (17)$$
$$Z_{ij}, W_{kj} = \{0,1\} \forall i \in I, k \in K,$$

Keterangan :

Pi : Kapasitas Gudang Pemasok i (unit)
B : kebutuhan bantuan untuk 1 orang pengungsi (unit/orang)

Jumlah penduduk yang mengungsi ke barak permanen dinotasikan dengan $\sum_{k\epsilon K} W_{kj}\ (\sum_{i\epsilon I} V_l Y_{lk}\ ))$. Dimana $\sum_{i\epsilon I} V_l Y_{lk}$merupakan jumlah penduduk yang mengungsi ke barak sementara dan W_{kj}merupakan variabel keputusan untuk menentukan barak permanen *j* dipilih untuk mengevakuasi orang dari lokasi barak sementara *k*.

$$W_{kj} = \begin{cases} 1 \text{ jika barak permanen } j \text{ dipilih untuk mengevakuasi orang dari lokasi barak sementara } k \\ 0 \text{ Jika tidak} \end{cases}$$

Dari ketiga komponen yang menyusun total biaya evakuasi dan distribusi digabungkan ke dalam satu fungsi tujuan.

Min total biaya = biaya evakuasi dari lokasi bencana ke barak sementara + biaya distribusi barak permanen ke barak sementara + biaya distribusi gudang pemasok ke barak permanen

Fungsi Tujuan

$$minZ = \sum_{l\epsilon L} \sum_{k\epsilon K} Hc_{lk} Rc_{lk} V_l Y_{lk}$$

$$+ \sum_{j \epsilon J} \sum_{k \epsilon K} Hb_{jk} Rb_{jk} X_{jk} \left(\sum_{l \epsilon L} V_l Y_{lk} \right))$$

$$+ \sum_{i \epsilon I} \sum_{j \epsilon J} Ha_{ij} Ra_{ij} Z_{ij} \left(\sum_{k \epsilon K} W_{kj} \left(\sum_{l \epsilon L} V_l Y_{lk} \right) \right) \qquad (18)$$

Pembatas

$$\sum_{j \in J} V_l Y_{lk} - U_k \leq 0 \ \forall k \in K$$

$$\sum_{j \epsilon J} \left(Z_{ij} \left(\sum_{k \epsilon K} W_{kj} \left(\sum_{l \epsilon L} V_l Y_{lk} \right) \right) \right) . B \leq P_i \forall i \in I$$

$$\sum_{k \epsilon K} \left(X_{jk} \left(\sum_{l \epsilon L} V_l Y_{lk} \right) \right) . B \leq P_j \forall j \in J$$

$$W_{kj}, Y_{lk}, X_{jk}, Z_{ij} = \{0,1\} \forall i \in I, j \in J, k \in K, l \in L$$

b) Pengembangan Model pada Status Awas

Formulasi awal untuk menentukan minimasi total biaya evakuasi dan distribusi tingkatan Gunung Merapi pada status awas adalah dengan menjumlahkan biaya evakuasi dari barak sementara ke barak permanen dan biaya distribusi gudang pemasok ke barak permanen.

1) Biaya Evakuasi dari Barak Sementara ke Barak Permanen

Biaya evakuasi pada status awas diperoleh berdasarkan perkalian antara biaya untuk mengevakuasi 1 orang pengungsi dari barak sementara ke barak permanen Hd_{jk} , jarak tempuh terpendek yang dilalui pengungsi dari barak sementara ke barak permanen Rb_{jk}dan jumlah pengungsi yang berevakuasi ke barak permanen V_l. Sehingga formulasi biaya evakuasi dari barak sementara ke barak permanen adalah:

$$\sum_{k \epsilon K} \sum_{j \epsilon J} (Hd_{kj} Rb_{jk} W_{kj} \left(\sum_{i \epsilon I} V_l Y_{lk} \right)) \qquad (19)$$

W_{kj}= 1 jika barak permanen *j* dipilih untuk mengevakuasi orang dari lokasi barak sementara *k*

0 Jika tidak

Kapasitas pengungsi yang bisa di tampung di masing-masing barak permanen adalah :

$$\sum_{k \epsilon K} W_{kj} \left(\sum_{l \epsilon L} V_l Y_{lk} \right) - U_j \leq 0 \qquad \forall j \in J \qquad (20)$$

$$W_{kj}, Y_{lk} = \{0,1\} \forall k \in K, l \in L$$

dimana :

U_j : Kapasitas barak permanen *j* (orang)

2) Biaya Distribusi dari Gudang Pemasok ke Barak Permanen

Biaya distribusi dari gudang pemasok ke barak sementara pada status awas sama seperti pada status siaga yaitu diperoleh dengan mengalikan biaya untuk mendistribusikan 1 unit bantuan dari gudang pemasok ke barak permanen Ha_{ij}, jarak tempuh dari gudang pemasok ke barak permanen Ra_{ij}dan jumlah penduduk yang akan mengungsi di barak permanenV_l. Sehingga biaya distribusi dari gudang pemasok ke barak permanen pada status awas dapat dimodelkan sebagai berikut :

$$\sum_{i \epsilon I} \sum_{j \epsilon J} Ha_{ij} Ra_{ij} Z_{ij} \left(\sum_{k \epsilon K} W_{kj} \left(\sum_{l \epsilon L} V_l Y_{lk} \right) \right)$$

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika barak permanen } j \text{ disuplai gudang pemasok } i \\ 0 & \text{jika tidak} \end{cases}$$

Pembatas untuk menunjukan bahwa kebutuhan distribusi perunit harus sesuai dengan jumlah penduduk yang mengungsi ke barak permanen dan tidak boleh melebihi kapasitas gudang pemasok adalah:

$$\sum_{j\epsilon J}(Z_{ij} \ (\sum_{k\epsilon K} W_{kj} (\sum_{l\epsilon L} V_l Y_{lk}))) . B \leq P_i \forall i \in I$$

$$Z_{ij}, W_{kj} = \{0,1\} \forall i \in I, k \in K,$$

dimana :

Pi : Kapasitas Gudang Pemasok *i* (unit)

B : kebutuhan bantuan untuk 1 orang pengungsi (unit/orang)

W_{kj}merupakan variabel keputusan untuk menentukan barak permanen *j* dipilih untuk mengevakuasi orang dari lokasi barak sementara *k*.

$$W_{kj} = \begin{cases} 1 & \text{jika barak permanen } j \text{ dipilih untuk mengevakuasi orang dari lokasi barak sementara } k \\ 0 & \text{Jika tidak} \end{cases}$$

Dari kedua komponen yang menyusun total biaya evakuasi dan distribusi pada status awas digabungkan ke dalam satu fungsi tujuan.

Min total biaya = biaya distribusi gudang pemasok ke barak permanen + biaya evakuasi barak sementara ke barak permanen

Fungsi Tujuan

$$minZ = \sum_{k\epsilon K} \sum_{j\epsilon J} (Hd_{kj} Rb_{jk} W_{kj} \ (\sum_{l\epsilon L} V_l Y_{lk})) + \sum_{i\epsilon I} \sum_{j\epsilon J} Ha_{ij} Ra_{ij} Z_{ij} \ (\sum_{k\epsilon K} W_{kj} (\sum_{l\epsilon L} V_l Y_{lk})) \quad (21)$$

Pembatas

$$\sum_{k\epsilon K} W_{kj} (\sum_{l\epsilon L} V_l Y_{lk}) - U_j \leq 0 \qquad \forall j \in J$$

$$\sum_{j\epsilon J}(Z_{ij} \ (\sum_{k\epsilon K} W_{kj} (\sum_{l\epsilon L} V_l Y_{lk}))) . B \leq P_i \forall i \in I$$

$$W_{kj}, Y_{lk}, Z_{ij} = \{0,1\} \forall i \in I, k \in K, l \in L$$

HASIL PENGEMBANGAN MODEL

Pengembangan model yang telah dilakukan menghasilkan model yang mangandung perkalian dua variabel biner sehingga menyebabkan fungsi tidak linear dan model tidak menghasilkan solusi global optimal. Oleh karena itu fungsi harus di linearkan dengan mengganti dua variabel biner dengan variabel biner yang baru (Smith dan Taskin, 2007).

a) Model Status Siaga

Setelah dilakukan linearisasi model Sehingga fungsi tujuan yang menyusun total biaya evakuasi dan distribusi pada status siaga menjadi :

Fungsi Tujuan

$$min\ Z = \sum_{l\epsilon L} \sum_{k\epsilon K} Hc_{lk} Rc_{lk} V_l Y_{lk} + \sum_{j\epsilon J} \sum_{k\epsilon K} \sum_{l\epsilon L} Hb_{jk} Rb_{jk} V_l C_{jkl} + \sum_{i\epsilon I} \sum_{j\epsilon J} \sum_{k\epsilon K} \sum_{l\epsilon L} Ha_{ij} Ra_{ij} V_l E_{ijkl} \quad (22)$$

Pembatas dari fungsi tujuan yang menyusun total biaya evakuasi dan distribusi pada status siaga menjadi :

$$\sum_{j\in J} V_l Y_{lk} - U_k \leq 0 \qquad \forall k \in K$$

$$\sum_{k\epsilon K}\sum_{l\epsilon L} V_l C_{jkl}\, B \;\le\; P_j \qquad \forall j \in J$$
$$\sum_{j\epsilon J}\sum_{k\epsilon K}\sum_{l\epsilon L} V_l E_{ijkl}\, B \;\le\; P_i \qquad \forall i \in I$$
$$C_{jkl} \ge Y_{lk} + X_{jk} - 1 \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$C_{jkl} \le Y_{lk} \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$C_{jkl} \le X_{jk} \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$C_{jkl}, Y_{lk}, X_{jk} = \{0,1\} \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$D_{jkl} \ge Y_{lk} + W_{kj} - 1 \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$D_{jkl} \le Y_{lk} \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$D_{jkl} \le W_{kj} \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$D_{jkl}, Y_{lk}, W_{kj} = \{0,1\} \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl} \ge Y_{lk} + W_{kj} + Z_{ij} - 2 \qquad \forall i \in I, j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl} \le Y_{lk} \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl} \le W_{kj} \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl} \le Z_{ij} \qquad \forall i \in I, j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl}, Y_{lk}, W_{kj}, Z_{ij} = \{0,1\} \qquad \forall i \in I, j \in J, k \in K, l \in L$$

b) Model Status Awas

Hasil linearisasi model pada status awas adalah menjadi:

Fungsi Tujuan

$$minZ = \sum_{j\epsilon J}\sum_{k\epsilon K}\sum_{l\epsilon L} Hd_{kj} Rb_{jk} V_l F_{jkl} + \sum_{i\in I}\sum_{j\epsilon J}\sum_{k\epsilon K}\sum_{l\epsilon L} Ha_{ij} Ra_{ij} E_{ijkl} \qquad (23)$$

Dengan pembatas

$$\sum_{k\epsilon K}\sum_{l\epsilon L} V_l F_{jkl} - U_j \le 0 \qquad \forall j \in J$$
$$\sum_{j\epsilon J}\sum_{k\epsilon K}\sum_{l\epsilon L} V_l E_{ijkl}\, B \le P_i \forall i \in I$$
$$F_{jkl} \ge Y_{lk} + W_{kj} - 1 \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$F_{jkl} \le Y_{lk} \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$F_{jkl} \le W_{kj} \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$F_{jkl}, Y_{lk}, W_{kj} = \{0,1\} \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$D_{jkl} \ge Y_{lk} + W_{kj} - 1 \qquad \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$D_{jkl} \le Y_{lk} \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$D_{jkl} \le W_{kj} \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$D_{jkl}, Y_{lk}, W_{kj} = \{0,1\} \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl} \ge Y_{lk} + W_{kj} + Z_{ij} - 2 \quad \forall i \in I, j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl} \le Y_{lk} \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl} \le W_{kj} \forall j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl} \le Z_{ij} \forall i \in I, j \in J, k \in K, l \in L$$
$$E_{ijkl}, Y_{lk}, W_{kj}, Z_{ij} = \{0,1\} \forall i \in I, j \in J, k \in K, l \in L$$

c) Penentuan Solusi Optimal pada Kasus Letusan Gunung Merapi Tahun 2010

Pada status siaga penduduk KRB III akan mengungsi ke barak sementara yang telah disediakan. Setiap barak sementara memiliki kapasitas tampung 3200 pengungsi dan 3200 unit bantuan. Jarak antara lokasi bencana dan barak sementara dan jumlah jiwa pada lokasi bencana dapat dilihatpada Tabel 1.

