



Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

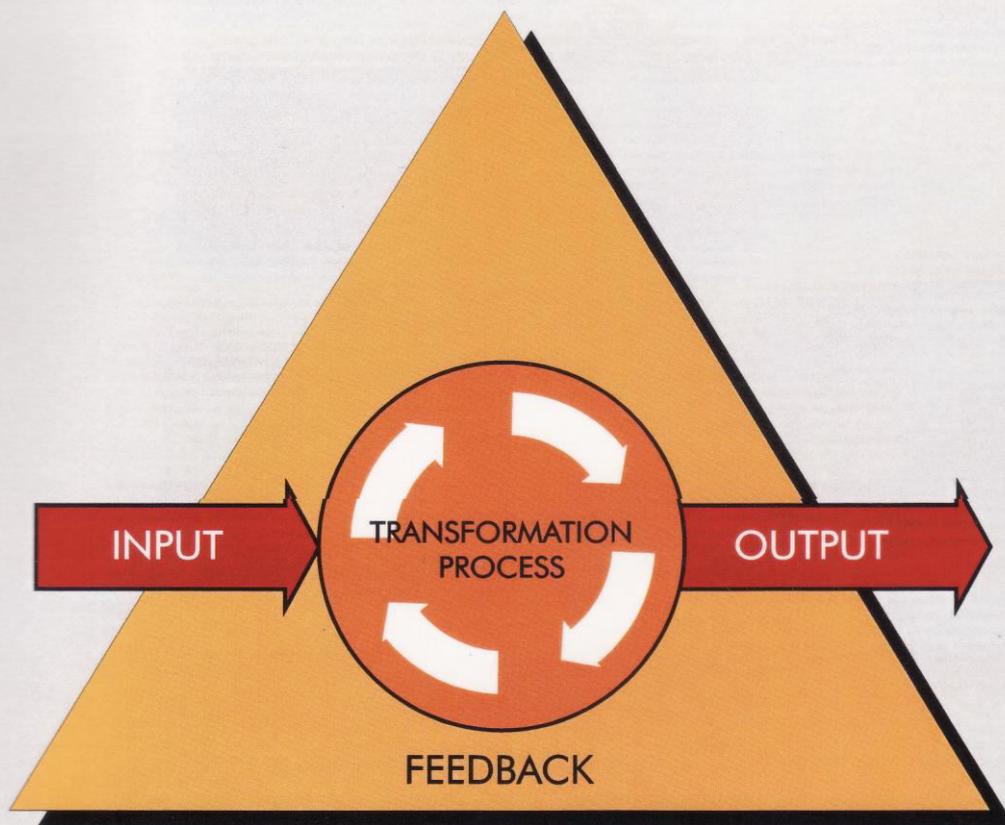
ISSN 1411.5247
ISSN Online 2527-9408

Volume 18, No. 2

Juli 2016

SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan & Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri



Jurnal	Volume	No.	Hlm.	Medan	ISSN	ISSN online
Sistem Teknik Industri	18	2	47-107	Juli 2016	1411 – 5247	2527-9408



JURNAL SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan dan Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri

ISSN 1411 – 5247 ISSN Online 2527-9408

Jl. Almamater Kampus USU P. bulan Medan 20155

Homepage : www.jurnalstiusu.education E-mail: jsti.usu@gmail.com

Volume 18, No.2

Juli 2016

- Penanggung Jawab : Ir. Khawarita Siregar, MT
- Pimpinan Umum Redaksi : Ir. Rosnani Ginting, MT
- Anggota Redaksi : Prof. Dr. Ir. Sukaria Sinulingga, M. Eng (USU)
Prof. Dr. Ir. A. Rahim Matondang, MSIE (USU)
Prof. Dr. Ir. Humala L. Napitupulu, DEA (USU)
Prof. Dr. Ir. Harmein Nasution, MSIE (USU)
Prof. Dr. Ir. Teuku Yuri Zagloel, M. Eng (UI Jakarta)
Prof. Dr. Ir. Moses L. Singgih, M. Reg (ITS Surabaya)
Amir Yazid bin Ali, PhD (USM Malaysia)
Dr. Ir. A. Jabbar M. Rambe, M. Eng (USU)
Dr. Ir. Nazaruddin, MT (USU)
- Sekretariat Redaksi : Aulia Ishak, ST, MT
Ir. Anizar, MKes
Tuti Sarma Sinaga, ST, MT
- Pemasaran/Sirkulasi/Promosi : Ir. Ukurta Tarigan, MT
Buchari, ST, MKes
- Editing* : Ir. Mangara M. Tambunan, M. Sc
Ir. Dini Wahyuni, MT
Indah Rizkya Tarigan, ST, MT
- Alamat Penerbit/Redaksi : Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik USU, Gedung
Unit II Lantai 2, Jl. Almamater Kampus USU Medan,
20155. Telp. (061) 8213649 Fax. (061) 8213250
Homepage : www.jurnalstiusu.edu
e-mail: jsti.usu@gmail.com
- Diterbitkan : Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik USU Medan
- Harga Pelanggan : Rp. 300.000 per tahun (termasuk ongkos kirim). Biaya
dikirim melalui Pos Wesel ke Departemen Teknik Industri
Universitas Sumatera Utara.

Jurnal sistem teknik industri diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Januari dan Juli. Redaksi menerima karangan ilmiah tentang hasil penelitian, survey, dan telaah pustaka yang erat hubungannya dengan bidang teknik industri. Penulis yang naskahnya dimuat akan dihubungi sebelum dicetak dan dikenakan biaya administrasi sebesar Rp. 300.000,- per artikel yang dapat dikirim melalui Pos Wesel ke Departemen Teknik Industri Universitas Sumatera Utara.



JURNAL SISTEM TEKNIK INDUSTRI

Jurnal Keilmuan dan Penggunaan Terhadap Sistem Teknik Industri

ISSN 1411 – 5247 ISSN Online 2527-9408

Jl. Almamater Kampus USU P. bulan Medan 20155

Homepage : www.jurnalstiusu.education E-mail: jsti.usu@gmail.com

Volume 18, No.2

Juli 2016

DAFTAR ISI

HALAMAN

PERBAIKAN SISTEM PERAWATAN MESIN PADA PT XYZ.....	47-50
Tiara Rahmania, A. Rahim Matondang, Nazaruddin	
EVALUASI DAN PENGEMBANGAN PROGRAM PELATIHAN SDM; MELALUI KETERAMPILAN KERJA DALAM UPAYA PENINGKATAN KINERJA KARYAWAN DI PT. PUPUK ISKANDAR MUDA.....	51-55
Nani Vivi Yanti, Sukaria Sinulingga, Harmein Nasution	
OPTIMASI PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN MEMBANDINGKAN METODE GOAL PROGRAMMING DAN METODE FUZZY GOAL PROGRAMMING	56-60
Ukurta Tarigan, Meilita Tryana Sembiring, Fernando Tampubolon	
APLIKASI RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM) UNTUK MEMPERSINGKAT WAKTU PENGERINGAN SHEET DI PABRIK PENGOLAHAN SHEET PTPN III KEBUN SARANG GITING.....	61-65
Erinsyah Maulia Rangkuti, A. Rahim Matondang, Nazaruddin	
ANALISIS PERBAIKAN PENJADWALAN PRODUKSI KERTAS UNTUK MEMINIMUMKAN KETERLAMBATAN PRODUKSI DI PABRIK PT. PUSAKA PRIMA MANDIRI JL.BRIGJEN ZEIN HAMID KM 6,9 DELI TUA	66-74
Jumadi Suratman, Ahmad Rahim Matondang, Nazaruddin	
PENERAPAN METODE SERVICE QUALITY & QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) DALAM UPAYA PENINGKATAN PELAYANAN KEPADA MAHASISWA POLITEKNIK KETAPANG	75-83
Muh Anhar, Syarifah Umi Kalsum	
SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PERSEDIAAN SUKU CADANG PADA PERUSAHAAN PENYEWAAN KENDARAAN	84-89
Yuana Delvika	
IDENTIFIKASI KEINGINAN EMOSIONAL PERAWAT PADA ALAT HEMODIALISIS DI RUMAH SAKIT DELI SERDANG	90-94
Khawarita Siregar, Rosnani Ginting, Ikhsan Siregar	
PERBAIKAN PROSES PRODUKSI UKM ROTI DI KOTA MEDAN MELALUI PENERAPAN DISIPLIN TEKNIK INDUSTRI.....	95-100
Rosnani Ginting, Ukurta Tarigan, Erwin Sitorus	
IDENTIFIKASI KECACATAN COIL BASAH DAN UPAYA PERBAIKAN DENGAN METODE SEVEN TOOLS DAN FAULTURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI PT. XYZ MEDAN	101-107
Tiara Melinda, Elisabeth Ginting	

PERBAIKAN SISTEM PERAWATAN MESIN PADA PT XYZ

Tiara Rahmania¹, A. Rahim Matondang², Nazaruddin³

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : yayahmania@gmail.com

Abstrak. PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri pakan ternak. Proses produksi pada perusahaan ini sering mengalami kendala seperti adanya kerusakan mesin. Hal ini mengakibatkan terjadinya *downtime* dengan rata-rata per bulan yang terjadi tahun 2014 sampai Oktober 2015 sebesar 11,21% atau 43,05 jam. Perbaikan sistem perawatan mesin dapat dilakukan untuk mengurangi *downtime* tersebut. Sistem perawatan (*maintenance*) yang berjalan pada perusahaan ini menerapkan metode *corrective maintenance* dan *preventive maintenance*. Sistem perawatan usulan yang diberikan yaitu jadwal penggantian *spare part* berdasarkan perhitungan *Total Minimum Downtime*. Interval penggantian yang diusulkan untuk komponen kritis *Hammer Mill* yaitu Beater PCD 80mm (5x50x150xØ17mm) 288 jam, Screen 695x1120x3DxØ3mm 320 jam, Screen 695x1120x3DxØ8mm 416 jam dan Hammer Bolt 700-2D 480 jam. Selain itu, untuk mendukung sistem perawatan yang diusulkan maka diperlukan persediaan *spare part* yang optimal. Dengan menerapkan sistem perawatan usulan terjadi penurunan *downtime* pada perusahaan yang cukup signifikan sebesar 29,97% dan peningkatan nilai keandalan sebesar 37,05%.

Kata Kunci: Perawatan, Downtime, TMD dan Persediaan Spare Part

Abstract. PT XYZ is a company which operates in cattle fodder industry. Its production process often faces obstacles and one of them is machine breakdown which causes the incidence of downtime of 11,21% or 43,05 hours each month from 2014 until October, 2015. The improvement of machine maintenance can be done to decrease this downtime. Maintenance system in this company applies *corrective maintenance* and *preventive maintenance*. The proposed maintenance system is the schedule for changing spare parts according to the calculation of *Total Minimum Downtime*. The proposed changing interval for Hammer Mill critical component was Beater PCD 80 mm (5x50x150xØ17mm) 288 hours, Screen 695x1120x3DxØ3mm 320 hours, Screen 695x1120x3DxØ8mm) 416 hours, and Hammer Bolt 700-2D 480 hours. Besides that, spare parts should be optimally available in order to support the proposed maintenance system. The implementation of the proposed maintenance system had significant decrease in downtime of 29,97% and the increase in reliability value of 37,05%.

Keywords: Maintenance, Downtime, TMD and Spare Part Inventory

¹Mahasiswa Magister Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

²Dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

³Dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

1. PENDAHULUAN

Semakin pesatnya persaingan antar perusahaan manufaktur mengharuskan setiap perusahaan melakukan perbaikan secara berkelanjutan (*continuous*) agar proses produksi berjalan lancar. Mesin produksi merupakan salah satu faktor utama untuk menjaga agar proses produksi di perusahaan berjalan lancar. Tetapi tidak jarang terganggunya proses produksi disebabkan adanya masalah dalam mesin produksi tersebut misalnya karena kerusakan mesin pada saat proses produksi sedang berlangsung, hal ini mengakibatkan terjadinya *downtime* dan tentu akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Proses produksi pada perusahaan ini sering mengalami kendala seperti terganggunya proses produksi akibat adanya kerusakan pada mesin produksi. Masalah tersebut mengakibatkan *downtime* pada perusahaan. *Downtime* yang terjadi di PT XYZ selama 2014 sampai Oktober 2015 rata-rata per bulan sebesar 11,21% atau 43,05 jam. Untuk mengurangi *downtime* tersebut dapat dilakukan dengan *maintenance effectiveness* (Muchiri, 2008)

Sistem perawatan yang dilakukan oleh PT XYZ adalah *corrective maintenance* dan *preventive maintenance*. Ketika terjadi kerusakan, pihak perusahaan hanya mengganti komponen yang rusak tanpa memperhatikan keandalan mesin. Selain itu, tidak terdapat jadwal penggantian komponen atau *spare part* mesin.

Menurut Nepal dan Park (2004), *downtime* disebabkan oleh tidak tersedianya peralatan dan kerusakan peralatan adalah factor umum terbesar yang mempunyai pengaruh kuat terhadap produktivitas peralatan dan performansi perusahaan. Dari penelitian yang dilakukan oleh Nepal dan Park (2004), terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan tingginya *downtime* yaitu faktor manusia, strategi yang dijalankan perusahaan, proyek, lokasi, peralatan atau mesin dan tindakan manajemen.

Selain itu, kegiatan perawatan mesin sangat dipengaruhi oleh ketersediaan *spare part*. Perlu pengelolaan *spare part* yang tepat agar dapat mendukung kegiatan perawatan mesin di perusahaan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahapan-tahapan, petunjuk pelaksanaan atau petunjuk teknis dalam melakukan pencarian masalah, penentuan solusi dan mencari solusi dari masalah penelitian.