Tabel 1.JarakLokasi Bencana dari Barak Sementara dan Jumlah Jiwa di KRB III

		Lokasi Bencana				
		Balerante	Sidorejo	Panggang	Tlogowatu	Tegalmulyo
Jarak Barak Sementara	Kepurun	10.3	15.4	4.7	14.1	16.4
	Bawukan	8	13.7	2.3	12.4	14.7
	Dompol	13.3	6.9	7.5	6.7	8

dari lokasi Bencana (km)	Keputran	12.8	9.6	6.9	8.6	10.6
	Jumlah Jiwa	1665	3977	1440	3463	2157

Sumber : BPBD Klaten, 2012

Lokasi gudang pemasok ditempatkan di kantor BPBD Klaten. Barak permanen di tempatkan di beberapa desa seperti Demak Ijo, Menden, dan Kebondalem Lor.Diketahui masing-masing barak permanen memiliki kapasitas sebesar 4300 orang dan 4300 unit bantuan.Kebutuhan bantuan untuk 1 orang pengungsi sebanyak 1 unit/orang.Jarak antara gudang pemasok dengan barak permanen dijelaskan melalui Tabel 2. Distribusi bantuan pada status Merapi siaga dilanjutkan dari barak permanen ke barak sementara. Bantuan tersebut akan diterima pengungsi di barak sementara dan diketahui jarak antara barak permanen dengan barak sementara adalah seperti pada Tabel 3.

Tabel 2. Jarak Gudang Pemasok dengan Barak Permanen (Km)

	Barak Permanen (km)		
	Demak Ijo	Menden	Kebondalem Lor
Gudang Pemasok	9.4	6.3	14.5

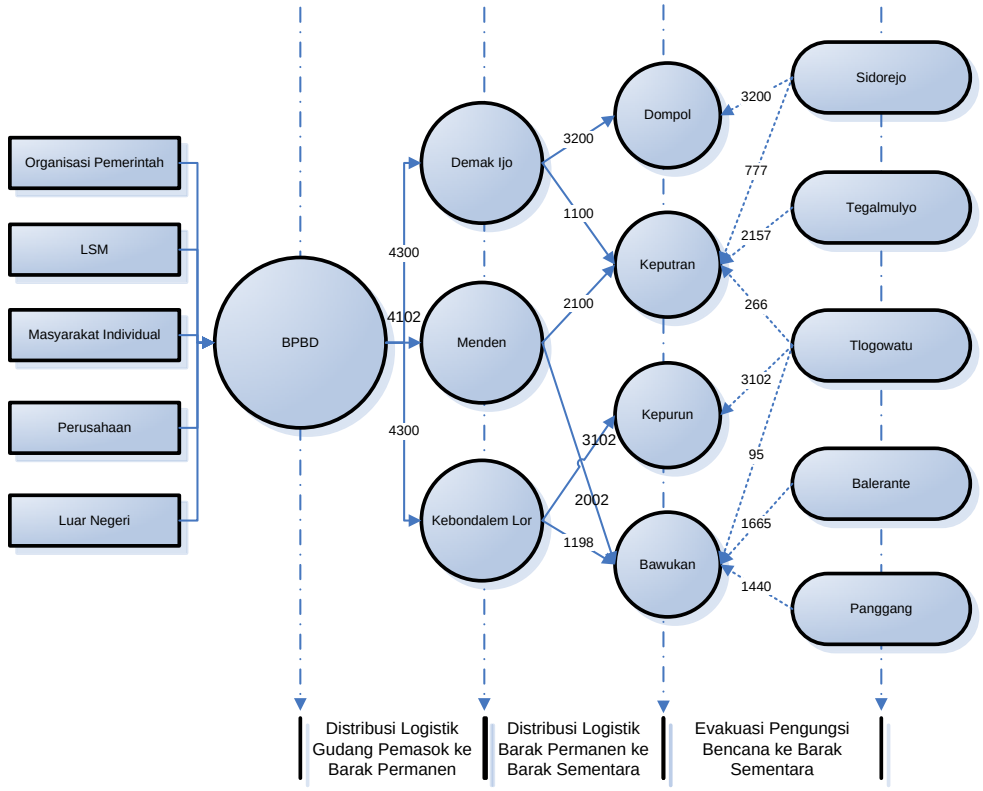
Tabel 3. Jarak Barak Sementara dengan Barak Permanen (Km)

		Barak Permanen		
		Demak Ijo	Menden	Kebondalem Lor
Barak Sementar	Kepurun	10.1	1.7	8.9
	Bawukan	11.8	3.2	11.1
	Dompol	7.9	1.7	14.1
	Keputran	7.1	0.7	11.4

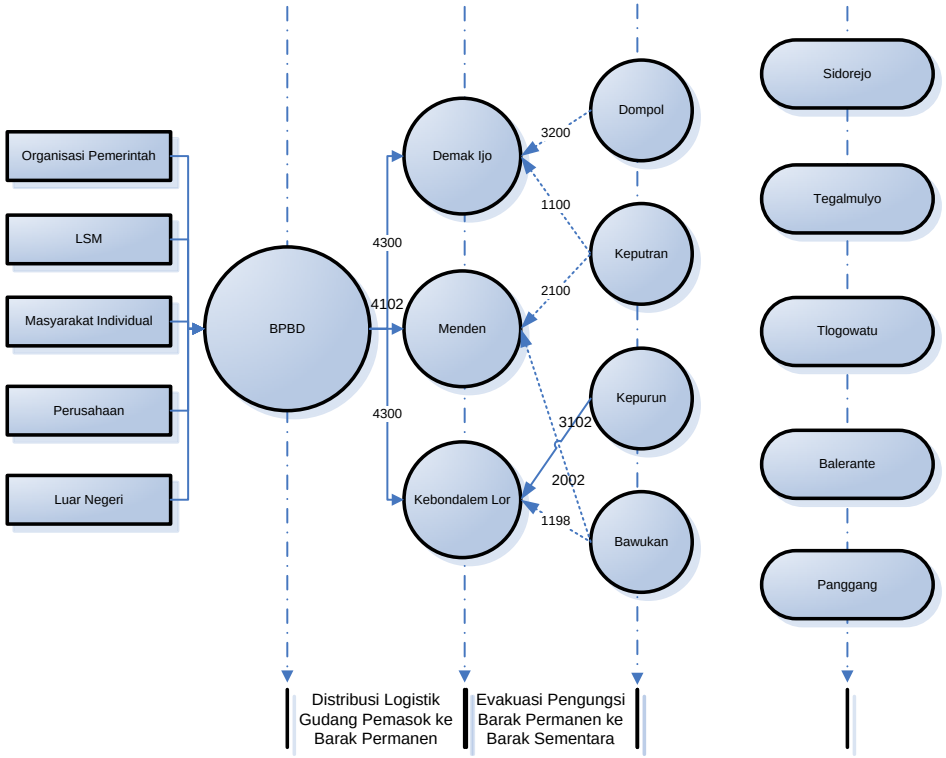
Pada Status awas pengungsi dari barak sementara akan mengungsi ke barak permanen, sedangkan distribusi bantuan hanya dikirim dari gudang pemasok ke barak permanen. Dengan asumsi bantuan yang diterima di barak sementara sudah habis. Diketahui biaya evakuasi adalah sebesar Rp 1500/km/orang dan biaya distribusi sebesar Rp 1500/km/unit.

Solusi optimal aliran distribusi dan evakuasi pada Status Siaga menggunakan software Excel Solver adalah seperti pada Gambar 3.Sehingga diperlukan total biaya evakuasi dan distribusi minimum sebesar Rp548.465.700,00. Solusi optimal aliran distribusi dan evakuasi pada Status Siaga menggunakan software Excel Solver adalah seperti pada Gambar 4. Hal ini memerlukan total biaya evakuasi dan distribusi minimum sebesar Rp374.106.900.

ISBN: 978-602-70259-2-9



Gambar 3. Solusi optimal aliran distribusi dan evakuasi pada Status Siaga



Gambar 4. Solusi optimal aliran distribusi dan evakuasi pada Status Awas

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

a. Diperoleh model alokasi distribusi dan evakuasi pengungsi dengan mempertimbangkan 2 stage aliran distribusi yaitu dari gudang pemasok ke barak permanen dan dari barak permanen ke barak sementara dan 2 stage aliran evakuasi yaitu dari lokasi bencana ke barak sementara dan barak sementara ke barak permanen tergantung dari tingkatan status gunung Merapi
b. Berdasarkan kasus letusan Gunung Merapi Tahun 2010, model menghasilkan total biaya distribusi dan evakuasi pada status siaga sebesar Rp548.465.700 dan pada status awas sebesar Rp374.106.900.

DAFTAR PUSTAKA

Azlia, W., 2010, Model Penentuan Lokasi Fasilitas Gudang Kesiapsiagaan untuk Bencana Alam dengan Mempertimbangkan Faktor Kerentanan Wilayah. Tesis Magister. Fakultas Teknologi Industri Institut Sepuluh November Surabaya.

Balcik, B.M. & Beamon, B. , 2004, Facility Location in Humanitarian Relief. *International Journal of Logistics:Research and Applications Vol. 11, No. 2, April 2008, 101–121*

Cozzolino, A., 2012, *Chapter 2 :Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, SpringerBriefs in Business.

Hillier, F. S. and Lieberman, G. J. (2001). Introduction to Operations Research. McGraw-Hill, 8th edition.

Nugraha, I.S dan Halim, A. H., 2012, Model Penentuan Lokasi Barak Pengungsian dan Gudang Pemasok Dalam Penanggulangan Bencana Alam. *Prosiding Seminar Sistem Produksi X*, Bandung.

Smith, J.C. dan Taskin, Z.C. (1999). A Tutorial Guide to Mixed-Integer Programming Models and Solution Techniques. Department of Industrial and Systems Engineering, University of Florida, Gainesville, FL 32611

Thomas, A. & Kopczak, L., 2005, From logistics to supply chain management: The path forward in the humanitarian sector, white paper, Fritz Institute, San Francisco, CA.