2.1 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu sebagai berikut:

1. Variabel dependen.

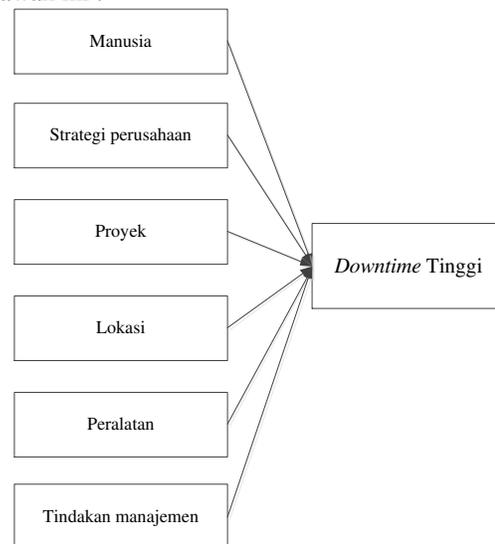
Variabel dependen merupakan variabel yang nilai atau valuenya dipengaruhi atau ditentukan

oleh nilai variabel lain. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah *downtime* tinggi.

2. Variabel independen.

Variabel independen merupakan variabel yang mempengaruhi variabel dependen baik secara positif maupun secara negatif. Variabel independen dalam penelitian ini adalah manusia, strategi perusahaan, proyek, lokasi, peralatan atau mesin yang digunakan dan tindakan manajemen.

Penelitian dapat terlaksana secara sistematis dan menjadi lebih mudah jika tersedia kerangka konseptual penelitian yang akan dilakukan. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas dua jenis yaitu:

1. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumbernya dengan cara menyebarkan kuesioner, melakukan pengamatan langsung dan wawancara. Data primer dalam penelitian ini adalah hasil kuesioner untuk mengetahui faktor-faktor yang mengakibatkan tingginya *downtime* dan sistem perawatan mesin aktual yang dilakukan oleh perusahaan.
2. Data sekunder adalah data yang sudah tersedia oleh pihak lain sehingga tidak perlu lagi dikumpulkan secara langsung dari sumbernya oleh peneliti. Data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data mesin yang digunakan, data kerusakan mesin, data pemakaian *spare part*, harga pembelian masing-masing *spare part* dan biaya-biaya

yang diperlukan dalam pengendalian persediaan seperti biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya kekurangan persediaan.

2.3 Metode Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi sistem perawatan sekarang (*existing*).
2. Uji validitas dan reliabilitas.
3. Analisis korelasi.
4. Pemilihan mesin kritis dengan menggunakan diagram pareto.
5. Pemilihan komponen atau *spare part* dari mesin kritis yang terpilih menggunakan analisis ABC.
6. Penentuan pola distribusi data kerusakan *spare part* yang terpilih menggunakan *software Easy Fit Professional 5.6*.
7. Menghitung nilai *mean time to failure* (MTTF).
8. Menentukan jadwal penggantian komponen (*spare part*) mesin kritis berdasarkan *total minimum downtime* (TMD).
9. Menghitung jumlah pemesanan *spare part* atau komponen mesin yang optimal, *reorder point* dan *safety stock*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Perawatan Mesin

Sebelum melakukan perancangan perawatan mesin, terlebih dahulu dilakukan pengolahan data dari kuesioner yang telah disebar di PT XYZ. Hasil kuesioner tersebut dilakukan uji validitas, uji reliabilitas dan analisis korelasi. Dari hasil perhitungan analisis korelasi didapatkan bahwa faktor kedua yaitu strategi perusahaan memiliki koefisien korelasi yang tertinggi yaitu sebesar 0,8402.

Faktor strategi perusahaan terdiri dari beberapa indikator yaitu keputusan penggantian, sistem pengadaan, manajemen inventori dan kebijakan *maintenance*. Oleh karena itu, penyelesaian permasalahan dalam penelitian ini difokuskan pada perawatan (*maintenance*) mesin dan pengelolaan persediaan *spare part* untuk mendukung kegiatan perawatan mesin yang diusulkan.

Pada penelitian ini diusulkan jadwal penggantian *spare part* mesin berdasarkan *total minimum downtime* (TMD). Prinsip dasar pendekatan TMD adalah untuk menekan periode kerusakan sampai batas *downtime* yang paling minimum sehingga tujuan utama kegiatan perawatan mesin dapat tercapai. Jadwal penggantian

komponen (*spare part*) mesin yang diusulkan untuk periode 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.

3.2 Persediaan Spare Part

Perhitungan persediaan *spare part* yang diusulkan yaitu dengan menggunakan metode *economic order quantity* (EOQ) untuk mendapatkan jumlah pemesanan *spare part* yang ekonomis. Selama ini pada PT XYZ dalam melakukan pemesanan *spare part*, tidak diketahui besar jumlah pemesanan yang ekonomis. Jumlah pemesanan yang dilakukan hanya berdasarkan perkiraan tanpa adanya dasar perhitungan yang jelas.

Tabel 1. Jadwal Penggantian Spare Part Tahun 2016

Bulan	Total Manhours (Hours)	Jadwal Penggantian (Jam ke-)				Hammer Bolt 700-2D
		Beater PCD 80mm (5x50x150xØ17mm)	Screen 695x1120x3DxØ3mm	Screen 695x1120x3DxØ8mm	Screen	
Januari	380	288	320	-	-	
Februari	320	196	260	36	100	
Maret	395	164	260	132	260	
April	395	57,345	185	153	345	
Mei	400	238	110	174	-	
Juni	390	126	30,350	190	30	
Juli	385	24,312	280	216	120	
Agustus	390	215	215	247	215	
September	395	113	145	273	305	
Oktober	405	6,294	70,390	294	390	
November	395	177	305	305	-	
Desember	410	70,358	230	326	70	

Jumlah pemesanan yang ekonomis untuk masing-masing *spare part* mesin *Hammer Mill* yang telah diperoleh dari perhitungan menggunakan metode EOQ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Pemesanan Ekonomis

Nama Komponen	Q* (unit)
Beater PCD 80mm (5x50x150xØ17mm)	1122
Screen 695x1120x3DxØ3mm	22
Screen 695x1120x3DxØ8mm	21
Hammer Bolt 700-2D	23

Selain itu, untuk mengetahui kapan saatnya dilakukan pemesanan *spare part* kembali maka dilakukan perhitungan *reorder point* untuk masing-masing *spare part* kritis. Hasil perhitungan *reorder point* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Reorder Point Spare Part Kritis Mesin Hammer Mill

Nama Komponen	Reorder Point (unit)
Beater PCD 80mm	177
Screen 695x1120x3DxØ3mm	5
Screen 695x1120x3DxØ8mm	7
Hammer Bolt 700-2D	3

Perhitungan persediaan pengaman (*safety stock*) juga dilakukan agar dapat diketahui jumlah persediaan *spare part* yang harus tersedia di gudang penyimpanan. Selama ini perusahaan tidak mengetahui besar jumlah persediaan yang harus tersedia di gudang penyimpanan, sehingga mengakibatkan pada saat terjadinya kerusakan, *spare part* tidak tersedia dan mengakibatkan terjadinya *downtime*. Jumlah persediaan pengaman yang diusulkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Persediaan Pengaman Komponen Kritis Mesin Hammer Mill

Nama Komponen	<i>Safety Stock</i> (unit)
Beater PCD 80mm	75
Screen 695x1120x3DxØ3mm	1
Screen 695x1120x3DxØ8mm	1
Hammer Bolt 700-2D	2

Sistem perawatan yang diusulkan ini dapat menurunkan *downtime* yang terjadi di PT XYZ dengan rata-rata sebesar 29,97% dan meningkatkan nilai keandalan (*reliability*) mesin sebesar 37,05%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Faktor-faktor yang mengakibatkan tingginya *downtime* pada PT XYZ yaitu faktor strategi perusahaan. Faktor tersebut terdiri dari keputusan penggantian *spare part* mesin, sistem pengadaan *spare part*, manajemen inventori dan kebijakan *maintenance*.
2. Sistem perawatan usulan yang diberikan yaitu dengan menetapkan jadwal *penggantian spare part* berdasarkan perhitungan *total minimum downtime* (TMD) dan jumlah persediaan *sparepart* untuk mendukung kegiatan perawatan tersebut.
3. Dengan menerapkan sistem perawatan usulan terjadi penurunan *downtime* dengan rata-rata penurunan *downtime* yang cukup signifikan yaitu sebesar 29,97% dan terjadi peningkatan nilai keandalan (*reliability*) yang signifikan yaitu rata-rata sebesar 37,05% dari komponen kritis mesin *Hammer Mill*.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Perusahaan sebaiknya mempersiapkan dokumentasi atau *record* yang baik terhadap kegiatan perawatan yang dilakukan, kerusakan mesin yang terjadi dan jumlah kebutuhan *spare part*.

2. Perusahaan sebaiknya melakukan sosialisasi kepada operator dan disiplin dalam menjalankan program perawatan tersebut.
3. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan fokus pada mesin produksi yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abbas, Sachbudi. 2005. *Rekayasa Keandalan Prodruk*. Jakarta: Universitas Indonusa Esa Unggul.
2. Assauri, Sofjan. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
3. Corder, Antony dan Kusnul, Hadi. 1996. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
4. Higgs, Lindley dan R Keith Mobley. 2002. *Maintenance Engineering Handbook*. New York: The McGraw-Hill Company.
5. Sinulingga, Sukaria. 2014. *Metodologi Penelitian*. Edisi III. Medan: USU Press.
6. Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
7. Tabikh, Mohamad. 2014. *Downtime Cost and Reduction Analysis: Survey Result*. Sweden: Malardalen University.

EVALUASI DAN PENGEMBANGAN PROGRAM PELATIHAN SDM MELALUI KETERAMPILAN KERJA DALAM UPAYA PENINGKATAN KINERJA KARYAWAN DI PT. PUPUK ISKANDAR MUDA

Nani Vivi Yanti¹, Sukaria Sinulingga², Harmein Nasution³

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email: naniviviyanti86@gmail.com

Abstrak. Peningkatan kinerja perusahaan merupakan suatu keharusan bagi perusahaan agar dapat berdaya saing. Dalam meningkatkan kinerjanya perusahaan dituntut membekali karyawannya supaya semakin terampil dalam bekerja. Untuk meningkatkan keterampilan kerja karyawan salah satunya dapat dilakukan dengan pelatihan. Penyelenggaraan pelatihan dikatakan berhasil jika berdampak bagi peningkatan keterampilan kerja karyawan yang pada akhirnya juga meningkatkan kinerja. Ada empat faktor yang mempengaruhi keberhasilan pelatihan, yaitu: instruktur pelatihan, bahan pelatihan, metode pengajaran, dan fasilitas pelatihan. Penelitian ini ingin mengetahui dampak pelatihan terhadap keterampilan kerja dan kinerja. Untuk mengetahui dampaknya dilakukan evaluasi pelatihan. Evaluasi diawali dengan menyusun instrumen penilaian kemudian dilanjutkan dengan penilaian dalam lima tahapan, yaitu: 1) evaluasi penyelenggaraan pelatihan, 2) evaluasi proses pembelajaran, 3) evaluasi aplikasi pada pekerjaan, 4) evaluasi dampak bagi kinerja perusahaan, dan 5) evaluasi dampak biaya pelatihan dengan pendapatan perusahaan. Data penelitian diperoleh dari penyebaran kuesioner terhadap 68 karyawan yang mengikuti pelatihan, pengumpulan dokumen dan laporan perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen pelatihan yang mempengaruhi keterampilan kerja adalah instruktur pelatihan (0,277), bahan pelatihan (0,575), metode pengajaran (0,545), dan fasilitas pelatihan (0,423). Hal ini sesuai dengan hasil evaluasi yang menunjukkan bahwa peningkatan rata-rata instruktur pelatihan 2,5%, bahan pelatihan 3,5%, metode pengajaran 1,8%, dan fasilitas pelatihan 3,9% tiap tahunnya juga meningkatkan keterampilan kerja sebesar 0,4%. Dari uji statistik diketahui bahwa keterampilan kerja mempengaruhi kinerja sebesar 0,282. Namun, berdasarkan hasil evaluasi diketahui bahwa pelatihan yang mempengaruhi keterampilan tidak berpengaruh terhadap kinerja. Peningkatan keterampilan kerja sebesar 0,4% tiap tahunnya, menghasilkan kinerja yang fluktuatif tiap tahunnya.

Kata Kunci: Kinerja, Keterampilan Kerja, Pelatihan dan Evaluasi Pelatihan

Abstract. An increase in the company performance is a necessity for the company in order to defenseless competitiveness. To improve their performance company prosecuted in employees that the skilled in work. To increase work skills employees one of which may be done by training. Of training be assessed as being successful if impact on increasing work skills employee who in the end also improve the performance. There are four of factors affect the success of training, : instructors training, the training materials, a method of teaching, and training facility. To know the impact assessment training. Evaluation started by putting together an instrument assessment and continued with of the scoring in your five steps, namely: 1) evaluating the implementation of training, 2) evaluation learning, 3) evaluation application on the job, 4) impact evaluation for the company performance, and 5) impact evaluation the cost of training and its revenue. Lab data obtained from the spread of the questionnaire to 68 employee who follow the training, collecting documents and report company. The research results show that component training that affects work skills is instructors the (0,277), material the (0,575), a method of teaching (0,545), and facilities the (0,423). This is in accordance with the evaluation show that the increase in the average instructors training 2.5 %, the training materials 3.5 %, a method of teaching 1.8 %, and training facility 3.9 % every year also improve work skills 0.4 %. Of statistical tests be seen that work skills influences the performance of 0,282. But, based on the evaluation of known that the training that affects skill has not been affecting the performance. An increase in work skills 0.4 % every year, produce performance been fluctuating every year.

Keywords: Performance, Skills, Training and Evaluation Training

¹ Mahasiswa Sekolah Pascasarjana Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

² Dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

³ Dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

1. PENDAHULUAN

Sumber daya manusia mempunyai peranan penting bagi perusahaan, karena memiliki bakat, tenaga dan kreativitas yang dibutuhkan untuk menggerakkan perusahaan. Oleh sebab itu, perusahaan harus memberikan perhatian secara maksimal pada pegawainya, baik perhatian dari segi kualitas pengetahuan dan keterampilan, maupun tingkat kesejahteraannya, sehingga pegawai yang bersangkutan dapat terdorong untuk memberikan segala kemampuan sesuai dengan yang dibutuhkan perusahaan.

Peningkatan kemampuan, pengetahuan, dan keterampilan pegawai dapat melalui program pelatihan dan pengembangan, terutama untuk menghadapi perkembangan teknologi yang demikian pesat. Penyelenggaraan program pelatihan dan pengembangan harus disesuaikan dengan kebutuhan jenis pekerjaan dan kemampuan karyawan dalam mengikutinya, hal ini tentu tidak terlepas dari materi dan metode yang digunakan.

Untuk melihat efektifitas program pelatihan dan pengembangan, maka perusahaan perlu melakukan penilaian terhadap perubahan sikap dan keterampilan para karyawan, baik sebelum maupun sesudah mengikuti program pelatihan dan pengembangan sehingga diharapkan dapat meningkatkan kinerja karyawan. Banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja, diantaranya melalui kegiatan pelatihan.

PT. Pupuk Iskandar Muda adalah suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pupuk urea dan industri kimia lainnya, dan mempunyai karyawan sebanyak 1.053 orang. Pupuk urea merupakan salah satu produk strategis yang sangat penting perannya dalam menunjang produksi pertanian. PT. Pupuk Iskandar Muda memiliki SDM yang menjadi salah satu faktor penting yang sangat berperan untuk dapat menjalankan perusahaan secara optimal. Saat ini PT. Pupuk Iskandar Muda memiliki 2 unit pabrik yang memproduksi urea jenis *prill* (butiran) dan *granule* (tablet) yang masing-masing berkapasitas sama. Kedua jenis urea itu diproyeksikan dapat mensuplai pupuk nasional setiap tahun dan bahkan dapat mengekspor melalui fasilitas pelabuhan sendiri.

Pelatihan berperan penting dalam proses memperoleh dan meningkatkan kualitas kerja karyawan. Melalui pelatihan, karyawan dipersiapkan untuk memiliki bekal yang cukup agar dapat memecahkan masalah yang akan dihadapinya dimasa yang akan datang. Dalam meningkatkan kemampuan atau keahlian kerja para karyawan, perusahaan harus menjalankan usaha-usaha untuk mengembangkan karyawannya.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahapan-tahapan, petunjuk pelaksanaan, atau petunjuk teknis dalam

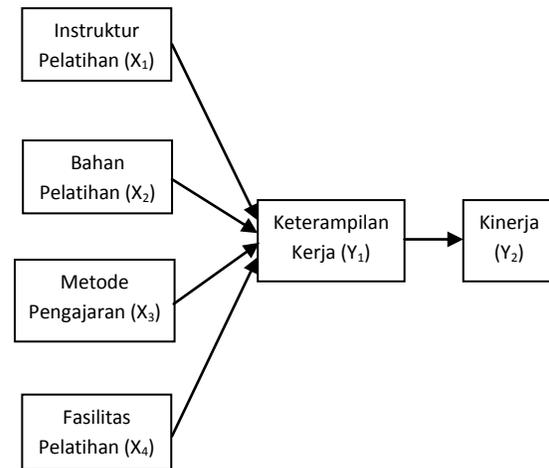
melakukan pencarian masalah, penentuan solusi, dan mencari solusi dari masalah penelitian. Kerangka pikir merupakan gambaran proses berpikir dalam memecahkan permasalahan penelitian.

2.1. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu sebagai berikut:

1. Variabel Dependen.
Variabel dependen merupakan variabel yang nilai atau valuenya dipengaruhi atau ditentukan oleh nilai variabel lain. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah keterampilan kerja dan kinerja.
2. Variabel Independen.
Variabel independen merupakan variabel yang mempengaruhi variabel dependen baik secara positif maupun secara negatif. Variabel independen dalam penelitian ini adalah instruktur pelatihan, bahan pelatihan, metode pengajaran, fasilitas pelatihan.

Penelitian dapat terlaksana secara terstruktur dan menjadi lebih mudah apabila tersedia kerangka konseptual penelitian yang akan dilakukan. Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

2.2. Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan ada dua jenis yaitu:

1. Data Primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dengan cara memberikan daftar pertanyaan (*questionnaire*), dan melakukan wawancara (*interview*) dengan karyawan PT. Pupuk Iskandar Muda.
2. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari dokumen perusahaan meliputi gambaran umum perusahaan, struktur organisasi, data pelatihan, data

produksi, data keuangan dan data lainnya yang diperoleh dari pihak PT. Pupuk Iskandar Muda.

2.3. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan berdasarkan model penelitian dengan mengolah data hasil survei yang diperoleh dari penyebaran kuesioner penelitian:

1. Uji normalitas digunakan untuk memperoleh informasi mengenai distribusi data masing-masing variabel apakah normal atau tidak. Pengujian normalitas dilakukan dengan uji *Kolmogorov Smirnov* terhadap nilai residual menggunakan *software SPSS* versi 19.
2. Pengujian Linieritas dilakukan untuk mengetahui apakah hubungan variable - variabel tersebut linier.
3. Analisis Korelasi digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi antara nol sampai ± 1 . Nilai positif atau negatif menunjukkan arah hubungan apakah searah atau berlawanan.
4. Analisis deskriptif digunakan sebagai alat untuk mengukur/menilai pelatihan terhadap kinerja individu dan perusahaan berdasarkan persepsi responden. Responden umumnya setuju indikator-indikator tersebut digunakan sebagai alat untuk mengukur apakah pelatihan mampu meningkatkan keterampilan kerja individu pegawai dan perusahaan, yang pada akhirnya akan mampu meningkatkan kinerja perusahaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

Nilai linieritas masing-masing hubungan variabel dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Linieritas

Hubungan Variabel	Linearity	Deviation	Keputusan
		from Linearity	
IP – Ki	0,005	0,287	Hubungan linier
BP – Ki	0,003	0,110	Hubungan linier
MP – Ki	0,000	0,190	Hubungan linier
FP – Ki	0,029	0,146	Hubungan linier
KK – Ki	0,020	0,301	Hubungan linier

Berdasarkan tabel 1 di atas uji f. Nilai *linearity* untuk semua hubungan variabel lebih kecil dari 0,05. Sedangkan nilai *deviation from linearity* untuk semua hubungan variabel lebih besar dari 0,05, sehingga dapat

diperoleh kesimpulan bahwa terdapat hubungan linier antar variabel (IP- Ki, BP-Ki, MP-Ki, FP-Ki, dan KK-Ki).

3.2. Evaluasi Pelatihan

Langkah awal dalam penelitian evaluatif adalah dengan membuat kisi-kisi persiapan penyusunan instrumen. Instrumen yang disusun harus dapat menggambarkan secara utuh kegiatan evaluasi. Langkah-langkah penelitian evaluatif untuk penyusunan instrumen adalah:

1. Identifikasi Komponen.
2. Identifikasi Indikator.
3. Identifikasi Bukti-bukti.
4. Menentukan Sumber Data.
5. Menentukan Metode Pengumpulan Data.
6. Menentukan Instrumen Pengumpulan Data.

Komponen yang telah diidentifikasi kemudian digunakan untuk melakukan identifikasi indikator-indikator, kemudian ditentukan bukti-bukti untuk penyusunan kisi-kisi instrumen penelitian evaluatif. Secara garis besar sumber data dapat dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu: *person* (manusia), *paper* (dokumen), dan *place* (tempat). Mengumpulkan data dari dokumen dilakukan dengan cara mencermati apa yang tersurat dalam dokumen tersebut.

Penyelenggaraan pelatihan dapat dinilai dari hasil angket kepada peserta, hasil pengamatan dari lapangan, pencermatan dokumen dan kesimpulan wawancara. Persentase rata-rata hasil penilaian setiap instrumen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penilaian Penyelenggaraan Pelatihan

Tahun Penilaian	Hasil Penilaian (Persentase)				Rata-rata (%)
	IP	BP	MP	FP	
2009	75,11	70,45	79,49	73	74,51
2010	75,89	72,73	82,05	76	76,67
2011	76,07	75,76	84,62	77	78,36
2012	79,54	79,21	83,88	80	80,66
2013	82,36	80,84	85,26	85	83,37

Berdasarkan tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa penyelenggaraan pelatihan setiap tahunnya mengalami peningkatan rata-rata 3%. Hanya mengalami sedikit penurunan di hasil pencermatan pada tahun 2012. Rata-rata hasil penilaian tahunan terendah pada tahun awal penelitian yaitu tahun 2009 sebesar 74,51%, sedangkan hasil penilaian tertinggi pada tahun 2013 sebesar 83,37%.

Hasil penilaian dampak pelatihan terhadap kinerja perusahaan dapat dilihat pada Tabel 3. berikut ini.

Tabel 3. Hasil Penilaian Dampak Pelatihan terhadap Kinerja Perusahaan

Tahun penilaian	Pendapatan / biaya produksi	Laba/ Rugi (Rp) Juta	Produksi (ton)	
			Urea	Amonia
2009	3,87	-350.006	447.182	317.973
2010	4,15	-79.997	398.835	284.569
2011	5,76	195.779	478.701	362.859
2012	5,24	143.959	532.069	357.460
2013	4,76	134.669	392.903	315.817

3.3. Rekomendasi Perbaikan

Berikut ini adalah beberapa rekomendasi perbaikan pelatihan yang dapat dilakukan:

1. Jenis pelatihan yang ada saat ini lebih kearah pelatihan manajerial. Dari data pelatihan diketahui bahwa 60,1% peserta mengikuti pelatihan manajerial, 3,5% pelatihan purnatugas, 4,9% pelatihan sertifikasi dan 31,5% pelatihan teknik.
2. Penyusunan materi pelatihan teknik khususnya bagaimana mengembangkan proses produksi yang efektif dan efisien perlu melibatkan bagian produksi, sehingga pelatihan dapat diaplikasikan secara langsung dalam pekerjaan dilapangan.
3. Penyusunan instrumen evaluasi pelatihan setiap awal tahun dengan langkah-langkah penilaian sebagai berikut:
 1. Menentukan standar dan sasaran tiap jenis pelatihan.
 2. Menetapkan indikator dan skala pengukuran.
 3. Melakukan standarisasi terhadap indikator pelatihan.
 4. Melakukan standarisasi terhadap indikator keterampilan kerja
 5. Melakukan standarisasi dalam melakukan penilaian kinerja.
 6. Mengkomunikasikan standar pengukuran terhadap karyawan sebagai objek pengukuran.
4. Tolak ukur penilaian diarahkan dalam empat kelompok kategori menurut Kirkpatrick, yaitu:
 1. *Reaction* (Reaksi).
 2. *Learning* (Pembelajaran).
 3. *Behavior* (Perilaku).
 4. *Result* (Hasil).
5. Karir adalah semua pekerjaan atau jabatan yang dipegang selama masa kerja seseorang. Karir menunjukkan perkembangan para karyawan secara individual dalam suatu jenjang atau kepangkatan yang dapat dicapai selama masa kerjanya dalam suatu organisasi.
6. Hasil evaluasi pelatihan pada tahap tiga: dampak evaluasi terhadap hasil kerja dan tahap empat: dampak pelatihan terhadap kinerja organisasi dapat

digunakan sebagai dasar untuk memberikan *reward/punishment* terhadap karyawan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyelenggaraan pelatihan adalah Instruktur Pelatihan, Bahan Pelatihan, Metode Pengajaran dan Fasilitas Pelatihan. Hasil penilaian penyelenggaraan pelatihan yang dilakukan diperoleh hasil rata-rata persentase keberhasilannya adalah: 74,51% tahun 2009, 76,67% tahun 2010, 78,36% tahun 2011, 80,66% tahun 2012, dan tahun 2013 sebesar 83,37%. Terjadi peningkatan dalam penyelenggaraan pelatihan setiap tahunnya.
2. Hasil penilaian dampak pelatihan terhadap proses pembelajaran mengalami peningkatan tiap tahunnya. Berikut adalah rata-rata persentase hasil penilaian tiap tahunnya, yaitu: 89,07% tahun 2009, 89,83% tahun 2010, 90,13% tahun 2011, 90,71% tahun 2012, dan tahun 2013 sebesar 91,49%. Dapat disimpulkan bahwa penyelenggaraan pelatihan yang semakin baik juga akan meningkatkan hasil penilaian proses pembelajaran.
3. Rata-rata persentase hasil penilaian aplikasi pelatihan dalam pekerjaan adalah sebagai berikut: tahun 2009 sebesar 98,65%, tahun 2010 sebesar 98,67%, tahun 2011 sebesar 98,71%, tahun 2012 sebesar 98,94%, dan tahun 2013 sebesar 99,23%. Terjadi peningkatan setiap tahunnya. Ini menunjukkan bahwa pelatihan yang terselenggara dengan baik akan meningkatkan proses pembelajaran yang dapat diaplikasikan pada pekerjaan.
4. Hasil penilaian dampak pelatihan terhadap kinerja perusahaan tidak menunjukkan korelasi yang signifikan, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain ketersediaan bahan baku dan hari kerja yang tersedia. Hasil penilaian dari rasio pendapatan dengan biaya produksi diperoleh sebagai berikut: 3,87 tahun 2009, 4,15 tahun 2010, 5,76 tahun 2011, 5,24 tahun 2012 dan 4,76 tahun 2013.
5. Hasil penilaian dampak biaya pelatihan terhadap pendapatan diperoleh hasil sebagai berikut: tahun 2009 dengan biaya pelatihan Rp. 52.076.000,- pendapatan perusahaan Rp. 1.588.011.000.000,-, tahun 2010 dengan biaya pelatihan Rp. 57.925.000,- pendapatan perusahaan Rp. 1.419.415.000.000,-, tahun 2011 dengan biaya pelatihan Rp. 70.502.000,- pendapatan perusahaan Rp. 2.180.354.000.000,-, tahun 2012 dengan biaya pelatihan Rp. 88.392.000,- pendapatan perusahaan Rp. 2.703.109.000.000,-, dan tahun 2013 dengan biaya pelatihan Rp.