Tondobala, L., 2011, Pemahaman Tentang kawasan Rawan Bencana Dan Tinjauan Terhadap Kebijakan dan Peraturan Terkait. *Jurnal sabua Vol. 3, no.1, Mei 2011,58-63*

UU No 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Badan Nasional Penanggulangan Bencana

ANALISIS *HUMAN ERROR* OPERATOR MESIN *RING YARN* DENGAN METODE *HUMAN ERROR ASSESSMENT AND REDUCTION TECHNIQUE* (HEART)

[1]Mila Faila Sufa,[2]Purwanto,[3]Ratnanto Fitriadi
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271-717417
Email:Mila.Faila.Sufa@ums.ac.id

ABSTRAKS
Kebutuhan akan sandang kian hari terus meningkat, sehingga industri tekstil meningkatkan produktifitas. Unit spinning yang merupakan tempat pengolahan kapas menjadi benang, terdapat beberapa tahapan proses yang dijalankan dan dikontrol oleh operator.Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab penyimpangan kualitas benang, mengetahui jenis cacat benang, menghitung probabilitas kesalahan operatordan aktivitas yang menyebabkan penyimpangan kualitas benang dengan metode Human Error Assessment And Reduction Technique (HEART). Hasil perhitungan HEP (Human Error Probability) menunjukan nilai probabilitas terbesar 0,78219 pada operator 6 dan nilai terkecil 0,35702 pada operator 9. Sedangkan hasil perhitungan aktivitas operator dengan metode Human Error Assessment And Reduction Technique (HEART) menunjukan nilai terbesar 0,1091 pada aktivitas menyambung benang dengan benar dan nilai terkecil 0,0696 pada aktivitas roving. Tingkat kesalahan operator dalam melaksanakan task pekerjaan cukup tinggi disebabkan karena beban kerja operator yang berat, kondisi partmesin rusak, dan lingkungan kerja tidakergonomis seperti suhu dan kebisingan.Usulan perbaikan yang disarankan antara lain adalah pelatihan secara berkala untuk operator , peningkatan pengawasan oleh leader, penilaian prestasi operator, pemberian pengarahan dan motivasi, mewajibkan operator memakai ear plug, memperbaiki komponen mesin yang rusak,serta merubah atau merotasi posisi operator dalam mengawasi mesin.

Kata Kunci: operator, HEART, task ,kualitas, benang

PENDAHULUAN

Unit *spinning* merupakan tempat pengolahan kapas menjadi beneng yang terdapat beberapa tahapan proses yaitu proses pencampuran bahan baku, *blowing*, *carding*, *flayer*, mesin *ringyarn*, *winding* dan penyimpanan, yang proses tersebut di jalankan dan di kontrol oleh masing-masing operator. Baik buruknya kualitas benang di proses-proses tersebut yang sangat berpengaruh terhadap kualitas dari produk benang adalah di proses mesin *ring yarn*, karena proses inilah yang menentukan jenis dan kualitas benang, sebab sebelum di proses ini produk masih belum ada penomoran jenis benang, dan menurut *handout* teknik pengendalian mutu dalam pabrik pemintalan yang disusun oleh direktorat produksi dinyatakan bahwa penyimpangan kualitas benang yang terjadi pada tahap *ring yarn* mencapai 60 %, selain itu penyimpangan kualitas yang terjadi pada tahap ini tidak bisa di proses ulang. Di proses ini kualitas benang tidak hanya dipegaruhi dari material dan mesin saja tetapi juga dapat di pengaruhi oleh manusia (operator) dari mesin, karena mesin *ring yarn* yang bersifat semi otomatis membutuhkan operator yang bertugas untuk mengawasi dan mengendalikan mesin yang berfungsi untuk menenun benang, jika terjadi benang putus, lapping, mengganti roving dan sebangainya.

HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique)* merupakan salah satu teknik kuantifikasi dalam menghitung probabilitas kesalahan manusia. Metode ini merupakan metode yang cukup praktis karena perhitunganya berdasarkan penilaian bersama dengan data-data dari sisi ergonomi dan literatur performansi manusia secara psikologis. Maka dari itu metode ini sangat tepat digunakan untuk melakukan pengukuran kinerja terhadap tenaga kerja atau operator, yang memerlukan tingkat pengawasan dan ketelitian yang tinggi.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Kualitas

a. Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
b. Kualitas mencakup produk, jasa manusia, proses, dan lingkungan.
c. Kualitas merupakan kondisi yang selalau berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang) (M.N. Nasution, 2001).

Sistem Manusia Mesin

Yang dimaksudkan dengan sistem manusia-mesin (*man-machine system*) ialah kombinasi antara satu atau beberapa manusia dengan satu atau beberapa mesin, dimana salah satu dengan lainnya akan saling berinteraksi untuk menghasilkan keluaran-keluaran berdasarkan masukan-masukan yang diperoleh. Dengan "mesin" maka disini akan diartikan secara luas, yaitu mencakup semua obyek fisik seperti mesin, peralatan, perlengkapan, fasilitas dan benda-benda yang biasa dipergunakan manusia dalam melaksanakan kegiatannya.

Human Error

Human error dapat di definisikan sebagai keputusan atau perilaku manusia yang tidak tepat yang mengurangi atau berpotensi mengurangi efektivitas, keselamatan atau performa sistem (Sanders dan McCormic, 1993).

Secara garis besar terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil kerja manusia dan dapat dibagi atas dua kelompok, yakini:

1. Faktor-faktor diri (individu) terdiri atas: sikap, sifat, nilai, karakteristik, motivasi, usia, jenis kelamin, pendidikan, pengalaman, dan lain-lain.
2. Faktor-faktor situasional: lingkungan fisik, mesin, dan peralatan, metode kerja, dan lain-lain. (Ishak A, 2002).

Keandalan Manusia (*Human Reliability*)

Sebagi sebuah metodologi, *human reliability* merupakan prosedur untuk melakukan analisa kuantitatif untuk memprediksi kemungkinan terjadinya *human error* dan secara teoritis *human reliability* memberikan penjelasan bagaimana *human error* terjadi, serta sebagai sebuah pengukuran *human reliability* melakukan perhitungan probabilitas dari kesuksesan suatu kegiatan atau pekerjaan yang dilakukan oleh manusia (Sanders dan McCormick, 1993).

Human Realiability Assessment (HRA)adalah metode yang digunakan untuk mengukur kontribusi tenaga kerja atau oerator (manusia) terhadap suatu resiko.

Pengukuran *Human Error* Melalui *Human Reliability Assessment.*

$$HEP = \frac{Number\ of\ errors\ occured}{Number\ of\ opportunities\ for\ errors} \quad \text{..... (2.1)}$$

Keterangan:

- *HEP* = Human Error Probability (Probabilitas Keandalan Manusia).
- *Number of errors occured* = Jumlah Kesalahan.
- *Number of opportunities for errors* = Jumlah Pelaksaaan Sub Aktibitas.

***Human Error Assesment And Reduction Technique* (HEART)**

HEART merupakan metode yang dirancang sebagai metode HRA yang cepat dan sederhana dalam menguantifikasi resiko *human error*.Metode ini secara umum dapat digunakan pada situasi atau industri dimana *human reliability* menjadi satu hal yang penting. Metode HEART digunakan dalam industri nuklir dan berbagai industri seperti kimia penerbangan, kereta api, pengobatan, dan sebagainya (Bell dan Holroyd, 2009).

Langkah-langkah pengolahan data dengan metode HEART

1. Megklasifikasikan jenis tugas/pekerjaan pada umumnya.
2. Menentukan nilai ketidakhandalan dari tugas/pekerjaan tersebut.
3. Mengidentifikasi kondisi yang menimbulkan kesalahan (EPCs).
4. EPC' = ((EPC-1) x PoA) + 1..... (2.2)
5. Keterangan:
6. *EPC* = Nilai *error producing condition.*
7. *PoA* = Proporsi dari *EPC.*
8. Menentukan Asumsi Proporsi Kesalahan (*Assessed Proportion of Affect*/APOA).
9. Menentukan Nilai *Probability*Of Failure.
10. *P(E) = GT x EPC'1 x EPC'2 x EPC'3*..... (2.3)
11. Keterangan:
12. *GT = Generic Task Unreliability.*
13. *EPC* = Nilai *error producing condition.*

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian inidilakukan pada devisi tekstil unit *spinning* 1 khususnya bagian operator mesin *ring yarn* PT. X, Desa Banaran, Kecamatan Grogol, kabupaten Sukoharjo. Prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. IdentifikasiMasalah dan Referensi penelitian
2. Pengumpulan Data
   a. Obsevasi/Studi Lapangan
   b. Wawancara
3. Pengolahan Data
   a. Identifikasi & Klasifikasi *Task*
   b. Pengolahan Data HEP dan HEART
   c. Analisa
4. Penutup
   a. Kesimpulan
   b. Saran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini difokuskan pada analisis kesalahan operator mesin *ring yarn*karena proses inilah yang menentukan jenis dan kualitas benang,menurut *handout* teknik pengendalian mutu dalam pabrik pemintalan dinyatakan bahwa penyimpangan kualitas benang yang terjadi pada tahap *ring yarn* mencapai 60 %, selain itu penyimpangan kualitas yang terjadi pada tahap ini tidak bisa di proses ulang.

PENGUMPULAN DATA

Indentifikasi *task* operator mesin *ringyarn* (*spinning*) ke dalam sejumlah sub aktivitas.*Task analysis* digunakan sebagai acuhan pencatatan frekuensi kesalahan kerja dalam perhitungan *human error probability* (HEP) dan juga untuk acuhan menentukan *error producing condition*s EPC dalam perhitungan *human error assessment and reduction technique* (HEART) operator mesin *ring yarn*. Efek yang di timbulkan jika operator bekerja tidak sesuai dengan *analysis task* ditunjukan pada tabel 1.sebagai berikut :

Tabel 1. Aktivitas Operator, Jenis Kesalahan dan Efek Yang Ditimbulkan

No	Aktivitas operator dan jenis kesalahan	Efek
1	Menyambung Benang Putus. (A)	Ketidakrataan pada benang
2	Mengganti *Roving*. (B)	Benang bebrbulu
3	Membersihan Lapping. (C)	Benang tidak rata
4	Menyambung Benang Dengan Benar. (D)	Ketidakrataan pada benang
		Benang Berbulu
5	*Roving* dan Benang Cacat Disendirikan dan Diberi Tanda Status. (E)	Kualitas benang jelek tercampur dengan kualitas benang bagus
6	Penuma *Waste* Diambil Minimal 2 kali per *shift*. (F)	Banyak terjadi lapping

PENGOLAHAN DATA

Dari data-data jumlah kesalahan kerja operator *ring yarn* yang telah dikumpulkan di tahap pengumpulan data, jumlah *successerror* dan *opportunities* daritiap-tiap operator di total menjadi satu yang di tunjukan pada tabel berikut 2. :

Tabel 2. Total Jumlah *SuccessError* Dan *Opportunities* Tiap-tiap Operator.

Kode Kesalahan	Operator 1			Operator 2			Operator 3		
	S	E	O	S	E	O	S	E	O
A	1164	146	1310	934	53	987	796	205	1001
B	119	6	125	86	5	91	106	10	116
C	370	75	445	271	55	326	114	4	118

D	1132	582	1714	911	586	1497	572	248	820
E									
F	58	0	58	63	0	63	55	0	55
Jumlah	2843	809	3652	2265	699	2964	1643	467	2110

Kode Kesalahan	**Operator 4**			**Operator 5**			**Operator 6**		
	S	**E**	**O**	**S**	**E**	**O**	**S**	**E**	**O**
A	759	173	932	758	191	949	873	314	1187
B	67	3	70	100	2	102	97	1	98
C	115	15	130	133	7	140	210	62	272
D	492	276	768	464	270	734	415	161	576
E	1	0	1	1	0	1			
F	45	0	45	77	0	77	39	0	39
Jumlah	1479	467	1946	1533	470	2003	1634	538	2172

Kode Kesalahan	**Operator 7**			**Operator 8**			**Operator 9**		
	S	**E**	**O**	**S**	**E**	**O**	**S**	**E**	**O**
A	1141	110	1251	967	162	1129	952	93	1045
B	135	2	137	63	1	64	94	1	95
C	268	27	295	132	8	140	160	10	170
D	395	448	843	688	260	948	730	181	911
E	2	0	2	2	0	2	1	0	1
F	96	0	96	67	0	67	56	0	56
Jumlah	2037	587	2624	1919	431	2350	1993	285	2278

Keterangan:
S = *Success* (Sukses)
E = *Error* (Kesalahan)
O = *Opportunities* (Nominal/total penjumlahan S dan E)

Bedasarkan jumlah kesalahan kerja masing-masing operator tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan besarnya probabilitas operator mesin *ring yarn* dengan rumus 2.1 yang telah di jelaskan pada landasan teori. Berikut contoh perhitunganya yang dijelaskan padatabel 3.:

1. Jumalah mesin yang diawasi operator 1 = 5 mesin, yaitu mesin *ring yarn* A1, A2, A3 dan B2, B3.
2. Jumlah total *error* operator 1 = jumlah total *error* masing-masing *task* dibagi jumlah mesin yang diawasi operator.
3. Jumlah total *opportunities* operator 1 = jumlah total *opportunities* masing-masing *task* dibagi jumlah mesin yang diawasi operator.
4. HEP task operator 1 = *Error* rata-rata dari masing-masing *task* dibagi dengan *Opportunities* rata-rata masing-masing *task.*
5. HEP operator 1 = penjumlahan dari HEP *task* A + *task* B + *task* C + *task* D + *task* E + *task* F.
   HEP operator 1 = 0,11145 + 0,048 + 0,16854 + 0,33956 + 0 + 0 = 0,6675.