117.272.000,- pendapatan perusahaan Rp.
2.664.111.000.000,-.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arikunto, Suharsimi, (2013), *Prosedur Penelitian: suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta. Jakarta.
2. Bambang Wahyudi, (2002), *Manajemen Sumber Daya Manusia*, Sulita, Bandung.
3. Beti Nasution, (2006), *Pelatihan Sumberdaya Manusia Berbasis Kompetensi*, Jurnal Analisis Administrasi dan Kebijakan, Vol. 3, No. 1.
4. Dessler, Gary (2000), *Manajemen Personalia*, Prehalindo. Jakarta.
5. Dimiyati, dan Mudjiono, (2009), *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
6. Gomes, Faustino Cardoso, (2003), *Manajemen Sumber Daya Manusia*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
7. Handoko, T. Hani. (2003), *Manajemen Personalia dan Sumber Daya Manusia*. Edisi Kedua. Cetakan Kesebelas. Badan Penerbit Fakultas Ekonomi. Yogyakarta.
8. Hardjana, A. M. (2001), *Training SDM yang Efektif*, Yogyakarta: Kanisius.
9. Kaswan, (2011), *Pelatihan dan Pengembangan untuk Meningkatkan Kinerja SDM*, Alfabeta, Bandung.
10. Khan, R. A. G., (2011), *Impact of Training and Development on Organizational Performance*, Global Journal of Management and Business Research Vol. 2, ISSN 0975-5853 Issue.
11. Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2005). *Transferring learning to behavior: Using the four levels to improve performance*. San Fransisco: Berrett-Koehler Publishers.
12. Kotler, Philip. (2005), *Manajemen Pemasaran*, Jilid 1 dan 2. Jakarta: PT. Indeks Kelompok Gramedia.
13. Laporan Tahunan PT. Pupuk Iskandar Muda (2012)
14. Laporan Tahunan PT. Pupuk Iskandar Muda (2013)
15. Mangkunegara, A.A. Anwar Prabu, (2000), *Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan*. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.
16. Mangkunegara, Anwar Prabu. (2003), *Perencanaan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia*. Bandung: Refika Aditama.
17. M. Manullang, (2001), *Manajemen Personalia*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
18. M. Manullang, (2004), *Dasar-dasar Manajemen*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
19. Nasution, Harmein. (2008), *Proses Pengelolaan Sumber Daya Manusia*, USU Press, Medan.
20. Rivai, Veithzal, (2004), *Manajemen Sumber Daya Manusia Untuk Perusahaan*. Cetakan Pertama. PT. Raja Grafindo. Jakarta.
21. Robert L. Mathis , John H. Jackson, (2008), *Human Resource Management*, Mason: South Western.
22. Saadat U. Kirmani, (2013), *Training Human Resources An Evidence From Pakistan*, Interdisciplinary Journal Of Contemporary Research In Business Vol 4.
23. Sinulingga, Sukaria. (2012). *Metode Penelitian*. USU Press. Medan.
24. Velada & Caetano, (2007), *The effects of training design, individual characteristics and work environment on transfer of training*, International Journal Of Training and Development, ISSN 1360-3736.

OPTIMASI PERENCANAAN PRODUKSI DENGAN MEMBANDINGKAN METODE GOAL PROGRAMMING DAN METODE FUZZY GOAL PROGRAMMING

Ukurta Tarigan¹, Meilita Tryana Sembiring¹, Fernando Tampubolon²
Dosen Departemen Teknik Industri¹, Alumni Departemen Teknik Industri²

Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : ukurta.tarigan@yahoo.com
Email: meilita_tryana@yahoo.co.id
Email : fernandotampubolon@gmail.com

Abstrak. PT. ABC merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi bola lampu. Permasalahan yang timbul selama proses produksi adalah sering dihadapkan pada pengambilan keputusan dalam menentukan rencana produksi yang optimal. Hal ini terlihat dari fluktuasi antara selisih jumlah produksi yang terus terjadi menunjukkan perusahaan tidak mempunyai kepastian tentang berapa produk yang akan diproduksi untuk mencapai optimal. Perencanaan produksi yang digunakan perusahaan saat ini tidak dilakukan berdasarkan metode ilmiah, hal ini menyebabkan terjadi penyimpangan atau ketidaktepatan hasil perencanaan dengan kondisi perusahaan. Penelitian dilakukan dengan membuat perencanaan produksi untuk menghitung jumlah produksi optimal dengan model matematis goal programming dan fuzzy goal programming. Hasil yang diperoleh adalah produksi yang lebih optimum yaitu dengan menggunakan metode fuzzy goal programming dengan persentase penyimpangan produksi terhadap penjualan sebesar 0,46%. Optimasi jumlah produk yang dihasilkan dengan memanfaatkan seluruh sumber daya yang dimiliki perusahaan adalah jumlah produksi tertinggi sebesar 209.318 unit untuk tipe stanlee star S-25 dan 297.389 unit untuk tipe stanlee star G-20. Analisis sensitivitas dari parameter waktu penyelesaian produk yaitu sensitif terhadap solusi optimal, tetapi tidak sensitif terhadap fungsi tujuannya yaitu titik optimum.

Kata Kunci. *Fuzzy, Goal Programming, Optimisasi*

Abstract. PT. ABC is a company engaged in the production of light bulbs. The problems that arise during the production process are often faced with the decision-making in determining the optimal production plan. This can be seen from the fluctuations of the difference between the amount of production that continues to happen to show the company did not have certainty about how many products will be manufactured in order to achieve optimal. Production planning used by the company is not currently done by the scientific method, it causes irregularities or inaccuracies result of planning by the company's condition. Research carried out by making production plans to calculate optimal production quantities with a mathematical model of goal programming and fuzzy goal programming. The result is a more optimum production is by using fuzzy goal programming to production to sales percentage deviation of 0.46%. Optimization of the number of products produced by utilizing all resources owned by the company is the number of peak production of 209 318 units for the type of star stanlee S-25 and 297 389 units for the type of star stanlee G-20. A sensitivity analysis of the parameters of the turnaround time of product that is sensitive to the optimal solution, but it is not sensitive to their end functionality that is an optimum point.

Keywords. *Fuzzy, Goal Programming, Optimization*

1. Pendahuluan

Kegiatan produksi sering mengalami kendala. Beberapa kendala diantaranya ketersediaan jumlah bahan baku, jumlah tenaga kerja, ketepatan waktu penyelesaian, dan kapasitas produksi. Perencanaan produksi salah satunya bertujuan sebagai langkah awal untuk menentukan aktivitas produksi yaitu sebagai referensi perencanaan lebih rinci.

PT. ABC merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi bola lampu dengan merek dagang *Stanlee Star S-25* dan *Stanlee Star G-20*. Perusahaan sering dihadapkan pada pengambilan keputusan dalam menentukan rencana produksi yang optimal. Perusahaan belum menerapkan perencanaan produksi yang baik. Selama ini perusahaan melakukan perencanaan produksi dengan melakukan prediksi berdasarkan permintaan pada periode sebelumnya secara sederhana. Hal ini terlihat dari fluktuasi antara selisih jumlah produksi yang terus terjadi menunjukkan perusahaan tidak mempunyai kepastian tentang berapa produk yang akan diproduksi untuk mencapai optimal.

Kebutuhan pelanggan yang fluktuatif yang menyebabkan perusahaan kurang mampu menyesuaikan kapasitas produksinya dengan permintaan konsumen. Hal ini perlu dianalisis secara kuantitatif karena baik kekurangan produksi maupun kelebihan jumlah produksi mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Kekurangan jumlah produksi mengakibatkan berkurangnya keuntungan dari target yang ditetapkan perusahaan dan juga dapat mengakibatkan kurang percayanya konsumen untuk melakukan order kembali ke perusahaan untuk periode berikutnya. Kelebihan jumlah produksi terlalu tinggi mengakibatkan beban biaya guna menyimpan dan memelihara bahan selama penyimpanan di gudang padahal barang tersebut masih mempunyai *opportunity cost* (dana yang bisa ditanamkan/diinvestasikan pada hal yang lebih menguntungkan).

Penelitian ini akan dilakukan perencanaan produksi untuk menghitung jumlah produksi optimal dengan model matematis *fuzzy goal programming*. Metode *Goal Programming* ini digunakan untuk melakukan maksimisasi atau minimisasi sumber daya yang dimiliki perusahaan dengan beberapa fungsi tujuan, dalam metode *goal programming* juga dikenal istilah variabel deviasional yaitu penyimpangan/deviasi dari pencapaian fungsi kendala yang tidak diharapkan, penyimpangan ini bisa dalam bentuk penyimpangan positif maupun negatif. Contoh variabel deviasional yang tidak diharapkan adalah jumlah tenaga kerja yang seharusnya berjumlah sesuai dengan tenaga kerja tetap. Terdapat deviasi positif dengan diterapkannya sistem kontrak.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. ABC yang berlokasi di Jalan Pertahanan Lorong 3 No. 7 A,

Medan Amplas. Penelitian dilakukan selama ± 5 bulan

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang tergolong pada penelitian kasus (*Case Study*). Penelitian ini mempelajari secara intensif latar belakang permasalahan guna memberikan gambaran secara mendetail mengenai suatu kasus dengan melakukan pengkajian pada variabel-variabelnya. Objek dalam penelitian ini adalah produk bola lampu yang terdiri dari dua jenis yaitu stanlee star S-25 dan stanlee star G-20 pada PT. ABC.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam pengumpulan data adalah *checksheet* sebagai lembar kerja, stopwatch dan beberapa data sekunder yang dicatat dengan pihak manajemen.

Perhitungan peramalan dilakukan dengan metode *time series*, dengan perhitungan error menggunakan rumus MAPE (*Mean Average Percentage Error*)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PE_t|}{N} \dots\dots\dots (1)$$

Perhitungan uji kecukupan data menggunakan tingkat keyakinan 95% dengan rumus:

$$N' = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{(\sum X)} \right)^2 \dots\dots\dots (2)$$

3. Pembahasan

Pengolahan data yang dilakukan terbagi 3 yaitu:

1. Peramalan permintaan
2. Uji keseragaman dan kecukupan data waktu siklus
3. Penentuan *rating factor* dan *allowance*
4. Formulasi fungsi *Fuzzy goal programming*

3.1. Peramalan permintaan

Hasil peramalan permintaan bola lampu stanlee star S-25 (A) dan stanlee star G-20 (B) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Bobot Prioritas Level

Periode	Kriteria	
	A	B
Jan 2016	181.185	272.108
Feb 2016	176.766	194.489
Mar 2016	171.789	219.771
Apr 2016	166.252	297.389
Mei 2016	160.157	272.108
Jun 2016	153.503	194.489
Jul 2016	146.291	219.771
Agu 2016	138.520	297.389
Sep 2016	130.190	272.108
Okt 2016	121.301	194.489
Nov 2016	111.854	219.771
Des 2016	101.848	297.389
Total	1.759.656	2.951.270

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa data permintaan cenderung fluktuatif mengikuti pola siklus untuk bola lampu tipe A maupun bola lampu tipe B. Perhitungan error menggunakan

metode MAPE (*Mean Average Percentage Error*) dengan menggunakan rumus (1).

3.2. Uji keseragaman dan kecukupan data waktu siklus

Hasil uji keseragaman data waktu siklus ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Keseragaman Waktu Siklus

No. Stasiun	Rata-rata	Deviasi	BKA	BKB	Keterangan
1	1,58	0,053	1,686	1,474	seragam
2	1,71	0,060	1,828	1,588	seragam
3	1,71	0,060	1,828	1,588	seragam
4	1,92	0,057	2,036	1,808	seragam
5	1,89	0,061	2,009	1,763	seragam
6	1,94	0,028	1,994	1,882	seragam
7	2,03	0,066	2,159	1,897	seragam
8	2,22	0,053	2,326	2,116	seragam
9	1,80	0,000	1,800	1,800	seragam

Berdasarkan Tabel 2. hasil perhitungan uji keseragaman data diperoleh data seragam yaitu berada antara batas kendali atas dan kendali bawah untuk seluruh stasiun kerja sehingga dapat digunakan untuk pengolahan data.

Uji kecukupan data menggunakan tingkat keyakinan 95% dihitung dengan menggunakan rumus (2). Hasil uji kecukupan data dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan kecukupan data waktu siklus

No. Stasiun	ΣX	N	N'	Keterangan
1	15,80	10	1,6151	Cukup
2	17,08	10	1,7638	Cukup
3	17,08	10	1,7748	Cukup
4	19,22	10	1,2630	Cukup
5	18,86	10	1,5312	Cukup
6	19,38	10	0,2965	Cukup
7	20,28	10	1,5079	Cukup
8	22,21	10	0,8073	Cukup
9	18,00	10	0,0000	Cukup

Berdasarkan Tabel 3 diatas $N' < N$ hal ini menunjukkan bahwa data yang dikumpulkan telah cukup.

3.3. Penentuan Rating Factor dan Allowance

Penentuan rating factor dilakukan menurut westinghouse. Rekapitulasi perhitungan waktu baku untuk seluruh stasiun kerja ditunjukkan Tabel 4.

Tabel 4. Waktu Normal Pembuatan Bola Lampu

No. Stasiun	Ws (Detik)	Wn (Detik)	Wb (Detik)	Wb (menit/unit)
1	1,58	1,61	1,86	0,03102
2	1,71	1,74	2,09	0,03484
3	1,71	1,90	2,28	0,03792
4	1,92	1,96	2,34	0,03905
5	1,89	1,94	2,14	0,03561
6	1,94	1,94	2,23	0,03715
7	2,03	2,03	2,38	0,03972
8	2,22	2,31	2,75	0,04581
9	1,80	2,03	2,31	0,03848

Berdasarkan Tabel 4. diatas, dilakukan perhitungan waktu normal dengan menggunakan data waktu siklus ditambah *rating factor*. Perhitungan waktu baku diperoleh dari waktu normal dikalikan dengan *allowance*, perhitungan waktu baku/unit mengetahui waktu baku tertinggi dari seluruh stasiun, maka waktu penyelesaian produk yang terpilih adalah waktu yang terbesar dari stasiun kerja 8 yaitu proses quality control bola lampu dengan waktu 0,04581 menit.

3.4. Formulasi Fungsi Goal Programming

Fungsi pencapaian disusun berdasarkan sasaran yang ingin dicapai, maka formulasi untuk bulan Januari 2016 adalah

$$\text{Min } Z = d_{11}^- + d_{12}^- + d_{13}^- + d_{14}^- + d_{15}^- + d_1^+ + d_2^+ + d_3^+ + d_4^+ + d_5^+ + d_6^+ + d_7^+ + d_8^+ + d_9^+ + d_{10}^+$$

Subject To

$$X_1 + d_{11}^- - d_{11}^+ = 176606$$

$$X_2 + d_{12}^- - d_{12}^+ = 272108$$

$$X_1 + d_{13}^- - d_{13}^+ = 138531$$

$$X_2 + d_{14}^- - d_{14}^+ = 242463$$

$$1.508X_1 + 1.240X_2 + d_{15}^- - d_{15}^+ = 603.647.301$$

$$0,04581X_1 + 0,04581X_2 + d_1^- - d_1^+ = 17640$$

$$8,31X_1 + 10,80X_2 + d_2^- - d_2^+ = 25000000$$

$$0,77X_1 + 1,00X_2 + d_3^- - d_3^+ = 2000000$$

$$1,00X_1 + 1,00X_2 + d_4^- - d_4^+ = 2500000$$

$$1,00X_1 + 1,00X_2 + d_5^- - d_5^+ = 2500000$$

$$1,00X_1 + 1,00X_2 + d_6^- - d_6^+ = 6000000$$

$$0,08X_1 + 0,10X_2 + d_7^- - d_7^+ = 2500000$$

$$0,84X_1 + 0,11X_2 + d_8^- - d_8^+ = 1750000$$

$$0,04X_1 + 0,05X_2 + d_9^- - d_9^+ = 150000$$

$$X_1 + X_2 + d_{10}^- - d_{10}^+ = 648.357$$

$$X_1, X_2, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+, d_3^-, d_3^+, d_4^-, d_4^+, d_5^-, d_5^+, d_6^-, d_6^+, d_7^-, d_7^+, d_8^-, d_8^+, d_9^-, d_9^+, d_{10}^-, d_{10}^+, d_{11}^-, d_{11}^+, d_{12}^-, d_{12}^+, d_{13}^-, d_{13}^+, d_{14}^-, d_{14}^+, d_{15}^-, d_{15}^+, \geq 0$$

3.5. Formulasi Fungsi Fuzzy Goal Programming

Fungsi pencapaian disusun berdasarkan sasaran yang ingin dicapai, maka formulasi untuk bulan Januari 2016 adalah

Max T

Subject to

$$0.0000160103 X_1 + 0.0000131694 X_2 + DN1 - DP1 \geq 6.41$$

$$T + 0.000018193 X_1 + 0.0000181793 X_2 \leq 9$$

$$-T + 0.0000004355 X_1 + 0.0000003351 X_2 \geq 0.008$$

$$T + 0.0000021600 X_1 + 0.0000016620 X_2 \leq 6$$

$$-T + 0.0000005263 X_1 + 0.0000004053 X_2 \geq 0.05$$

$$T + 0.0000020000 X_1 + 0.0000015400 X_2 \leq 5$$

$$-T + 0.0000004167 X_1 + 0.0000004167 X_2 \geq 0.04$$

$$T + 0.0000020000 X_1 + 0.0000020000 X_2 \leq 6$$

$$-T + 0.0000004167 X_1 + 0.0000004167 X_2 \geq 0.04$$

$$T + 0.0000020000 X_1 + 0.0000020000 X_2 \leq 6$$

$$-T + 0.0000001695 X_1 + 0.0000001695 X_2 \geq 0.01$$

$$T + 0.0000010000 X_1 + 0.0000010000 X_2 \leq 7$$

$$-T + 0.0000000405 X_1 + 0.0000000324 X_2 \geq 0.01$$

$$T + 0.0000002000 X_1 + 0.0000001600 X_2 \leq 6$$

$$-T + 0.0000000661 X_1 + 0.0000005091 X_2 \geq 0.06$$

$$T + 0.0000004360 X_1 + 0.0000003360 X_2 \leq 8$$

$$-T + 0.0000003571 X_1 + 0.0000002857 X_2 \geq 0.07$$

$$T + 0.0000010000 X_1 + 0.0000080000 X_2 \leq 4$$

$$T + 0.00022917 X_1 + 0.00022197 X_2 \leq 149.58$$

$$X_1 \geq 176606$$

$$X_2 \geq 272108$$

$$0 \leq T \leq 1$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan software LINDO 6.1. maka dapat diperoleh jumlah produksi optimum dari proses produksi bola lampu tipe stanlee star S-25 (A) dan tipe stanlee star G-20 (B) ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Jumlah Produksi Optimum

Periode	Jumlah Produk Optimum (unit)	
	A	B
Januari	176606	272108
Februari	181959	194489
Maret	198316	219771
April	209318	297389
Mei	204980	279403
Juni	187609	194515
Juli	176703	219771
Agustus	197260	297389
September	198316	272326
Oktober	209318	194489
November	203965	219771
Desember	187609	297717
Total	5.281.077	

Berdasarkan Tabel 5. diatas diketahui bahwa data jumlah produksi optimum fluktuatif mengikuti data peramalan. Produk tipe A dan tipe B diproduksi melebihi dari data peramalan dan menyisakan stok untuk disimpan, hal ini dikarenakan biaya produksi untuk menghasilkan produk tipe A maupun tipe b lebih murah, sehingga dapat melakukan penekanan biaya produksi untuk barang yang akan dijadikan *inventory*.

Perhitungan optimasi perencanaan produksi menghasilkan jumlah produksi optimal yang dapat dihasilkan dengan memenuhi fungsi tujuan dan fungsi kendala yang dimiliki perusahaan. Dihitung antara selisih jumlah produksi optimum dengan data produksi untuk mengetahui persentase *inventory* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Selisih Penjualan dengan Hasil Jumlah produksi Optimum

Periode	Selisih (Unit)	
	A	B
Januari	0	1
Februari	0	0
Maret	1	0
April	0	0
Mei	1.015	7.296
Juni	0	26
July	97	0
Agustus	15.301	0
September	1	219
Oktober	0	0
November	0	0
Desember	0	328
Total	16.411	7.868
	24.279	

Berdasarkan Tabel 6. dihitung persentase jumlah produksi optimum sebesar 24.279 unit dibandingkan dengan data produksi sebesar 5.281.077 unit maka diperoleh sebesar 0,46%.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Trend permintaan produksi untuk bola lampu stanlee star S-25 dan stanlee star G-20 mengikuti pola siklis.
2. Waktu baku dalam penyelesaian produk yang terpilih setelah perhitungan *rating factor* dan *allowance* adalah 0,04581 menit.
3. Kebutuhan bahan baku untuk produksi tercapai yaitu lebih kecil dari ketersediaan bahan baku digudang. Kebutuhan jam kerja juga tidak melebihi ketersediaan jam kerja sehingga tidak diperlukan penambahan tenaga kerja tidak langsung.
4. Optimasi jumlah produk yang dihasilkan dengan memanfaatkan seluruh sumber daya yang dimiliki perusahaan adalah dengan jumlah produksi tertinggi sebesar 209.318 unit untuk tipe stanlee star S-25 dan 297.389 unit untuk tipe stanlee star G-20.
5. Analisis sensitivitas untuk parameter waktu penyelesaian produk sensitif terhadap solusi optimal tetapi tidak sensitif terhadap fungsi tujuan. Apabila dilakukan perubahan nilai parameter, solusi optimal akan berubah tetapi fungsi tujuan masih tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhagava, A.K. dkk.. 2015. Fuzzy Goal Programming Techniques for Production Planning in Industry. India: C.C.S. University, Meerut (U.P.).
- _____, 2015. A Fuzzy Goal Programming Approach for Food Product Distribution of Small and Medium Enterprises. India: C.C.S. University, Meerut (U.P.)
- Hillier, Frederick S. dan Gerald J. Lieberman. 1980. Introduction Operation Research. Third Edition. California: Holden Day, Inc.
- _____, Introduction Operation Research. Eight Edition. Yogyakarta: ANDI
- Johnson, Lynwood A. dan Douglass C. Montgomery. 1974. Operation Research in Production Planning, Scheduling, and Inventory Control. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Jones, Dylan dan Mehrdad Tamiz. 2010. Practical Goal Programming. London: Springer New York Dordrecht Heidelberg.
- Lotfi, Azzabi, dkk. 2014. Fuzzy Goal Programming to Optimization the Multi-Objective Problem. Perancis: University of Angers France.
- Marimin, dkk. 2013. Teknik dan Analisis Pengambilan Keputusan Fuzzy dalam

- manajemen Rantai Pasok. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Mekidiche, Mohammed, Hocine Mouslim dan Abdelkader Sahed. 2013. Application of Tolerance Approach to Fuzzy Goal Programming to Aggregate Production Planning. Algeria: University of Tlemcen.
- Montgomery, Douglas C, dkk. 2008. Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Peric, Tunjo, Zoran Babic dan Sead Resic. 2014. A Goal Programming Procedure for Solving Fuzzy Multiobjective Fractional Linear Programming Problem. Croatia: University of Zagreb.
- Rad, Mansoureh Farzam dan Hadi Shirouyehzad. 2014. Proposing an Aggregate Production Planning Model by Goal Programming Approach, a Case Study. Iran: Islamic Azad University.
- Sukaria, Sinulingga. 2013. Metodologi Penelitian. Medan: USU Press.

Aplikasi *Response Surface Methodology* (RSM) Untuk Mempersingkat Waktu Pengerinan *Sheet* di Pabrik Pengolahan *Sheet* PTPN III Kebun Sarang Giting

Erinsyah Maulia Rangkuti¹, A. Rahim Matondang², Nazaruddin³

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email: erinsyahmaulia@gmail.com

Abstrak. Karet adalah kebutuhan vital bagi kehidupan manusia, terkait dengan mobilitas manusia dan barang yang terbuat dari karet. Kebutuhan karet alam maupun sintetik terus meningkat sejalan dengan meningkatnya standar hidup manusia. Karet jenis RSS (Ribbed Smoke Sheet) merupakan produk unggulan PT Perkebunan Nusantara III. Proses pengolahan lateks menjadi sheet melalui 4 stasiun kerja yaitu : penggumpalan, penggilingan, pengeringan dan sortasi. Tiap stasiun kerja memiliki kapasitas tertentu. Kapasitas stasiun pengeringan 12.000 Kg/hari merupakan kapasitas terkecil yang menjadi dasar penentuan kapasitas. Sedangkan bahan baku yang diterima berkisar antara 12.000-14.000 Kg/hari. Oleh karena itu pada saat kapasitas kamar asap maksimal, banyak bahan setengah jadi yang harus menunggu proses pengeringan. Peristiwa ini dikhawatirkan akan menyebabkan rusaknya mutu produk. Kapasitas kamar asap dipengaruhi oleh waktu pengeringan. Waktu pengeringan saat ini mencapai 120 jam persiklus. Untuk mendapatkan kapasitas yang lebih besar dapat dilakukan dengan mempersingkat siklus produk salah satunya dengan mempersingkat waktu pengeringan. Berdasarkan uraian diatas permasalahan yang dibahas adalah bagaimana mempersingkat waktu pengeringan sheet dikamar asap, sehingga kapasitas olah pabrik dapat meningkat. Faktor-faktor pada proses pengolahan sheet yang berpengaruh terhadap pencapaian hasil antara lain jumlah bahan kimia, waktu tunggu, dan persentase DRC pengenceran. Faktor yang merespon perlakuan adalah produk reject. Mengoptimalkan interaksi antar faktor pengolahan dengan mengaplikasikan respon surface methodology (RSM). Dari hasil rancangan proses pengolahan sheet diperoleh kapasitas olah meningkat dari maksimal 12.000 Kg kering perhari menjadi 13.458 Kg kering perhari. Perlakuan tersebut dilakukan dengan memperkecil ukuran ketebalan lembaran menjadi 3,1 mm namun meningkatkan persentase produk reject dari 0,2 % menjadi 0,43`%.

Kata Kunci: Ribbed Smoke Sheet, kapasitas pabrik, Response Surface Methodology (RSM)

Abstract. Rubber is vitality needed for our activities which are related to human and goods mobility that need components made of rubber. The need for rubber or synthetic is increasing, along with the increase in human life. RSS (Ribbed Smoke Sheet) rubber type is the high ranking product of PT Perkebunan Nusantara III. The processing of latex to sheet is through four work stations: gathering, milling, drying, and sorting. Each of work station has certainly mill capacity. Drying capacity of 12.000 Kg/day is the smallest capacity which becomes the basis for determining the capacity, while raw material received is between 12.000 and 13,000 Kg/day. Therefore, when the capacity of smoke room has been maximal, a lot of half-finished materials have to wait for drying process. This condition migh make the product quality bad. The capacity of smoke room is influenced by drying time. The drying time now is 120 hours per cycle. To get more capacity can be done by shortening drying time. The research problem is how to shorten sheet drying time in smoke room so that the mill capacity can increase. Some factors which influence production achievement are the measurement of chemical materials, waiting time, and percentage of retailing DRC (Dryied Rubber Contain). The factor which responds to treatment is the percentage of reject product by optimizing interaction between processing and implementation of RSM. The outcome of sheet processing that processing capacity increases from maximally 12.000 kg/day dry to 13.458 kg/day dry. This treatment is done by lessening the thickness to 3,1 mm, but increase the percentage of reject product form 0,2 to 0,43.

Keywords: Ribbed Smoke Sheet, Mill Capacity, Response Surface Methodology (RSM)

¹ Mahasiswa Sekolah Pascasarjana Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

² Dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

³ Dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

1. PENDAHULUAN

Karet adalah kebutuhan yang vital bagi kehidupan manusia sehari – hari, hal ini terkait dengan mobilitas manusia dan barang yang memerlukan komponen yang terbuat dari karet. Kebutuhan karet alam maupun sintetik terus meningkat sejalan dengan meningkatnya standar hidup manusia. Kebutuhan karet sintetik relatif lebih mudah dipenuhi karena sumber bahan baku relatif tersedia walaupun harganya mahal, akan tetapi karet alam tetap menjadi pilihan sebagai bahan baku industri yang berbahan baku karet. Karet jenis RSS (*Ribbed Smoke Sheet*) merupakan produk unggulan yang alami dari PT Perkebunan Nusantara III. Produk karet alam sangat baik digunakan sebagai bahan baku terutama untuk bermacam-macam industri karet, sehingga permintaan jenis RSS ini semakin meningkat dari tahun ke tahun (Palupi N.P, 2008).