Tabel 3.Perhitungan *Human Error Probability* (HEP) Operator 1.

Operator 1	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
E Rata-rata	29,2	1,2	15	116,4	0	0
O Rata-rata	262	25	89	342,8	0	11,6
HEP	0,11145	0,048	0,16854	0,33956	0	0

HEP Operator 1 = 0,6675

Langkah yang sama juga dilakukan untuk perhitung HEP operator 2 sampai 9, sehingga berdasarkan hasil perhitungan yang ditunjukan pada langkah-langkah tersebut, maka *human error probability* (HEP) dari tiap-tiap operator mesin *ring yarn* dapat ditunjukan dalam tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4.Nilai *Human Error probability* (HEP) Operator Mesin *Ring Yarn*.

Operator	HEP
Operator 1	0,6675
Operator 2	0,6688
Operator 3	0,6273
Operator 4	0,7032
Operator 5	0,6387
Operator 6	0,7821
Operator 7	0,7230
Operator 8	0,4905
Operator 9	0,3570

Selanjutnya dapat diketahui pula HEP rata-rata *task* operator dengan cara menjumlahkan semua HEP masing-masing *task* dibagi dengan jumlah operator mesin *ring yarn*, perhitunganya dijelaskan pada tabel 5. adalah sebagai berikut:

Tabel 5. HEP rata-rata *task* dari semua opertor mesin *ring yarn.*

Task	HEP Rata-rata
A	0,1789
B	0,0336
C	0,1080
D	0,3383
E	0
F	0

Dalam penelitian ini metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) digunakan untuk mengetahui probabilitas besarnya *task* atau tugas operator mesin *ring yarn* yang telah di identifikasi di tahap sebelumnya, sehingga dengan perhitungan tersebut dapat di ketahui seberapa besar aktivitas-aktivitas tersebut dalam mempengaruhi penyebab terjadinya *human error* pada operator mesin *ring yarn*, perhitunganya ditunjukan pada langkah-langkah dan tabel di bawah ini:

1. Megklasifikasikan jenis tugas/pekerjaan pada umumnya.
2. Menentukan nilai ketidakandalan dari tugas/pekerjaan tersebut.

   Langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai ketidakandalan pada masing-masing *task* atau tugas pekerjaan operator.Nilai atau besaran ketidakandalan tersebut dicari atau diusulkan berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan pakar/ahli (dalam hal ini pakar adalah manager produksi) dan nilai/besarannya di dapat dengan melihat/mengacu pada kondisi nyata dilapangan dengan tabel *generic task* dalam metode HEART.
3. Mengidentifikasi kondisi yang menimbulkan kesalahan (*Error Producing Conditions*/EPCs).

   Setelah dilakukan indentifikasi kesalahan yang sering dilakukan dan mempengaruhi keandalan opertator pada saat bekerja pada langkah sebelumnya, langkah selanjutnya adalah megklasifikasikan faktor-faktor tersebut kedalam tabel EPCs, yaitu dengan cara menyesuaikan kondisi aktual dilapangan dengan EPCs yang telah tersedia.
4. Menentukan Asumsi Proporsi Kesalahan (*Assessed Proportion of Affect*/APOA).

   Untuk menentukan nilai/besaran proporsi kesalahan dilakukan dengan wawancara manajer produksi dan 9 operator mesin *ring yarn*. Manajer produksi dan operator di berikan kuisioner yang berisi seberapa seringkah faktor-faktor yang menjadi penyebab kegagalan tersebut terjadi, yaitu bernilai 0 sampai dengan 1 untuk masing-masing faktor pendorong.Semakin sering faktor tersebut terjadi, maka semakin besar pula nilai probabilitas yang diberikan pada tiap-tiap faktornya.Setelah di dapatkan nilai besaran dari proporsi kesalahan lalu di cari nilai/besaran *assessed effect* dengan perhitungan menggunakan rumus 2.2
5. Menentukan *ProbabilityOf Failure*.

   Langkah yang terakhir yaitu dengan menentukan besarnya nilai probabilitas masing-masing *task*/pekerjaan yang di lakukan operator dengan menggunakan rumus 2.3 pada landasan teori. Perhitungannya dan tabelnya dijelaskan pada 3 aktivitas yang memiliki probabilitas tertinggi sebagai berikut:

   a. Menyambung benang dengan benar.

Berdasarkan nilai-nilai menyambung benang dengan benar yang didapatkan pada langkah-langkah sebelumnya maka *probabilityof failure* didapatkan dengan perhitungan 0,02 x (4 x 1,24 x 1,1) = 0,1091.Perhitunganya dapat dilihat pada tabel 6.sebagai berikut:

Tabel 6. Perhitungan Probabilitas Dalam Menyambung Benang Dengan Benar

Generic Task	E. Operasi rutin, sering dilakukan dan sudah terlatih		
Deskrepsi Aktivitas Operator	Menyambung benang dengan benar		
Nominal Human Unreliability	0,02		
Error Producing Condition	**Total HEART effect**	**Assessd Proportion**	**Assessed effect**
8. Terjadi kelebihan kapasitas kerja (sibuk)	6	0,6	4
26. Tidak adanya cara untuk tetap mengawasi proses	1,4	0,6	1,24
31. Tidak memperhatikan instruksi kerja menyambung benang dengan benar	1,2	0,5	1,1
Probability Of Failure	0,1091		

b. Menyambung benang putus

Berdasarkan nilai-nilai menyambung benang putus yang didapatkan pada langkah-langkah sebelumnya maka *probabilityof failure* didapatkan dengan perhitungan 0,02 x (4 x 1,16 x 1,12) = 0,1039.Perhitunganya dapat dilihat pada tabel 7.sebagai berikut:

Tabel 7. Perhitungan Probabilitas Dalam Menyambung Benang Putus.

Generic Task	E. Operasi rutin, sering dilakukan dan sudah terlatih		
Deskrepsi Aktivitas Operator	Menyambung benang putus		
Nominal Human Unreliability	0,02		
Error Producing Condition	**Total HEART effect**	**Assessd Proportion**	**Assessed effect**
8. Terjadi kelebihan kapasitas kerja (sibuk)	6	0,6	4
26. Tidak adanya cara untuk tetap mengawasi proses	1,4	0,4	1,16
31. Tidak memperhatikan waktu target patrol dan waktu target menyambung benang	1,2	0,6	1,12
Probability Of Failure	0,1039		

c. Mengganti *Roving*.

Berdasarkan nilai-nilai mengganti *roving* yang didapatkan pada langkah-langkah sebelumnya maka *probabilityof failure* didapatkan dengan perhitungan 0,02 x (4 x 1,2 x 1,08) = 0,1037.Perhitunganya dapat dilihat pada tabel 8.sebagai berikut:

Tabel 8.Perhitungan Probabilitas Dalam Mengganti Roving.

Generic Task	E. Operasi rutin, sering dilakukan dan sudah terlatih		
Deskrepsi Aktivitas Operator	Mengganti Roving		
Nominal Human Unreliability	0,02		
Error Producing Condition	**Total HEART effect**	**Assessd Proportion**	**Assessed effect**
8. Terjadi kelebihan kapasitas kerja (sibuk)	6	0,6	4
26. Tidak adanya cara untuk tetap mengawasi proses	1,4	0,5	1,2

31. Tidak memperhatikan cara mengganti roving dengan benar	1,2	0,4	1,08
Probability Of Failure	0,1037		

Langkah yang samadilakukan untuk perhitung HEP aktivitas operator dalam membersihkan lapping, menyendirikan dan memberi tanda status pada *roving* dan benang yang cacat serta mengambil penuma *waste* minimal 2 kali per *shift*.

Sesuai dengan hasil perhitungan yang ditunjukan pada tabel-tabel diatas, maka *probability of failure* dari tiap-tiap *task*/pekerjaan operator mesin *ring yarn* dapat di tunjukan dalam tabel 9. sebagai berikut:

Tabel 9.Probabilitas *Task*/Pekerjaan Operator Mesin *Ring Yarn*.

Task Operator	Nilai Keandalan
A. Menyambung Benang Putus.	0,1039
B. Mengganti *Roving*.	0,1037
C. Membersihan Lapping.	0,0877
D. Menyambung Benang Dengan Benar.	0,1091
E. *Roving* dan Benang Cacat Di Sendirikan dan Di beri Tanda Status.	0,0696
F. Penuma *Waste* Diambil Minimal 2 kali per *shift*.	0,0720

Dari hasil perhitungan *human error probability* (HEP) menunjukan hasil nilai keandalan operator mesin *ring yarn* berkisar antara 0,3570 sampai 0,7821 dengan rata-rata probabilitas kesalahan terbesar adalah pada aktivitas menyambung benang dengan benar. Potensi kegagalan pada aktivitas menyambung benang dengan benar merupakan aktivitas paling kritis dengan nilai probabilitas gagal sebesar 0,3383 dalam perhitungan HEP dan 0,1091 dalam perhitungan HEART. Kesalahan operator dalam menyambung benang tidak sesuai dengan instruksi kerja ini lebih disebabkan ketidakmampuan dalam mengawasi jalanya proses pada masing-masing mata pintal secara kontinyu karena adanya beban tanggung jawab atau beban kerja pengawasan 2592 mata pintal untuk yang mengawasi 6 mesin dan 2160 mata pintal untuk yang mengawasi 5 mesin, sehingga operator kebanyakan melakukan tindakan di luar instruksi kerja untuk mengejar waktu target patrol/mengawasi mesin-mesin. Dalam perhitungan HEP, aktivitas menyambung benang putus memiliki probabilitas kegagalan 0,1789dan dalam perhitungan dengan metode HEART 0,1039. Aktivitas mengganti *roving* dalam perhitungan HEP dan dengan metode HEART memiliki probabilitas kegagalan 0,0336dan 0,1037. Hal ini terjadi karena operator tidak memperhatikan instruksi kerja yang benar dalam mengganti *roving* sehingga menyebabkan *roving* berbulu karena *roving* akan bersinggungan dengan besi/uluran *roving* lain Aktifitas membersihkan lapping memiliki probabilitas 0,1080 pada perhitungan HEP dan 0,0877 pada perhitungan HEART.Kesalahan dalam membersihkan lapping kebanyakan disebabkan karena beban kerja yang cukup kompleks dari operator, selain itu aktifitas ini juga agak rumit karena operator harus menemukan letak lapping pada setiap *spare part* penyuapan dan penggulungan, serta kejadian lapping tersebut sering terjadi pada *top* dan *bottom roll* serta *apron*, sehingga operator kurang bersih dalam membersihkan *waste* pada saat membersihkan lapping.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakaukan terhadap operator mesin *ring yarn* serta analisis setelah dilakukan pengolahan data, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Spinning* merupakan unit produksi yang kritis dalam pabrik tekstil karena penyimpangan kualitas benang sering terjadi dan tidak bisa di proses ulang.
2. Penyebab terjadinya penyimpangan kualitas benang disebabkan kesalahan operator dalam melaksanakan instruksi kerja, diantaranya kesalahan dalam menyambung benang putus, mengganti *roving*, membersihkan lapping dan menyambung benang dengan benar.
3. Probabilitas tingkat keandalan operator HEP (*Human error probability*) dapat diketahui dengan nilai berkisar antara 0,35702 (operator 9) sampai 0,78219 (operator 6), dengan rata-rata probabilitas kesalahan terbesar adalah pada aktivitas menyambung benang dengan benar dengan nilai 0,3383 dan kesalahan terkecil pada aktivitas *roving* dan benang cacat disendirikan dan diberi tanda status serta pada aktivitas penuma *waste* diambil minimal 2 kali per *shift* dengan nilai 0.
4. Dari hasil perhitungan dengan metode HEART diperoleh nilai probabilitas *task* operator dalam melakukan pekerjaanya dengan nilai terbesar 0,1091 pada aktivitas menyambung benang dengan

benar dan nilai terkecil 0,0696 pada aktivitas *roving* dan benang cacat di sendirikan dan diberi tanda status.

5. Menurut hasil perhitungan dan pengamatan, kesalahan kerja operator tersebut disebabkan karena beban kerja yang cukup tinggi, kondisi mesin yang *part-part*nya banyak yang rusak dan tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya, dan juga lingkungan kerja yang kurang kondusif seperti suhu dan kebisingan.
6. Usulan pebaikan yang disarankan antara lain adalah pelatihan secara berkala untuk operator *ring yarn*, peningkatan pengawasan oleh *leader ring yarn*, penilaian prestasi operator, pemberian pengarahan dan motivasi, pemberian sangsi pada operator yang *snap*nya tinggi, mewajibkan pemakaian*ear plug*, memperbaiki komponen-komponen mesin yang rusak dan aus ,serta merotasi posisi operator dalam mengawasi mesin.

SARAN

Besarkankan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran antara lain:

1. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai masukan untuk dibuat penjadwalan kerja, sehingga beban kerja operator lebih optimal dan *human error* dapat diminimalkan.
2. Sebaiknya dalam penelitian dengan metode *Human Reliability Assessment* (HRA), pengambilan data dilakukan secara berkelompok supaya data lebih teliti dan mengefisienkan waktu penelitian.
3. SOP atau instruksi kerja sebaiknya di pasang di masing-masing unit stasiun kerja sebagai upaya untuk meminimalkan kesalahan operator dalam melakukan pekerjaanya.

DAFTAR PUSTAKA

Bariyah, Choirul. 2011.*Kuantifikasi Tingkat Kesalahan Operator Pemintalan Benang Dengan Metode Human Error Assessment And Reduction Technique (HEART).* Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.

Harahap, F.A. 2012. Judul Skripsi: *Reliability Assessment Sebagai Upaya Pengurangan Human Error Dalam Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja.* Depok: Universitas Indonesia.

Maesaroh.,Bariyah, Choirul dan B, Siti Mahsanah. 2011.*Analisis Human Error Pada Aktivitas Operator Mesin Cut Saw Studi Kasus Pada CV. MP.*Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.

Mujahidin. 2000.*Perancangan Display Visual Kuantitatif Pada Sistem Manusia Mesin.* Surabaya: ITS. Optima Vol 1.NO.1 2000 Hal 31-39.

Nasution, M.N. 2001. "Manajemen Mutu Terpadu (*Total Quality Management*)". Penerbit Ghalia Indonesia: Jakarta.

Santoso, Haryo.,Sasmita, Wira dan Praseno, Dwijo. 2012.*Analisis Human Error Pada Operator Mesin Dengan Metode Human Error Assessment And reduction Technique Studi Kasus CV. Piranti Works Temanggung.* Semarang: Universitas Diponegoro.

http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2010/04/sistem-manusia-mesin-ergonomi/, diakses pada 13 Nopember 2013, jam 21.56 WIB

IDENTIFIKASI HAMBATAN DAN PERMASALAHAN PENERAPAN KEBIJAKAN SNI DALAM PENGADAAN BARANG DAN JASA PEMERINTAH

Hery Suliantoro*, Nia Budi Puspitasari,
Diana Puspitasari, Aries Susanti, Muhdam Azhar
Program Studi Teknik Industri, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, SH Tembalang Semarang
Email: suliantoro_hery@yahoo.com

ABSTRAK
Pengadaan barang/jasa pemerintah melalui Perpres No.54 Tahun 2010 dan Perpres No.70 Tahun 2012 menyatakan bahwa dalam menyusun spesifikasi teknis dan menjalin perjanjian/kontrak wajib memaksimalkan penggunaan Standar Nasional Indonesia (SNI). Tujuan dari pengaturan tersebut adalah untuk meningkatkan kemampuan industri dalam negeri agar dapat bersaing dengan produk dari negara lain melalui belanja barang/jasa pemerintah. Melalui penerapan SNI diharapkan dari sisi instansi pemerintah sebagai pengguna akan mendapatkan barang/jasa yang berkualitas dan di lain pihak industri dalam negeri akan terdorong untuk meningkatkan kemampuan produksi barang/jasa yang sesuai standar industri internasional. Sehingga secara bertahap diharapkan mereka akan mampu memenuhi kebutuhan barang/jasa pemerintah melalui belanja pengadaan APBN/APBD. Namun demikian usaha pemerintah untuk meningkatkan daya saing industri nasional melalui kebijakan penerapan SNI dalam pengadaan barang/jasa belum mampu memberikan hasil yang optimal. Selain proses evaluasi terhadap efektifitas kebijakan tersebut belum pernah dilakukan, permasalahan yang ditemukan juga belum diidentifikasi secara menyeluruh. Penelitian ini melakukan penyusunan profil mengenai tingkat pemenuhan kebijakan penerapan SNI dalam proses pengadaan barang/jasa serta identifikasi permasalahan yang timbul dalam mengimplementasikan kebijakan tersebut. Penelitian ini melakukan survei terhadap Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) di wilayah Provinsi Jawa Tengah dengan mengambil 205 sampel paket pengadaan barang secara acak. Data paket pengadaan tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam 11 sektor sesuai dengan sektor prioritas dalam Program Genap SNI. Kemudian dilakukan analisis dengan memberikan kuesioner dan wawancara kepada PPK yang berada di dalam lingkungan SKPD tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebijakan penerapan produk bersertifikat SNI dalam pengadaan belum efektif diterapkan dengan tingkat pemenuhan hanya 28%. Hambatan penerapan kebijakan SNI tersebut antara lain belum tersedianya aturan internal mengenai penggunaan barang ber-SNI, tidak adanya tekanan pemerintah dalam bentuk sangsi kepada pengguna, komunikasi dan kolaborasi yang tidak berjalan baik antara pelaku industri dengan instansi pemerintah untuk memperkenalkan produk bersertifikat SNI, serta rendahnya minat pengguna terhadap produk dalam negeri yang bersertifikat SNI.

***Kata Kunci*:** *Pemerintah, Pengadaan Barang/Jasa, SNI*

PENDAHULUAN

Salah satu hal penting yang menjadi pembahasan di awal periode 2010 adalah pemberlakukan CAFTA (*China-Asean Free Trade Area*). Bagi Indonesia, selain memperoleh keuntungan dari diberlakukannya nota kerja sama tersebut, berbagai tantangan juga harus di hadapi. Terdapat dua isu utama yang harus ditanggapi, yaitu (1) bagaimana memperkuat dan meningkatkan daya saing produk-produk nasional di pasar ekspor ASEAN sekaligus menahan laju agresivitas produk-produk Cina yang masuk ke pasar domestik, serta (2) mencegah beredarnya produk-produk Cina yang membahayakan keamanan dan keselamatan masyarakat yang menggunakan dan mengonsumsi produk-produk tersebut.

Berdasarkan informasi yang dihimpun melalui penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim dkk (2010). Hasil penelitian me-nunjukkan bahwa, CAFTA memberikan peluang bagi peningkatan komoditas ekspor Indonesia. Namun demikian, kinerja ekspor Indonesia dalam masa pengamatan menun-jukkan penurunan daya saing, seperti di-tunjukkan dengan penurunan pangsa komo-ditas ekspor Indonesia yang berdaya saing tinggi dan didukung dengan indikator keter-kaitan *intra-industry*. Berdasarkan data yang dirilis oleh BPS pada tahun 2011, Indonesia mengalami defisit dalam aktivitas impor-ekspor dengan nilai pertumbuhan impor men-capai 54,97% sedangkan nilai partumbuhan ekspor hanya mencapai 25,08%. Oleh sebab itu, pemerintah melalui Badan Standardisasi Nasional (BSN) menerapkan Standard Nasio-nal Indonesia (SNI) untuk merespon isu-isu tersebut.

Pelaksanaan penerapan SNI dalam industri dalam negeri bukanlah hal mudah sebab memprasyaratkan komitmen dan kesanggupan pelaku industri. Menurut Pujiastuti dan Tampubolon

(2010) bahwa hasil sensus menunjukkan bahwa Industri yang menerapkan standar sebanyak 3.914 industri (sekitar 13%), termasuk diantaranya industri yang menerapkan SNI yaitu sebesar 2.971 industri (9.8%) dengan rincian industri skala besar adalah 1.397 industri (4.6%) dan industri skala sedang sebesar 1.574 industri (5.2%). Dari sekitar 6.839 SNI yang telah dirilis oleh BSN, hanya 20% yang sudah diterapkan dalam bidang industri. (BSN, 2010).

Gambar 1 SNI yang Telah Dirilis oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN)

Sebagai langkah konkrit dalam me-nanggulangi dampak negatif yang diakibatkan oleh CAFTA terhadap ke-pentingan nasional serta guna mendukung program pemerintah dalam pengingkatan penerapan SNI, maka BSN atas penunjukan oleh pemerintah sebagai koordinator telah menyusun 11 langkah Gerakan Nasional Penerapan SNI (Genap SNI) sebagai suatu program edukasi publik penerapan SNI. Salah satu tujuan dilak-sanakannya Genap SNI adalah untuk meng-amankan pasar dalam negeri dari serbuan produk China melalui penerapan standar (BSN, 2011).

Terlihat salah satu upayanya tertuang pada poin ke tujuh Genap SNI yang menye-butkan "Mengefektifkan pember-lakukan Perpres No. 54 tahun 2010 terkait ketentuan penggunaan SNI untuk pengadaan barang dan jasa oleh pemerintah". Peraturan Presiden (Perpres) No. 54 tahun 2010 ke-mudian diperbarui menjadi Perpres No. 70 tahun 2012. Hal ini menunjukkan bahwa pemerintah telah berupaya serius memberikan prioritas bagi penggunaan produk dalam negeri yang telah bertanda SNI, terutama dalam hal pengadaan barang dan jasa pemerintah.

Berdasarkan data Kementerian Ke-uangan mencatat realisasi belanja pemerintah hingga semester I 2012 mencapai Rp 629,4 triliun atau 40,7 persen dari pagu Anggaran Pendapatan Belanja Negara Perubahan 2012 sebesar Rp1.548,3 triliun. Angka tersebut terdiri dari realisasi belanja pemerintah pusat sebesar Rp393,9 triliun atau 36,8 persen dari pagu Rp1.069,5 triliun, belanja pegawai Rp104,1 triliun atau 49 persen dari pagu Rp 212,3 triliun, belanja barang Rp41,8 triliun atau 22,4 persen dari pagu Rp186,6 triliun dan belanja modal Rp30,6 triliun atau 18,2 persen dari pagu Rp168,7 triliun. (Antara online, 2012). Berdasarkan informasi tersebut di-ketahui bahwa jumlah yang dialokasikan pemerintah pusat untuk belanja barang/jasa non-investasi sangat besar dan sebagian besar dilaksanakan melalui proses pengadaan barang/jasa.