Proses pengeringan RSS (ketebalan lembaran ± 4 mm) membutuhkan waktu selama 5 hari (Purba L.P, 2008). Kondisi ini membatasi daya tampung kamar asap. Artinya semakin cepat *sheet* matang maka kapasitas olah pabrik akan semakin besar. Sebaliknya, jika *sheet* matang dalam waktu lebih dari 5 hari maka daya tampung kamar asap akan berkurang sehingga terjadi stagnasi (*bottleneck*) dimana produksi yang masuk tidak bisa langsung di keringkan dan harus menunggu di luar kamar asap. Menurut Muis Y (2007) Kondisi ini dikhawatirkan akan menyebabkan rusaknya mutu *sheet* seperti timbulnya cendawan (jamur) pada *sheet*, bercak karat pada *sheet*, dan timbulnya gelembung-gelembung udara pada *sheet*. Oleh karena itu agar tidak terjadi *bottleneck* waktu pengeringan *sheet* harus direkayasa agar menjadi lebih singkat..

2. METODE PENELITIAN

Penentuan variabel penelitian didasarkan atas studi pendahuluan, studi kepustakaan, dan pengalaman pihak perusahaan yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang dihadapi.

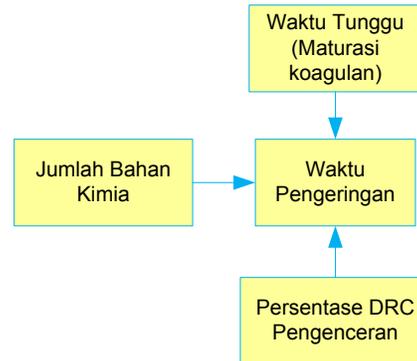
2.1. Variabel Penelitian

Adapun variabel yang terdapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel Dependen.
Variabel dependen dalam penelitian ini adalah Waktu Pengeringan
2. Variabel Independen.
Variabel independen dalam penelitian ini adalah Persentase DRC pengenceran, waktu tunggu, dan jumlah bahan kimia

Suatu penelitian dapat dilaksanakan apabila tersedianya sebuah perancangan kerangka berpikir yang baik sehingga langkah-langkah penelitian lebih sistematis. Kerangka berpikir inilah yang merupakan landasan awal dalam melaksanakan penelitian. Adapun

kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

2.2. Metode Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data untuk penelitian ini berasal dari data primer dan data sekunder yaitu :

1. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh melalui observasi terhadap perancangan eksperimen yang dilakukan di bagian produksi karet sheet dimana data yang dikumpulkan adalah pada masing-masing interaksi perlakuan taraf faktor dari faktor apa saja yang mempengaruhi proses produksi karet sheet.
2. Data sekunder dalam penelitian ini antara lain : data tentang norma-norma pengolahan sheet seperti norma busa maksimal yang diperbolehkan, norma pengenceran lateks, norma bahan kimia, norma ketebalan lembaran, norma waktu dan suhu di kamar asap.

2.3. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini mengikuti prosedur sebagai berikut (Chang K.H, 2013):

1. Penentuan titik setting faktor *Response surface Methodology*
2. Pengumpulan data model orde pertama
3. Pengolahan data model orde pertama
4. Penentuan model orde kedua
5. Penentuan titik optimum faktor

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Titik Setting faktor

Titik *setting* faktor perlu ditetapkan karena dalam penelitian ini menggunakan rancangan 2k yang menghendaki adanya level rendah dan level tinggi dari faktor yang diteliti (Anggun M.E, 2004). Level tinggi dari masing-masing faktor akan disimbolkan dengan angka 1, sedangkan level rendah dari masing-masing faktor akan disimbolkan dengan angka -1. Penetapan titik *setting* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Titik Setting Faktor

Faktor	-1	0	1
Jumlah bahan kimia (Kg/ton)	7,5	8	8,5
Waktu tunggu (jam)	2	4	6
Persentase DRC pengenceran	13	14	15

Dari Tabe.1 dapat dilihat bahwa titik setting faktor penelitian awal adalah titik faktor 0 sedangkan titik -1 adalah titik minimu faktor penelitian dan 1 titik maksimum faktor penelitian.

3.2. Pengumpulan dan Pengolahan Model Orde Pertama

Setelah penetapan faktor, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data. Perlakuan yang dilakukan ada sebanyak 9 perlakuan, 8 perlakuan berasal dari perlakuan desain 2k dan 1 perlakuan pada titik pusat yang didasarkan pada jumlah blok titik kubus pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Model Orde Pertama

Perlakuan	X0	X1	X2	X3	Y (%)
1	1	-1	-1	-1	1,56
2	1	1	-1	-1	1,49
3	1	-1	1	-1	0,78
4	1	1	1	-1	0,69
5	1	-1	-1	1	1,15
6	1	1	-1	1	1,07
7	1	-1	1	1	0,89
8	1	1	1	1	0,95
9	1	0	0	0	0,80

Dari data pada Tabel.2. model orde pertama ditentukan. Hasilnya berupa persamaan orde pertama yaitu $Y = 1,042 - 0,023 X_1 - 0,245 X_2 - 0,058 X_3$.

Dari hasil persamaan orde pertama dilakukan kembali pengumpulan data untuk melakukan steepest descent seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Pergerakan Level Steepest Descent

Prosedur	X1	X2	X3
Perubahan relatif pada unit desain (bi)	-0.023	0.245	-0.058
Unit <i>origin</i> (1 unit desain)	0.5	2	1
Perubahan relatif pada unit <i>origin</i>	-	-	-
Perubahan per n pada variabel i (Δ)	0.01125	-0.49	-0.0575
	0.02	1.00	0.12

Pergerakan <i>Steepest Descent</i>	X1	X2	X3	Hasil percobaan (%)
Level awal (origin=0)	8	4	14	-
Pergerakan Level (o + n Δ); n=1	8.02	5.00	14.12	0.71
Pergerakan Level (o + n Δ); n=2	8.05	6.00	14.23	0.61
Pergerakan Level (o + n Δ); n=3	8.07	7.00	14.35	0.52
Pergerakan Level (o + n Δ); n=4	8.09	8.00	14.47	0.43
Pergerakan Level (o + n Δ); n=5	8.11	9.00	14.59	0.63
Pergerakan Level (o + n Δ); n=6	8.14	10.00	14.70	0.75

Berdasarkan Tabel.3 Penentuan titik origin adalah berdasarkan kepada pergerakan level yang memberikan jumlah cacat yang paling minimum yaitu pada pergerakan level pada n = 4, dimana $x_1 = 8,09$ kg/ton ; $x_2 = 8$ jam; $x_3 = 14.47$ % dengan persentase produk Reject 0,43 %.

3.3. Penentuan Model Orde Kedua

Menurut Benthocil (2009) Model orde kedua diperoleh dengan metode *central composite design*. Nilai faktor yang telah diketahui pada langkah diatas akan digunakan pada percobaan ini, dimana terlebih dahulu ditentukan level tertinggi dan level terendah dari masing-masing faktor dengan acuan terhadap unit origin pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Faktor setelah Steepest Descent

Faktor	-1	0	1
Jumlah bahan kimia (x_1)	7,59	8,09	8,59
Waktu tunggu (x_2)	6	8	10
Persentase DRC pengenceran (x_3)	13,47	14,47	15,47

Berdasarkan Tabel.4 nilai faktor *steepest descent* Didalam Central Composite Design (CCD) terdapat star points (α) ditentukan oleh rumus: $\alpha = 2k/4$. Dalam hal ini nilai α adalah $23/4 = \pm 1,68$. Nilai α untuk masing-masing faktor dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai α untuk Masing - masing Faktor

α	x_1	x_2	x_3
1.68	8.93	11.36	16.15
-1.68	7.25	4.64	12.79

Dari Tabel.5 nilai dari faktor diketahui maka akan dilakukan pengumpulan data untuk pembuatan model orde kedua. Berikut ini adalah data-data yang

dikumpulkan untuk menunjang penelitian yang dilakukan yaitu: data persentase produk Reject pada Central Composite Design. Data berikut ini adalah data yang dikumpulkan selama 15 hari yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase Produk Reject Orde Kedua.

Perlakuan	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₃ ²	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	Y (%)
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	0.46
2	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	0.40
3	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	0.37
4	1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	0.47
5	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	0.32
6	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	0.48
7	1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	0.32
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.48
9	1	1.68	0	0	2.822	0	0	0	0	0	0.33
10	1	1.68	0	0	2.822	0	0	0	0	0	0.39
11	1	0	1.68	0	0	2.822	0	0	0	0	0.42
12	1	0	1.68	0	0	2.822	0	0	0	0	0.38
13	1	0	0	1.68	0	0	2.822	0	0	0	0.30
14	1	0	0	1.68	0	0	2.822	0	0	0	0.43
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.39

Dari data perhitungan orde kedua pada Tabel.6 maka telah dapat diperoleh persamaan model orde kedua yaitu:

$$Y = 0.395 + 0.034 x_1 - 0.006 x_2 + 0.007 x_3 + 0.222 x_{12} + 0.232 x_{22} + 0.223 x_{32} + 0.019 x_1x_2 + 0.037 x_1x_3 + 0.004 x_2x_3$$

3.4. Penentuan Titik Optimum Faktor

Dari persamaan orde kedua maka koefisien masing-masing variabel diubah ke dalam bentuk matriks. Pembentukan matriks dan penentuan titik optimum dicari dengan cara perkalian dan invers matriks yang prinsip pengerjaannya telah dijelaskan pada perhitungan sebelumnya (Myers, R.H, 2009). Hasil perhitungan dapat dilihat dibawah:

$$\begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -0.076 \\ 0.016 \\ -0.009 \end{vmatrix}$$

Penentuan nilai optimum secara teoritis adalah sebagai berikut:

Nilai optimum untuk jumlah bahan kimia

$$\xi_i = X_i (\Delta x_{(-i,+1)}/2) + X_{origin}$$

$$\xi_1 = -0,076((8,59 - 7,59)/2) + 8,09 = 8,052$$

Nilai optimum untuk waktu tunggu

$$\xi_1 = 0,016((10 - 6)/2) + 8 = 8,032$$

Nilai optimum untuk persentase DRC pengenceran

$$\xi_1 = -0,009((15,47 - 13,47)/2) + 14,47 = 14,461$$

3.5. Kondisi existing vs Rancangan.

Kondisi existing adalah adalah kondisi dimana faktor penelitian belum berubah. Nilai faktor penelitian mengikuti kondisi yang berlaku di pabrik. Faktor-faktor penelitian dan nilainya tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kondisi Existing dan Rancangan

Kondisi	Existing	Rancangan	Selisih
Jumlah bahan Kimia (Kg/ton)	8	8.052	0.052
Waktu Tunggu (jam)	4	8.032	4.032
Persentase DRC Pengenceran (%)	14	14.461	0.461

Dari Tabel 7. ketebalan lembaran pada kondisi existing 4 mm di perkecil menjadi 3,1 mm. Penggunaan bahan kimia pada kondisi existing 8 kg/ton karet kering, menjadi 8,052 kg/ton karet kering. Peningkatan penggunaan bahan kimia tidak terlalu besar sehingga masih dapat dikatakan sama. Waktu tunggu meningkat dari 4 jam menjadi 8 jam, hal ini bertujuan agar kondisi sheet yang akan digiling lebih kokoh, kekar dan tidak mudah rusak. Persentase DRC pengenceran juga harus dinaikkan dari 14% menjadi 14,46 atau ≈ 14,5%.

3.6. Perbandingan Hasil

Hasil rancangan yang diharapkan adalah meningkatnya kapasitas olah pabrik. Kapasitas pabrik meningkat jika waktu pengeringan dapat dipersingkat. Berikut pada Tabel 8. dapat dilihat hasil perbandingan existing vs rancangan .

Tabel 8. Perbandingan Hasil

Faktor Analisis	Existing	Rancangan	Selisih
Persentase Produk Reject (%)	0.2	0.43	0.57
Ketebalan Lembaran (mm)	4	3,1	-0,9
Waktu Pengeringan (jam)	120	107	-13
Kapasitas (ton/hari)	12000	13458	1458

Rancangan ini dari awal dibuat untuk mendapatkan kapasitas olah yang lebih besar. Dari hasil rancangan yang didapat, kapasitas olah naik dari maksimal 12.000 Kg kering perhari menjadi 13.458 Kg kering perhari seperti diperlihatkan dalam Tabel.8.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

1. Rancangan perbaikan yang diterapkan mempersingkat waktu pengeringan sheet dimana waktu pengeringan awal (W₀) = 120 jam menjadi waktu pengeringan rancangan (W₁) = 107 jam.
2. Melalui rancangan perbaikan waktu pengeringan yang dilakukan kapasitas meningkat 12,15 % dari 12.000 Kg perhari menjadi 13.458 Kg perhari.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anggun, M. E. (2004), Black Box simulation optimization : generalized response surface methodology. Centre Dissertation series, Tilburg University, Tilburg, the Netherlands.
2. Barnes, E. R. (1986). A variation on karmarkar's algorithm for solving linear programming problems. *Mathematical programming*, 36, pp 174-182
3. Bettoncil, B. W. M. E, del Castilo. And J. P. C Kleijnen (2009). Statistical testing of optimality conditions in multiresponse simulation-based optimization. *European Journal of Operation Research*, 199(2), 448-458.
4. Chang, K.H, J. Hong and H. Wan (2013) Stochastic Trust-region response surface method (STRONG). A new response surface framework for simulation optimization, *informs journal on computing*, 25 no.2 pp 230-243
5. Faturakhman, J.A dan Ika Rasti Julia Sari. (2014). The correlation of using formic acid to ammonia concentration on rubber sheet product quality improvement. Badan pengkajian iklim dan mutu industry. Yogyakarta.
6. Kleijnen, J.P.C. den Hertog and E. Angun. (2004). Response surface methodology Steepest ascent and step size revisited. *European Journal of Operation Research*, 159 pp 121-131
7. Kleijnen, J.P.C. den Hertog and E. Angun. (2006). Response surface methodology steepest ascent and step size revisited : correction, *European Journal of Operational Research*, 170 pp 664-666
8. Montgomery, Douglas C ad Geourge Runger. 2002. "applied statistic and probability for engineers. Third edition. John willey & Son. Newyork
9. Muis, Y. 2007. Pengaruh Penggumpalan Asam Asetat, Asam Formiat, dan Berat Arang Tempurung Kelapa terhadap Mutu Lateks. *Jurnal Sains Kimia*. Vol 11, No. 1, 2007 : 21-24. Medan
10. Myers, R.H, D.C Montgomery and C.M. Anderson-cook. (2009), response surface methodology : process and product optimization using designed experiment : Third edition . Wiley, Newyork
11. Palupi, N.P, Dkk. 2008. Karakterisasi perekat siklo karet alam. *Jurnal teknologi pertanian*. ISSN 1858-2419. Vol 4 No. 1. Universitas Mulawarman. Samarinda
12. Purba L.P, Tessakasul P. Maliwan K, dan Furuuchi M. CFD study of flow in a natural rubber smoking cooperative : turbulence free convection airflow. *Proceeding of the 22nd mechanical engineering network of thailand*. MENNET22, 15th -17th October 2008, Rangsit, Bangkok, Thailand.