Berdasarkan hasil pengamatan awal mengenai pelaksanaan pengadaan barang/jasa di beberapa instansi pemerintah di Jawa Tengah sampai dengan tahun 2012 secara umum menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna barang/jasa di Kementerian, Lem-baga, Dinas dan Instansi (K/L/D/I) belum menerapkan ketentuan persyaratan SNI dalam kontrak pengadaan. Beberapa faktor awal yang berhasil diidentifikasi secara kualitatif adalah masih terbatasnya informasi mengenai produk-produk yang bersertifikat SNI dari instansi terkait, keraguan terhadap kualitas produk lokal serta masih kuatnya *image* merek produk asing.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk (1) membuat profil atas tingkat pemenuhan dari pengadaan barang dan jasa pemerintah yang tertuang dalam 11 sektor Genap SNI terhadap penggunaan atau pembelian produk dalam negeri yang telah memenuhi SNI dan (2) Membuat analisis SWOT dari penerapan penggunaan produk ber-SNI dalam proses pengadaan barang dan jasa pemerintah.

METODE PENELITIAN

Model

Penelitian ini mengacu pada model adopsi teknologi yang dikeluarkan oleh Alzougool dkk (2008) yang diperlihatkan pada Gambar 2. Model tersebut kemudian dijabarkan sehingga memperoleh konstruk, dimensi, dan elemen untuk penelitian. Pengembangan juga dengan menggunakan rujukan model yang dikembangkan oleh Al-Qirim (2007), Prayudi (2007), dan Fathian dkk (2008).

Gambar 2. model kerangka adopsi ec alzougool

Untuk konstruk, dimensi, dan elemen penelitian diperlihatkan oleh Tabel 1.

Perolehan elemen penelitian selan-jutnya digunakan dalam variabel dalam menyusun faktor analisis SWOT. Penyusunan analisis SWOT berdasarkan kuesioner yang diberikan kepada PPK. Penunjukan PPK sebagai responden berdasarkan teknik *purposive sampling*.

Penyusunan kuesioner untuk SWOT bersifat tertutup dan terbuka. Pada kuesioner pertanyaan tertutup disajikan dalam skala likert, yaitu responden diminta menilai tang-gapan pernyataan faktor-faktor yang mem-pengaruhi efektivitas penerapan kebijakan produk ber-SNI dalam pengadaan barang/jasa pemerintah dengan satu pilihan jawaban yang dianggap sesuai. Terdapat 3 pilihan jawaban, yaitu setuju, ragu-ragu, dan tidak setuju (Santoso, 2005). Sedangkan untuk jenis pertanyaan terbuka disiapkan untuk menggali informasi lebih dalam berkaitan dengan SNI dalam pengadaan barang/jasa pemerintah.

Indikator

Dalam menentukan tingkat efektivitas digunakan perbandingan realisasi dan rencana hasil kinerja pemerintah.apabila semakin tinggi realisasi menunjukkan pencapaian kinerja yang semakin baik. Dalam hal ini pencapaian efektivitas yang diharapkan (rencana) adalah sebesar 100%. Semakin tinggi nilai rasio efektivitas yang diperoleh berarti kinerja pemerintah dapat dikatakan semakin efektif. Begitupun sebaliknya, apa-bila nilai efektivitas semakin rendah maka kinerja pemerintah dapat di-katakan tidak efektif (Lembaga Administrasi Negara, 2003).

Dimana pengertian efektivitas pe-merintahan (*government effectiveness*) merujuk dengan menangkap persepsi kualitas pelayanan publik, kualitas pelayanan sipil dan tingkat independensinya dari tekanan politik, kualitas formulasi dan implementasi kebi-jakan, dan kredibilitas komitmen pemerintah terhadap kebijakan tersebut (Kufmann dkk, 2010).

Tabel 1. Konstruk, dimensi, dan elemen model penelitian

Konstruk	Dimensi	Elemen
Kesiapan Nasional	Dukungan Pemerintah	Ketersediaan regulasi dan peraturan pendukung
		Komitmen Pemerintah
		Ketersediaan pedoman pelaksanaan SNI
		Ketersediaan badan standardisasi
		Ketersediaan infrastruktur nasional
	Ketersediaan Fasilitas Pendukung	Ketersediaan sarana teknologi dan komunikasi
		Dukungan untuk meningkatkan keahlian tenaga kerja
Kesiapan Organisasi	Persepsi Organisasi (Tata Kelola)	Budaya organisasi
		Integrasi dengan strategi pemasaran
		Mempunyai aturan yang jelas

Konstruk	Dimensi	Elemen
		Tanggung jawab dan akuntabilitas
		Kesiapan menghadapi isu
	Sumber Daya Organisasi	Ketersediaan sumber daya manusia
		Ketersediaan sumber daya financial
		Sarana teknologi dan teknis
	Sistem Manajemen Organisasi	Dukungan manajemen puncak
		Tantangan inovasi
	Persepsi Teknologi	Persepsi manfaat (keuntungan relatif)
		Kesesuaian
Kesiapan Industri	Ketersediaan Standar dalam Industri	Ketersediaan jaringan informasi
	Kesiapan Rekan Bisnis	Hubungan komunikasi
		Kolaborasi antar rekan kerja
	Persepsi Tingkat Kepercayaan di kalangan Pemain Industri	Perusahaan mempunyai hubungan yang kuat dan saling percaya terhadap mitra dagang
		Mitra dagang bersedia berkolaborasi serta berbagi informasi
Tekanan Lingkungan	Tekanan Lingkungan Internal	Dorongan untuk menjadi yang terbaik
		Dorongan menjadi trend dalam penerapan SNI
	Tekanan Lingkungan Eksternal	Tekanan Pesaing
		Tekanan Konsumen
		Tekanan Pemerintah

Sampel

Penelitian ini menggunakan data berupa paket pengadaan yang dibatasi pada pengadaan barang di LPSE Provinsi Jawa Tengah tahun anggaran 2012 dengan nilai pagu lebih dari Rp 100.000.000,00. Dengan menggunakan persamaan yang dipopulerkan oleh Slovin (Santoso, 2005) dengan ukuran populasi (N) sebanyak 417 paket barang dengan tingkat kesalahan (e) 5% atau 0,05 maka diperoleh ukuran sampel (n) untuk penelitian sebesar 205 sampel. Sampel ditentukan secara acak (*random sampling*).

PEMBAHASAN

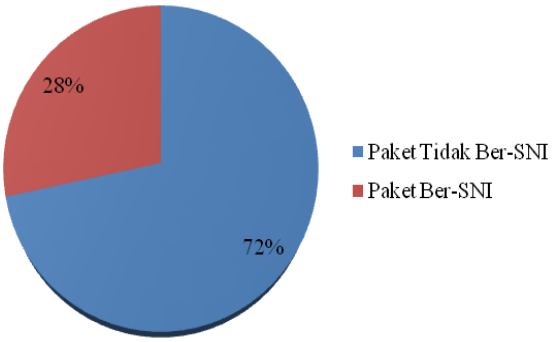
Pembuatan profil didasarkan atas survei yang dilakukan terhadap data dokumen paket pengadaan barang yang ada. Hasil survei tersebut menghasilkan data sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil survei terhadap dokumen paket pengadaan barang

Jumlah paket pengadaan mempersyaratkan SNI	58
Jumlah paket pengadaan tidak mempersyaratkan SNI	147
Total paket pengadaan	205

Berdasarkan tabel tersebut dapat dibuat kesimpulan dengan diagram yang ditunjukkan oleh Gambar 3.

ISBN: 978-602-70259-2-9



Gambar 3. Perbandingan jumlah paket pengadaan mensyaratkan SNI

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa paket pengadaan yang memberikan syarat SNI terhadap barang yang dibutuhkan hanya sekitar 28%. Oleh karena itu, berdasarkan Skala Pengukuran Efektivitas Kinerja Instansi Pemerintah, maka dapat disimpulkan bahwa kebijakan pemerintah tentang pemberian syarat SNI terhadap pengadaan barang/jasa pemerintah, dalam hal ini adalah Perpres No.54 Tahun 2010 tidak efektif dengan nilai efektivitas hanya 28%.

Dalam memeriksa dokumen paket pengadaan, selanjutkan setiap paket dija-barkan kebutuhan barang yang diinginkan kemudian diklasifikasikan ke dalam 11 sektor yang termasuk dalam Program Genap SNI.

Tabel 3 menunjukkan kontribusi peme-nuhan jenis barang ber-SNI tiap sektor untuk mendukung kebijakan pemerintah yang harus direalisasikan dalam dokumen paket pengadaan. Untuk melihat proporsi setiap sektor diperlihatkan dalam Gambar 4.

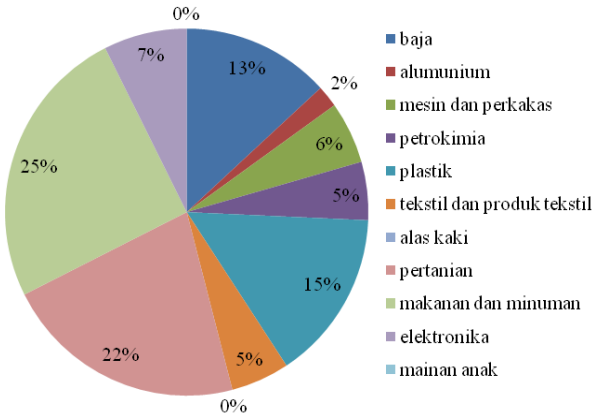
Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa setiap sektor mempunyai proporsi kontribusi yang berbeda-beda. Beberapa sektor bahkan menyumbang tingkat kontribusi sebanyak 0%, artinya dalam dokumen paket pengadaan yang menginginkan barang pada sektor tersebut tidak mensyaratkan SNI.

Tabel 3. Kontribusi syarat SNI per sektor

No.	Sektor	Presentase Pemenuha (%)	Presentase Kontribusi (%)
1	Baja	52,38	13,15
2	Alumunium	7,69	1,93
3	Mesin dan Perkakas	21,84	5,48
4	Petrokimia	20,46	5,14
5	Plastik	60	15,06
6	Tekstil dan Produk Tekstil	20,69	5,19
7	Alas Kaki	0	0
8	Pertanian	86,07	21,61
9	Makanan dan Minuman	99,69	25,03
10	Elektronika	29,46	7,40
11	Mainan Anak	0	0
	Total		100

Sektor yang menyumbang kontribusi terbanyak ialah sektor makanan dan minuman serta sektor pertanian. Hal itu disebabkan kebutuhan dan jumlah SNI akan sektor tersebut relatif tinggi

ISBN: 978-602-70259-2-9



Gambar 4. Diagram lingkaran kontribusi 11 sektor dalam syarat SNI dalam pengadaan barang/jasa

Rendahnya tingkat efektivitas kebijakan pemerintah tentang pemberian syarat SNI dalam pengadaan barang/jasa pemerintah dapat disebabkan oleh banyak faktor, di antaranya ialah berkaitan dengan jenis dan konten barang yang diinginkan pengguna. Dalam hal ini, Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) selaku pihak yang bertugas untuk menyusun spesifikasi teknis dan persyaratan barang yang diadakan bertindak dengan menyesuaikan kualifikasi barang yang diinginkan.