**ANALISIS PERBAIKAN PENJADWALAN PRODUKSI KERTAS
UNTUK MEMINIMUMKAN KETERLAMBATAN PRODUKSI
DI PABRIK PT. PUSAKA PRIMA MANDIRI
JL.BRIGJEN ZEIN HAMID KM 6,9
DELI TUA**

Jumadi Suratman¹, Ahmad Rahim Matondang², Nazaruddin³

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155an
Email: jumadisuratman@gmail.com¹, rahimmatondang@gmail.com², nazaruddin@gmail.com³

Abstrak. PT. Pusaka Prima Mandiri merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kertas rokok dan berlokasi di jalan Zein Hamid km 6,9 Deli Tua Medan Sumatera Utara. PT. Pusaka Prima Mandiri berdiri sejak tahun 2013. Dari awal berdirinya sampai saat ini berlokasi ditempat yang sama dan sudah dalam bentuk perusahaan kertas rokok. Dalam melakukan kegiatan produksi, produksi terkadang mengalami keterlambatan dalam memenuhi pesanan dari Castamer, Hal ini mungkin dapat di sebabkan karena penjadwalan produksi yang kurang tepat. Berdasarkan proses produksi. Maka penulis mengusulkan suatu penelitian pada penjadwalan yang baik. Untuk dapat meningkatkan efisiensi dalam proses produksi. Lihat Tabel 1.1 dari pengumpulan data pada Tabel 5.1 dapat dilihat dan Tabel 5.2 serta pada Tabel 5.3 dari penjadwalan produksi tahun 2013 perlu diadakan Analisis Perbaikan Penjadwalan Produksi untuk mengatasi keterlambatan ,dengan Metode CDS dan Db Hasil Perhitungan. Makespan pada Perusahaan 2.502,28 jam dengan selisih 637,28 jam atau sebesar 25,59 %.maka pada pengolahan data dilakukan Hipotesis Ho ditolak pada data tahun 2013, ini jelas bahwa Penjadwalan harus dipebaiki. Jadi untuk tahun 2014, Ho diterima, jadi terjadi peningkatan produksi dan pencapaian target 94 %, dapat dilihat pada grafik gambar 10.1.Grafik Barang ½ jadi produksi pada tahun 2013 dan 2014 dengan target produksi sebesar 94 %meminimalisir barang ½ jadi atau Barang masih dalam proses sebesar 6 % dari ketepatan waktu sebesar 94 %.

Kata kunci: Penjadwalan produksi,keterlambatan produksi dan barang ½ jadi.

Abstract. PT. Pusaka Prima Mandiri is a company engaged in the production of cigarette paper and located at 6.9 km road Hamid Zein Deli Tua Medan North Sumatra. PT. Pusaka Prima Mandiri was established in 2013 from its inception to date are located in the same place and are already in the form of cigarette paper company. In doing so, the production, the production sometimes experience delays in fulfilling orders from Castamer, This may be caused due to the lack of proper production scheduling. Based on the production process. The authors propose a study on good scheduling. In order to improve efficiency in the production process. See Table 1.1 of the data collection can be seen in Table 5.1 and Table 5.2 and Table 5.3 of scheduling production in 2013 should be held Repair Analysis Production Scheduling to overcome delays, with CDS and Db Method Calculation Results. Makespan on the Company 2502.28 hours by a margin of 637.28 hours or by 25.59% It so the data processing is done hypothesis Ho is rejected on the data in 2013, it is clear that the scheduling should be improved. So for 2014, Ho is accepted, so an increase in production and the achievement of the target of 94%, can be seen in the graphic image so 10.1. Grafik ½ goods production in 2013 and 2014 with a production target of 94% to minimize ½ finished goods or goods are still in the process 6% of punctuality of 94%.

Keywords: production scheduling, delay of production, half finished goods

¹ Mahasiswa, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

² Dosen Pembimbing, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

1. PENDAHULUAN

PT. Pusaka Prima Mandiri merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kertas rokok dan berlokasi di jalan Brigjen Zein Hamid km 6,9 Deli Tua Medan Sumatera Utara. PT. Pusaka Prima Mandiri berdiri sejak tahun 2013, dari awal berdirinya sampai saat ini berlokasi ditempat yang sama dan sudah dalam bentuk perusahaan kertas rokok.

Dalam melakukan kegiatan produksi, produksi terkadang mengalami keterlambatan dalam memenuhi pesanan dari Costomer. Hal ini mungkin dapat disebabkan karena penjadwalan produksi yang kurang tepat yang terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel.1. Permintaan Produksi Kertas dan Realisasi Produksi serta Pencapaian Target Produksi Ketas Rokok di PT.PPM Thn 2013

No	Bulan	PERMI NTAAN KERTA S ROKOK DALAM ROLL	REA LISA SI PRO DUK SI DAL AM ROL L	PENCAP AIAN PRODU KSI (%)
1	Januari	460	416	90,4
2	Pebruari	378	370	97,9
3	Maret	420	390	92,8
4	April	227	198	87,2
5	Mei	460	420	91,3
6	Juni	378	370	97,9
7	Juli	420	410	97,6
8	Agustus	227	220	96,9
9	September	375	370	98,6
10	Oktober	460	420	91,3
11	Nopember	420	416	97,8
12	Desember	411	405	98,5

Berdasarkan Tabel 1. Pencapaian jumlah Permintaan produksi belum memenuhi target atau belum 100 % Sehingga perludilakukan penelitian untuk memperbaiki Jadwal Produksi. Karena adanya Gap antara Permintaan dengan realisasi nya. Permintaan Produksi pada bulan januari 2013 adalah 460 roll dibagi dengan realisasi 416 roll dengan hasil 90,4 % dan pada bulan April adalah 87 % terjadi penurunan hasil produksi ada Gap yang lebih besar lagi. Jadi perbaikan penjadwalan produksi dikarenakan adanya barang ½ jadi di lantai pabrik yang masih tertinggal banyaknya permintaan – realisasi = 460 roll – 416 roll = 44 roll. Pada fenomena ini terjadi masalah keterlambatan produksi pada perusahaan PT. Pusaka Prima Mandiri sebagai produsen kertas rokok antara lain :

1. Belum melakukan penjadwalan secara optimal. Akibatnya terjadi keterlambatan produksi kertas rokok pada pelanggan dan pemesanan kertas untuk PT. Bentul Group di Malang dan PT. Nojorono di kodus serta PT. Sampoena di Surabaya.
2. Jadwal produksi sering tidak terpenuhi adanya barang ½ jadi dilantai pabrik pesanan selalu terlambat. Untuk pelanggan atau konsumen dari PT. Pusaka Prima Mandiri. Sehingga perlu perbaikan penjadwalan produksi di pabrik PT. Pusaka Prima Mandiri.

2. METODE PENELITIAN

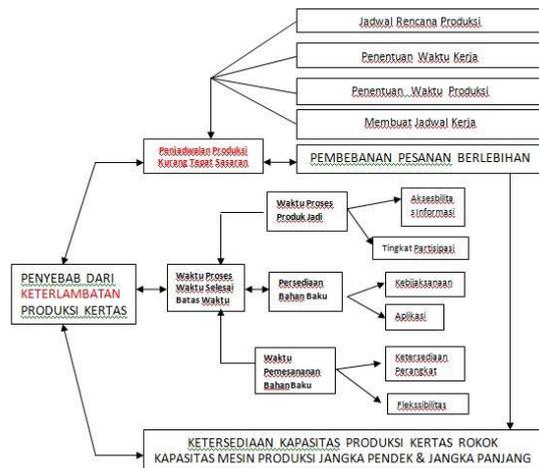
Metode Penelitian diawali dengan pengamatan langsung di perusahaan serta melakukan wawancara dengan pihak perusahaan untuk mengetahui masalah-masalah yang ada. Kemudian di lakukan pengambilan data baik primer maupun sekunder. Data primer berupa waktu pengamatan tiap operasi yang diperoleh dari pengukuran langsung pada perusahaan untuk melihat secara langsung kondisi lantai produksi secara rill. Sedangkan data sekunder di peroleh dari data masalah perusahaan catatan perusahaan. Data yang di kumpulkan antara lain jam kerja, urutan proses produksi, waktu set up mesin, waktu yang di butuhkan untuk menyelesaikan satu job, dan data pesanan dari konsumen. Data yang di dapat kemudian di olah untuk di buat penjawalan yang tepat bagi perusahaan. Kemudian di Analisis. Apakah penjadwalan yang di buat sudah dapat mengatasi permasalahan perusahaan atau belum. Karena itu perlu di lakukan perbandingan antara hasil penjadwalan awal dengan hasil penjadwalan usulan. Penelitian ini di laksanakan di Pabrik kertas rokok PT. Pusaka Prima Mandiri daerah Deli Tua pada bulan April 2014 s/d Desember 2014. Data yang di ambil pada penelitian ini adalah data permintaan produksi dan realisasi produksi serta waktu proses keterlambatan produksi dari periode januaru 2013 s/d Desember 2013 dan periode januari 2014 s/d Desember 2014. Objek penelitian Analisis perbaikan penjadwalan produksi kertas rokok di PT. Pusaka Prima Mandiri. Pengumpulan data di peroleh dengan melakukan observasi / pengamatan langsung di lapangan yaitu pada waktu pabrik berproduksi. Landasan teori yang digunakan dalam menganalisa dan pemecahan masalah yang ada berdasarkan metode CDS dan Db serta Statistik.pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Hitung waktu proses produksi, waktu set up dan waktu absen operator (kariawan pabrik).
2. Penentuan waktu rata-rata jumlah produksi dan waktu selesai produksi kertas rokok
3. Penentuan distribusi keterlambatan
4. Penentuan Metode dan Uji Statistik
- 5..Penentuan Perbandingan setelah perbaikan penjadwalan produksi kertas rokok. Kemudian buat

Kerangka konseptual yang terdiri dari aliran proses berpikir sistematis yang diawali dari latar belakang penelitian, perumusan masalah, Analisis permasalahan serta saran / solusi. Alternatif terhadap masalah tersebut berdasarkan logika hubungan sebab akibat pola sederhana pada hubungan jalur aliran dan aktivitas.

Contoh :

Pengaruh keterlambatan produksi sampai ke konsumen atau pelanggan terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka konseptual penjadwalan produksi

Keterangan : Identifikasi dan Analisa teori yang di aplikasikan

- : diteliti
- : tdk diteliti
- : Berhubungan
- \longleftrightarrow : sebab akibat
- \dashv : perbandingan
- \longrightarrow : Berpengaruh

6. Identifikasi Objek Penelitian, objek yang diteliti adalah keterlambatan yang timbul pada penjadwalan produksi kurang tepat sasaran yang dituju oleh perusahaan, karena proses pengaturan pada proses produksi kertas rokok yang dialami pada tahun 2013.

7. Metode Pengumpulan Data Dalam mengumpulkan data terdapat dua hal yang perlu diperhatikan yaitu:

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diukur pada saat penelitian lapangan oleh peneliti pada objek, dimana data diperoleh secara langsung diproses PT. Pusaka Prima Mandiri yang sedang diteliti, Dengan observasi melalui teknik observasi ini penulis mengumpulkan data dengan melakukan pengamatan langsung diproses terhadap masing-masing operator pada setiap stasiun kerja.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data diperoleh peneliti dengan melakukan pengumpulan data yang telah ada diproses (dokumen Perusahaan).

Data yang dikumpulkan selama melakukan penelitian di PT. Pusaka Prima Mandiri adalah:

1. Data gambaran umum perusahaan menyangkut sejarah perusahaan, lokasi perusahaan, sarana dan prasarana perusahaan, pemasaran dan jumlah produksi.
2. Data tentang proses produksi di pabrik PT. Pusaka Prima Mandiri.
3. Penjadwalan Produksi tahun 2013 dan tahun 2014 ada terlampir dilampiran.
4. Data tentang organisasi dan manajemen meliputi struktur organisasi perusahaan dan hubungan kerja, tugas dan tanggung jawab, jumlah tenaga kerja dan jam kerja perusahaan, sistem pengupahan dalam perusahaan.
5. Untuk menyusun distribusi frekuensi data kita membutuhkan jumlah kelas dengan menggunakan rumus : $k = 1 + 3,3 \log n$ dan $i = \text{jarak} / 1 + 3,3 \log n$ dan rata-rata hitung $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$.
6. Penyelesaian:

H_0 = Hasil produksi telah sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan sebelumnya.

H_1 = Hasil produksi tidak sesuai dengan target produksi yang di tetapkan sebelumnya.