Selain melihat kontribusi tiap sektor, perlu diketahui tingkat penggunaan masing-masing sektor. Untuk mengetahui berapa besar tingkat penggunaan syarat produk bersertifikat SNI pada masing-masing sektor yang terdapat pada dokumen paket pengadaan diperlihatkan pada Tabel 4.

Untuk efektivitas masing-masing ditunjukkan dengan membandingkan antara jumlah barang yang dibutuhkan per sektor yang dicantumkan dalam dokumen pengadaan dengan jumlah barang yang menunjukkan syarat SNI. Sehingga diperoleh presentase untuk sektor baja 52,38%, sektor alumunium 7,69%, mesin dan perkakas 21,84%, sektor petrokimia 20,46%, sektor plastik 60%, sektor tekstil dan produk tekstil (TPT) 20,69%, sektor pertanian 86,07%, sektor makanan dan minuman 99,69%, sektor elektronika 29,46%. Sedangkan dari sektor alas kaki dan sektor mainan anak masing-masing 0%. Dalam data tersebut juga ditemukan sejumlah barang yang tidak termasuk ke dalam golongan 11 sektor yang ada dala program Genap SNI. Namun, sebesar 52,7% barang yang diinginkan ternyata mensyaratkan SNI sebagai standar yang harus dipenuhi.

Dalam Tabel 4 juga memperlihatkan jumlah barang yang dibutuhkan untuk masing-masing sektor. Dimana jumlah barang paling banyak ialah sektor petrokimia yaitu sebesar 1227 barang dan jumlah barang paling sedikit berada pada sektor alumunium dengan total 13 barang. Sedangkan untuk sektor lainnya, masing-masing adalah sektor baja 42 barang, sektor mesin dan perkakas 586, sektor plastik 140 barang, sektor tekstil dan produk tekstil (TPT) 145 barang, sektor alas kaki 15 barang, sektor pertanian 402 barang, sektor makanan dan minuman 322 barang, sektor elektronika 258 barang, serta sektor mainan anak 34 barang. Untuk sektor lain di luar 11 sektor Genap SNI terdapat 148 barang yang diinginkan.

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa sektor dengan jumlah jenis barang terbanyak mengarah pada sektor petrokimia, diiukti oleh sektor mesin dan perkakas, kemudian sektor pertanian, sektor makanan dan minuman, dan sektor elektronika.

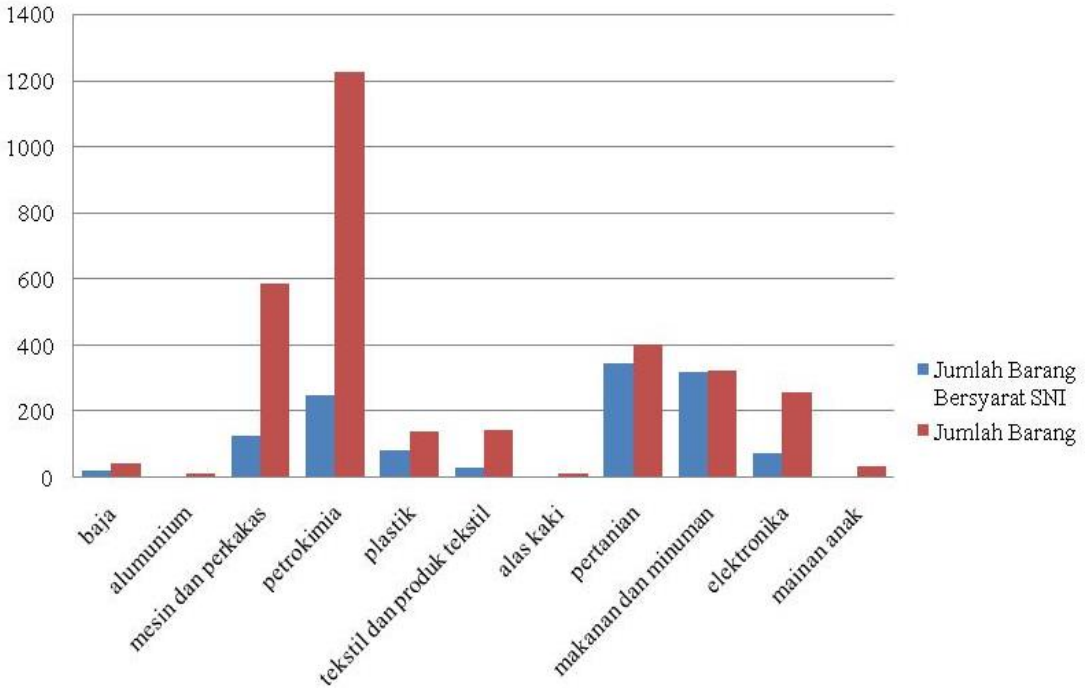
Sektor petrokimia merupakan sektor dengan jumlah barang dibutuhkan terbanyak, mencapai 1227 jenis barang. Namun, kon-tribusi dalam pemenuhan barang ber-SNI hanya sekitar 5,14%. Penyumbang kebutuhan terbanyak merupakan bahan kimia kedokteran yang dibutuhkan oleh Dinas Kesehatan dan rumah sakit – rumah sakit pemerintah. Nilai tersebut dapat terjadi karena minimnya jumlah SNI yang dirilis oleh BSN, yakni berjumlah.

Tabel 4. Presentase Jumlah Barang Bersyarat SNI dalam Paket Pengadaan

No.	Sektor	Jumlah Barang Bersyarat SNI	Jumlah Barang dalam Paket	Presentase (%)
1	Baja	22	42	52,38
2	Alumunium	1	13	7,69
3	Mesin dan Perkakas	128	586	21,84

ISBN: 978-602-70259-2-9

No.	Sektor	Jumlah Barang Bersyarat SNI	Jumlah Barang dalam Paket	Presentase (%)
4	Petrokimia	251	1227	20,46
5	Plastik	84	140	60
6	Tekstil dan Produk Tekstil	30	145	20,69
7	Alas Kaki	0	15	0
8	Pertanian	346	402	86,07
9	Makanan dan Minuman	321	322	99,69
10	Elektronika	76	258	29,46
11	Mainan Anak	0	34	0
12	Sektor Lain	78	148	52,7
	Total	1337	3332	



Gambar 5.Diagram Batang Perbandingan Jumlah Barang Bersyarat SNI per Sektor

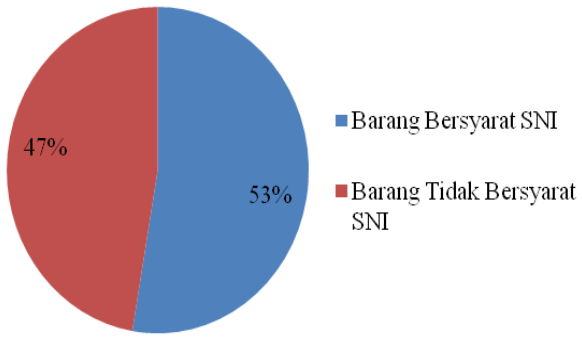
357. Hal tersebut tidak sebanding dengan jumlah jenis petrokimia yang beredar. Selain itu, juga terdapat ketergantungan dengan pro-duk kimia dari luar negeri, terlebih untuk barang-barang yang tidak diproduksi di dalam negeri. Namun, produk tersebut sudah mem-punyai standar tersendiri, seperti ISO

Sektor yang juga signifikan adalah sektor baja dan sektor plastik meskipun tingkat kebutuhan kedua sektor tersebut dalam pengadaan barang/jasa pemerintah relatif sedikit, yaitu 42 jenis barang untuk sektor baja dan 140 jenis untuk sektor plastik. Namun, sektor plastik mempunyai kontribusi yang cukup tinggi, yaitu mencapai 15,06%. Se-dangkan untuk sektor baja mencapai 13,15%.

Sektor dengan tingkat kebutuhan tinggi tetapi mempunyai tingkat kontribusi yang rendah ialah sektor mesin dan perkakas serta sektor elektronika. Sektor mesin dan perkakas serta sektor elektronika terkendala keter-sediaan barang dalam negeri, karena masih banyak mesin dan elektronika yang di-butuhkan tetapi belum diproduksi di dalam negeri. Kendala kedua sektor juga berada pada persepsi konsumen atau pengguna akan pro-duksi dalam negeri untuk jenis barang dalam kedua sektor tersebut masih dianggap kurang baik, atau kalah saih dibandingkan dengan standar kualitas yang dimiliki oleh produk dari luar negeri. Oleh karena itu, keduanya menyumbangkan kontribusi masing-masing 7,4% untuk sektor elektronika, sedangkan untuk sektor mesin dan perkakas hanya 5,48%.

Sektor yang mempunyai nilai kontribusi pemenuhan barang berSNI dan jumlah konsumsi yang rendah adalah sektor alas kaki dan mainan anak. Hal ini salah satunya disebabkan kebutuhan pemerintah akan barang-barang dalam sektor tersebut juga rendah. Untuk sektor mainan anak hanya 1,02% dari total kebutuhan jenis barang yang ada, sedangkan untuk sektor alas kaki hanya 0,45%.

Di dalam penelitian juga ditemukan kebutuhan barang-barang di luar kategori 11 sektor Genap SNI, seperti terlihat pada tabel 4.yang dalam hal ini dikategorikan dalam sektor lain, di antaranya berupa alat-alat kedokteran / kesehatan, alat transportasi, tek-nologi kayu, teknologi kertas, dan bahan konstruksi dan bangunan. Namun, sektor tersebut mempunyai nilai pemenuhan yang cukup tinggi, yaitu sebesar 53% sesuai yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram lingkaran perbandingan jumlah barang bersyarat SNI pada sektor lain

Rendahnya tingkat pemenuhan syarat SNI pada masing-masing sektor juga dipengaruhi oleh adanya standar lain yang menjadi rujukan oleh masing-masing SKPD dalam melakukan pengadaan. Spesifikasi teknis yang disyaratkan dalam dokumen pengadaan mencantumkan standar yang dirilis oleh badan standar tertentu. Misalnya pada sektor mesin dan perkakas. Pada pengadaan mesin penggiling padi (*rice milling*) yang diadakan oleh Dinas Ketahanan Pangan memerlukan laporan uji (*test report*) dari lembaga sertifikasi terkait sebagai pedoman dalam menyusun spesifikasi teknis. Selain itu, terdapat pula laporan uji laboratorium sebagai standar yang digunakan dalam menyusun spesifikasi teknis. Sebagai contoh dalam pengadaan produk tekstil, terdapat berbagai ketentuan standar laboratorium tentang uji tarik, ketahanan warna, dan sebagainya se-bagai pedoman dalam menyusun spe-sifikasi. Oleh karena itu, secara teknis syarat SNI tidak disertakan sebab bagi PPK, ke-tentuan yang sesuai dengan standar atau laporan uji laboratorium yang menjadi rujukan SKPD terkait dianggap sudah cukup mewakili.

Dalam menganalisis gejala yang terjadi digunakan SWOT. Analisis SWOT dida-sarkan atas kuesioner yang disusun dengan mengacu pada model yang dibuat oleh Alzougol dkk (2008) serta disebarkan kepada 30 responden. Responden merupakan Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) dari SKPD di Provinsi Jawa Tengah. Selain menyebarkan kuesioner, SWOT juga diperoleh dari wa-wancara kepada pihak tersebut. Adapun pengisian kuesioner menghasilkan SWOT sebagai berikut.

Kekuatan (*Strengths*)

Adapun yang menjadi kekuatan ter-hadap pelaksanaan kebijakan penerapan SNI terhadap pengadaan barang/jasa pemerintah adalah sebagai berikut.

11) Instansi memiliki budaya organisasi yang mendorong efektivitas kebijakan penerapan produk bersertifikat SNI pada pengadaan barang/jasa pemerintah (56,67% responden setuju).
12) Terdapat upaya dari Pimpinan Instansi untuk turut serta mempromosikan penggunaan pro-duk dalam negeri yang ber-SNI (56,67% responden setuju).
13) Pimpinan Instansi mempunyai tanggung jawab terhadap kebijakan yang berkaitan dengan penggunaan produk bersertifikat SNI dalam pengadaan barang / jasa (83,33% responden setuju).
14) Instansi mempunyai tenaga teknis yang dikhususkan untuk pengadaan barang / jasa serta mengetahui segala aturan yang terkait (83,33% responden setuju).
15) Instansi mempunyai modal/alokasi anggaran yang cukup untuk memperoleh barang-barang bersertifikat SNI (53,33% res-ponden setuju).
16) Instansi mempunyai sarana teknologi untuk mengetahui informasi yang ber-kaitan dengan barang/jasa yang dibu-tuhkan sudah memiliki SNI (80% responden setuju).
17) Pimpinan Instansi mendukung dan berkomitmen untuk mematuhi aturan untuk memperoleh barang dalam negeri yang bersertifikat SNI (73,33% responden setuju).
18) Pimpinan Instansi memiliki kemampuan untuk mengikuti kemajuan teknologi dan inovasi terhadap barang/jasa yang sudah memiliki SNI (86,67% responden setuju).
19) Pimpinan Instansi memahami manfaat penggunaan barang/jasa yang ber-SNI baik bagi instansi pemerintah maupun kemajuan industri nasional secara luas (93,33% responden setuju).
20) Pimpinan Instansi telah mengetahui dan siap menghadapi segala isu yang beredar di masyarakat, seperti mengenai CAFTA dan dampak-nya terhadap industri dalam negeri (73,33% responden setuju)

Kelemahan (*Weaknesses*)

Adapun yang menjadi kelemahan terhadap pelaksanaan kebijakan penerapan SNI terhadap pengadaan barang/jasa peme-rintah adalah sebagai berikut.

5) Banyak Pimpinan Instansi yang belum mempunyai aturan internal (baik secara tertulis maupun tidak) mengenai pe-nerapan penggunaan barang bersertifikat SNI dalam setiap pemanfaatan anggaran. (60% responden setuju)
6) Hubungan komunikasi antara pelaku industri dengan instansi pemerintah untuk memperkenalkan produk barang / jasa yang ber SNI belum berjalan dengan baik. (53,33% responden setuju)
7) Belum terjadi kolaborasi yang baik antar pelaku industri dengan instansi pemerintah untuk mendorong penggunaan produk barang/jasa bersertifikat SNI. (53,33% responden setuju)
8) Pengguna masih memiliki persepsi atau kepercayaan yang lebih baik terhadap kualitas produk luar negeri daripada produk dalam negeri.

Faktor dominan dalam faktor internal ialah tersedianya regulasi yang jelas dari pemerintah pusat terhadap penerapan SNI dalam pengadaan barang/jasa pemerintah, tersedia pedoman atau petunjuk teknis dalam penerapan SNI bagi pelaku industri dalam negeri, tersedia badan khusus di dalam negeri yang berperan dalam menciptakan standar untuk produk industri, serta pemahaman PPK atau pengguna akan manfaat penggunaan barang/jasa yang ber-SNI baik bagi instansi pemerintah maupun kemajuan industri nasional secara luas.

Peluang (*Opportunities*)

Adapun yang menjadi peluang pelaksanaan kebijakan penerapan SNI ter-hadap pengadaan barang/jasa pemerintah adalah sebagai berikut.

14) Tersedia regulasi yang jelas dari pe-merintah pusat terhadap penerapan SNI dalam pengadaan barang/jasa peme-rintah, regulasi berupa aturan tertulis (90% responden setuju).
15) Adanya komitmen dari pemerintah untuk mendukung penerapan SNI dalam produk industri dalam negeri melalui pengadaan barang/jasa pemerintah (63,33% res-ponden setuju).
16) Tersedia pedoman atau petunjuk teknis dalam penerapan SNI bagi pelaku industri dalam negeri (93,33% res-ponden setuju).
17) Tersedia badan khusus di dalam negeri yang berperan dalam menciptakan standar untuk produk industri, dalam hal ini adalah BSN (90% responden setuju).

18) Tersedia sarana teknologi dan komu-nikasi sebagai akses pendukung penerap-an SNI (76,67% responden setuju).
19) Terdapat sosialisasi dan pelatihan dari pemerintah mengenai penerapan SNI bagi semua pemangku kepentingan, dari pihak industri, penyedia maupun peng-guna barang/jasa, serta pejabat terkait (80% responden setuju).
20) Infrastruktur dalam negeri telah memenuhi kebutuhan pelaku industri dalam upaya mendorong penerapan SNI (66,67% responden setuju)
21) Industri memiliki sistem informasi yang memberikan akses informasi bagi instansi pemerintah mengenai produk barang / jasa yang bersertifikat SNI (76,67% responden setuju)
22) Terjalin hubungan yang kuat dan saling percaya antara perusahaan atau penyedia serta mitra dagang terhadap PPK / Pengguna dalam meng-usahakan produk ber-SNI (66,67% res-ponden setuju)
23) Mitra dagang bersedia berkolaborasi serta berbagi informasi kepada peserta lelang dan pengguna barang/jasa berkaitan dengan produk bersertifikat SNI (76,67% res-ponden setuju).
24) Terdapat trend untuk lebih menginginkan instansi pemerintah menggunakan barang /jasa yang telah bersertifikat SNI dalam me-lengkapi fasilitas pelayanan publik se-hingga SNI akan menjadi suatu kebu-tuhan (86,67% responden setuju).
25) Terdapat keinginan kuat dari internal instansi, masyarakat/publik atau pelaku usaha yang menginginkan penggunaan barang/jasa yang bersertifikat SNI di instansi pemerintah sehingga SNI akan menjadi suatu prioritas (66,67% responden setuju).
26) Pelaku usaha/Industri telah banyak menawarkan produk yang kompetitif kepada instansi pemerintah mengenai barang/jasa yang sudah bersertifikat SNI sehingga produk yang ditawarkan terjamin kua-litasnya (76,67% responden setuju).

Ancaman (*Threats*)

Adapun yang menjadi ancaman pelak-sanaan kebijakan penerapan SNI terhadap pengadaan barang/jasa pemerintah adalah sebagai berikut.

4) Tidak adanya tekanan dari pengguna barang/jasa baik instansi maupun masyarakat kepada Pimpinan Instansi untuk bisa memperoleh barang yang bersertifikat SNI sehingga menurunkan minat terhadap produk dalam negeri yang ber-SNI (63,33% responden setuju).
5) Tidak adanya tekanan dari pemerintah kepada Pimpinan Instansi untuk bisa memperoleh barang yang bersertifikat SNI sehingga aturan yang sudah ada akan bersifat sangat lemah (63,33% responden setuju).
6) Munculnya sertifikat SNI palsu yang dimiliki oleh penyedia dapat menurunkan kepercayaan terhadap penggunaan barang- barang bersertifikat SNI.

Faktor yang dominan dalam faktor eksternal ialah adanya trend dari masyarakat yang lebih menginginkan instansi pemerintah menggunakan barang/jasa yang telah ber-SNI dalam melengkapi fasilitas pelayanan publik, tawaran pelaku usaha/Industri akan produk ber-SNI sudah beragam dan kompetitif, serta pihak industri/perusahaan memiliki sistem informasi yang memberikan akses informasi bagi instansi pemerintah mengenai produk barang/jasa yang ber-SNI.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pem-bahasan yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

3. Hasil survei terhadap penerapan kebijakan SNI dalam pengadaan barang/jasa Pemerintah Provinsi Jawa Tengah menunjukkan tingkat yang masih rendah yaitu sebesar 28%. Kontribusi masing-masing sektor adalah sektor baja 13,15%, alumunium 1,93%, mesin dan perkakas 5,48%, petrokimia 5,14%, plastik 15,06%, TPT 5,19%, pertanian 21,61%, makanan dan minuman 25,03%, elektronika 7,4%, serta sektor alas kaki dan sektor mainan anak masing-masing 0%.
4. Melalui analisis SWOT berhasil diidentifikasi faktor internal yang menghambat keberhasilan penerapan kebijakan tersebut yaitu tidak tersedianya aturan internal mengenai penerapan penggunaan barang bersertifikat SNI pengadaan barang/jasa, kurangnya kolaborasi antar pelaku industri dengan instansi pemerintah untuk mendorong penggunaan produk barang/jasa ber-SNI dan masih rendahnya persepsi pengguna terhadap kualitas produk dalam negeri. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh yaitu tidak adanya tekanan dari Pemerintah, masyarakat maupun penyedia kepada Pimpinan Instansi untuk menggunakan produk dalam negeri yang bersertifikat SNI, serta munculnya sertifikat SNI palsu yang dapat menurunkan kepercayaan terhadap produk yang sudah bersertifikat SNI.

REKOMENDASI

Untuk mendorong efektifitas penggunaan produk bersertifikat SNI maka berikut ini rekomenadasi yang diajukan sebagai berikut :

5. Perlu disusun petunjuk pelaksanaan di tingkat teknis mengenai penerapan SNI dalam pengadaan barang/jasa untuk membantu personil perencana dan pelaksana pengadaan di instansi pemerintah.
6. Membangun kerjasama antara instansi pemerintah dan dunia usaha/penyedia melalui sistem informasi sebagai referensi dalam penyusunan kebutuhan jenis, spesifikasi dan harga produk.
7. Mengembangkan sistem evaluasi dan monitoring mengenai kebijakan penerapan produk bersertifikat SNI di seluruh instansi Pemerintah.
8. Pemberlakuan sistem insentif maupun disinsentif yang tegas dari Pemerintah kepada instansi berkenaan dengan penggunaan barang/jasa yang memenuhi syarat SNI.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qirim, Nabeel. (2007). *The adoption of eCommerce communications and applications technologies in small businesses in New Zealand*. Al Ain City: United Arab Emirates University.

Alzougool, Basil dan Kurnia, Sherah. (2008) .*Electronic Commerce Technology Adoption by SMEs: A Conceptual Study*. Prosiding 19th Australasian Conference on Information Systems. Christchurch.

Badan Standarisasi Nasional**.** (2010). *SNI Penguat Daya Saing Bangsa*. www.bsn.go.id/files/1704711/genapsnibuku/BAB_3.pdf. 25 Maret 2013.

Fathian, Mohammad dkk. (2008). *E-readiness assessment of non-profit ICT SMEs in a developing country: The case of Iran*. Tehran: Iran University of Science and Technology.

Jaya, Putu Aryadi dkk. (2013). *Analisis Kinerja Simpang dan Pembebanan Ruas Jalan Pada Pengelolaan Lalu Lintas dengan Sistem Satu Arah (Studi kasus Jalan Tukad Pakerisan, - Jalan Tukad Yeh Aya, - Jalan Tukad Batanghari, - Jalan Tukad Barito)*. Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil. Universitas Udayana.

Kaufmann, Daniel, dkk. 2010. *The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues*. Draft Policy Research Working Paper.

Lembaga Administrasi Negara. 2003. *Pedoman Penyusunan Pelaporan Akuntabilitas Kinerja Instansi Pe-merintah*. Jakarta: LAN RI.

Prayudi. 2007. *Manajemen Isu dan Tantangan Masa Depan: Pendekatan Public Relations*. Jurnal Universitas Pem-bangunan Nasional Veteran Yog-yakarta.

Raymond, J. 2008. *Benchmarking in Public Procurement*. Benchmarking: An International.

Santoso, Gempur. 2005. *Metodologi Pe-nelitian*. Jakarta: Prestasi Pustaka.