$\alpha = 0,05$. Banyaknya katagori adalah n (bulan) dan tingkat kesalahan adalah 0,05 atau 0,01 maka nilai distribusi Chi – kuadrat:

$$X^2_{\alpha, k-1} = X^2_{0,05, 12-1} \text{ atau } X^2_{\text{hitung}} \leq X^2_{\text{tabel}}, \text{ maka diterima.}$$

Uji hipotesis bagi eksperimen atau penelitian dengan dua atau lebih katagori Uji ini dinamakan uji kecocokan (good ness – of – fit tests) Uji hipotesis tentang table konfiden yang terdiri uji independensi Sebagai contoh, kepuasan pelanggan atau konsumen biasa di bagi menjadi 4 katagori:

A = Sangat puas = tepat waktu dari pesannya (100 %).

B = Puas = keterlambatan masih bisa ditanggulangi dari persediaan (95 - 85 %)

C = Kurang puas = keterlambatan ampir tidak dapat ditanggulagi. (80 – 65 %)

D = tidak puas = tidak dapat ditanggulangi. (64 – 50 %)

8. Metode Pengolahan Data, Identifikasi dan Definisi Variabel. Dapat diidentifikasi variabel – variabel yang berhubungan dengan permasalahan, yaitu sebagai berikut:

1. Waktu Proses

Waktu Proses adalah waktu yang diperlukan untuk pengerjaan tiap operasi dalam tiap job, termasuk didalamnya waktu set up dan waktu persiapan.

2. Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan pekerja secara normal waktu baku ini diperoleh melalui pengukuran waktu kerja dengan jam henti (Stop wath).

3. Data Permintaan

Data permintaan adalah jumlah pesanan atau permintaan dari konsumen pada masing – masing tipe job. Data permintaan ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan untuk permintaan tiap job pengerjaan, data ini di perlukan untuk menghitung total pengerjaan waktu untuk masing-masing job.

4. Data waktu mengerjakan job.
Data waktu ini merupakan pengolahan dari data waktu baku dan data permintaan.
5. Analisa Data
Untuk menjadwalkan N job M digunakan beberapa metode penjadwalan antara lain adalah:
 - a. Metode Campbell Dudeck and Smith (CDS)
 - b. Metode Dannenbring (Db)
6. Perbandingan data tahun 2013 dengan tahun 2014

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Keseragaman Data Waktu Produksi Kertas Rokok

Keseragaman Data perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum melakukan perhitungan waktu efektif, jumlah pengamatan waktu kegiatan proses produksi kertas rokok di PT. Pusaka Prima Mandiri, dilakukan sebanyak 81 kali pada Tahun 2013 dan pada tahun 2014 sebanyak 84 kali.

3.1.2. Langkah – langkah Dalam Pengujian Keseragaman Data

Adapun langkah – langkah dalam pengujian keseragaman data dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

- a. Menghitung rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{\sum n} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana x_i = Besarnya waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran pendahuluan dilakukan.
 n = Banyaknya pengukuran yang dilakukan.

- b. Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana N = Jumlah pengamatan pendahuluan yang telah dilakukan

- X = waktu rata – rata
 σ = Standar Deviasi

3.1.3. Menghitung Jumlah Pengukuran Yang Sebenarnya

Untuk menentukan jumlah pengukuran waktu kerja yang sebenarnya diperlukan dengan tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95 % maka

Dipergunakan rumus:

$$N = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x_i)^2}{(\sum x_i)}} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

N = Jumlah pengukuran yang sebenarnya diperlukan

n = Jumlah data setelah dilakukan uji keseragaman data

3.1.4. Memperpendek Waktu Penyiapan

Untuk memperpendek waktu penyiapan perlu dilakukan dua fase penyiapan, yaitu:

1. Fase penyiapan Eksternal

Seperti penyiapan terlebih dahulu tenaga kerja, peralatan dan mesin berikutnya dan bahan yang diperlukan, serta memindahkan peralatan dan bahan baku serta bahan penolong dll.

2. Fase penyiapan Internal

Fase dimana pekerja harus memusatkan perhatian pada pergantian peralatan dan bahan sesuai dengan perincian yang terdapat dalam pesanan berikutnya, sementara mesin bekerja dan berhenti.

3.1.5. Tata Letak Proses Produksi

1. Menurut JIT tata letak proses dan mesin akan disusun untuk melancarkan aliran produksi. Seorang pekerja menangani beberapa mesin dari berbagai Waktu proses produksi kertas rokok = 166,6666 jam
2. Waktu absen operator 5 % sampai 10 % = 16,6666 jam
3. Waktu Set up Mesin = 32,8662 jam
4. Waktu selesai produksi /Makespan Perusahaan rill = 216 jam
5. Jumlah produksi kertas rokok = 460 roll

proses. Tiap proses harus dikendalikan secara otomatis. Pengendalian ini menjamin bahwa produksi tidak berlangsung dalam kecepatan produksi kurang dari kebutuhan harus di kendalikan dalam keadaan normal^(5,2) sesuai dengan permintaan.

3.2. Menghitung waktu kerja

Menghitung waktu kerja yang tersedia dalam kurun perencanaan tertentu untuk menghitung waktu kerja yang tersedia diketahui

untuk satu tahun tersedia 250 hari kerja dan satu hari kerja pabrik bekerja 8 jam, maka waktu kerja yang tersedia adalah $250 \times 8 \text{ jam} = 2000 \text{ jam}$ Jadi rata-rata 1 bulan kerja = $2000 \text{ dibagi } 12 \text{ bulan} = 166,6666 \text{ jam}$, Makespan Perusahaan riil adalah:

1. Waktu proses produksi kertas rokok = 166,6666 jam
2. Waktu absen operator 5 % sampai 10 % = 16,6666 jam
3. Waktu Set up Mesin = 32,8662 jam
4. Waktu selesai produksi /Makespan Perusahaan riil = 216 jam
5. Jumlah produksi kertas rokok = 460 roll

Tabel 2. Makespan Perusahaan ,Waktu Proses, Waktu absenWaktu set up Waktu Selesai dan Jumlah hasil Produksi kertas rokok thn 2013

No	Jumlah Produk (Roll)	Waktu Proses (Jam)	Waktu Absen (Jam)	Waktu Set up (Jam)	Waktu selesai (Jam)
1	460	166,6666	16,6666	32,8668	216,20
2	378	145,5793	14,5579	17,0228	177,16
3	420	152,2239	15,2224	29,9537	197,40
4	227	52,6408	5,2641	48,7851	106,69
5	460	166,6666	16,6666	32,8668	216,20
6	378	145,9901	14,5990	17,0709	177,66
7	420	152,2239	15,2224	29,9537	197,40
8	227	52,6408	5,2641	48,8955	206,80
9	375	143,8695	14,3869	18,2236	176,48
10	460	166,6666	16,6666	32,8668	216,20
11	320	137,3217	13,7321	46,3462	197,40
12	411	148,9129	14,8912	29,3659	193,17

Tabel 3. Makespan Perusahaan ,Waktu Proses, Waktu absenWaktu set up Waktu Selesai dan Jumlah hasil Produksi kertas rokok thn 2014

No	Jumlah Produk (Roll)	Waktu Proses (Jam)	Waktu absen (Jam)	Waktu set up (Jam)	Waktu selesai (Jam)
1	437	158,3333	15,8333	31,2234	205,393
2	408	141,6666	14,1666	35,9168	191,766
3	425	147,5693	14,7569	37,4238	199,753
4	440	152,7777	15,2777	38,7446	206,807

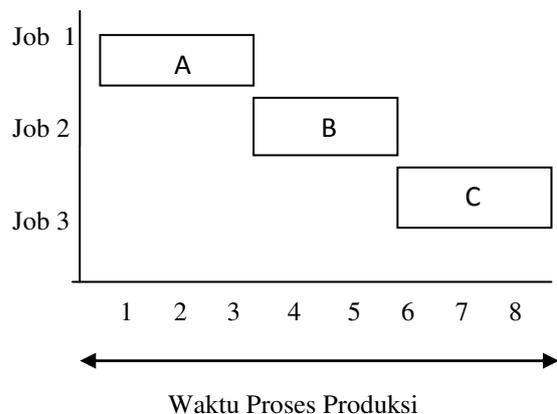
5	456	158,3332	15,8333	39,8535	214,022
---	-----	----------	---------	---------	---------

Tabel 3. Makespan Perusahaan ,Waktu Proses, Waktu absenWaktu set up Waktu Selesai dan Jumlah hasil Produksi kertas rokok thn 2014 (Lanjutan)

No	Jumlah Produk (Roll)	Waktu Proses (Jam)	Waktu absen (Jam)	Waktu set up (Jam)	Waktu selesai (Jam)
6	442	153,4721	15,3472	38,9207	207,741
7	460	166,6666	16,6666	32,8668	216,206
8	442	153,4721	15,3472	38,9207	207,741
9	452	156,9443	15,6944	39,8013	212,443
10	480	166,6666	16,6666	42,2666	225,606
11	442	153,4721	15,3472	38,9207	207,741
12	440	152,7777	15,2777	38,7446	206,807

3.3. Pemecahan Masalah

Penjadwalan adalah suatu kegiatan perancangan berupa pengalokasian sumber daya baik mesin maupun tenaga kerja untuk menjalankan sekumpulan tugas tersebut kepada bermacam-macam pusat-pusat kerja untuk di proses. Permasalahan penjadwalan merupakan pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi. Tujuan penjadwalan untuk meminimalkan waktu proses, waktu absen, waktu set up. Ketika suatu job tidak dapat di pisah untuk permasalahan yang sederhana kita mengasumsikan tidak ada pemisahan job, maka shop loading dapat di buat dengan mudah dengan menggunakan Gantt Chart dilihat pada gambar di bawah ini sebagai berikut:



Gambar 2. Gantt Chart Penjadwalan Produksi

Makespan Penjadwalan Usulan, dari jumlah waktu perhitungan makespan *Metode Campbell Dudeck & Smith* (CDS) dengan *metode Dannenbring* (Db) dibawah ini merupakan selisih waktu antara dua metode ini untuk mengetahui

penggunaan metode dengan waktu yang paling efektif, dimana tabel menunjukkan bahwa metode CDS dan Db menunjukkan waktu yang terkecil. Metode penugasan merupakan cara pembebanan pekerja-pekerja untuk job-job dapat di Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Untuk Jam Kerja Produksi Kertas Rokok pada Tahun 2013

No	Periode / Bulan	Metode CDS (jam)	Metode Db (jam)
1	Januari	195,52	195,52
2	Februari	173,90	173,90
3	Maret	183,30	183,30
4	April	93,06	93,06
5	Mei	197,40	197,40
6	Juni	173,90	173,90
7	Juli	192,70	192,70
8	Agustus	103,40	103,40
9	September	173,90	173,90
10	Oktober	197,40	197,40
11	Nopember	195,52	195,52
12	Desember	190,35	190,35
Jumlah		2070,35	2070,35

Harga rata-rata jam kerja usulan CDS dan Db adalah:

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum xi}{\sum n} = \frac{2070,35}{12} = 172,5251 \text{ jam}$$

Makespan Riil Perusahaan PT. Pusaka Prima Mandiri. Data waktu proses keseluruhan pada perusahaan di dapat dari hasil laporan akhir penyelesaian keseluruhan job adalah 30 hari atau 28 hari. Pada bulan Januari sampai bulan Desember tahun 2013 pada PT. Pusaka Prima Mandiri dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini. Makespan Penjadwalan job 1,2,3, banyaknya mesin dan operator.

Tabel 5. Jam Kerja Makespan Perusahaan pada Tahun 2013

No	Periode / Bulan	Makespan Perusahaan dalam (jam)
1	Januari	216,20
2	Februari	177,16
3	Maret	197,40
4	April	106,69
5	Mei	216,20
6	Juni	177,66
7	Juli	197,40
8	Agustus	206,80
9	September	176,48
10	Oktober	216,20
11	Nopember	197,40
12	Desember	193,17
Jumlah		2179,15

Hasil rata-rata jam kerja riil perusahaan adalah:

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum xi}{\sum n} = \frac{2179,15}{12} = 181,5958 \text{ jam}$$

Hasil selisih jam kerja Riil perusahaan dengan jam kerja Metode CDS dan Db rata - rata adalah:

$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 181,5958 \text{ jam} - 172,5251 \text{ jam} = 9,0667 \text{ jam}$ kerja. Berikut di bawah ini merupakan selisih waktu metode usulan(Tabel 4) yang paling kecil dengan kondisi riil perusahaan (Tabel 5) untuk mengetahui penggunaan dengan waktu yang paling efektif.

Tabel 6. Makespan Perusahaan dengan metode CDS & Db serta Selisihnya

No	Periode /Bulan	Makespan Perusahan (jam)	Makespan Perusahan (jam)	Selisih (jam)	Perentase (%)
1	Januari	21,28	195,52	20,76	9,6
2	Februari	177,16	173,90	3,26	1,6
3	Maret	196,40	183,30	14,10	7,1
4	April	106,69	93,06	13,63	12,77
5	Mei	216,20	197,40	18,80	8,69
6	Juni	177,66	173,90	3,76	2,11
7	Juli	197,40	192,70	4,70	2,38
8	Agustus	206,80	103,40	103,40	50
9	September	176,48	173,90	2,58	1,46
10	Oktober	216,20	197,40	18,80	8,69
11	November	197,40	195,52	1,88	0,95
12	Desember	193,17	190,35	2,82	1,45
Jumlah		2179,15	2070,35	208,49	9,56

Analisa Hasil perhitungan Makespan. Dari hasil yang telah di peroleh dapat di ketahui Jumlah Makespan dengan menggunakan metode CDS dan Db adalah 2070,35 jam kerja di bandingkan dengan Makespan pada perusahaan adalah 2179,15 jam kerja dengan selisih 208,49 jam kerja atau sebesar 9,56 %. Dimana metode yang di usulkan lebih efektif dari Makespan di perusahaan. Makespan Penjadwalan Usulan. Untuk perbaikan Penjadwalan produksi pada tahun 2014 dapat kita lihat di Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Untuk Jam Kerja Produksi Kertas Rokok pada Tahun 2014

No	Periode / Bulan	Metode CDS (Jam)	Metode Db (Jam)
1	Januari	166	166
2	Februari	152	152
3	Maret	161	161
4	April	120	120
5	Mei	167	167
6	Juni	157	157

7	Juli	165	165
8	Agustus	127	227
9	September	157	157

Tabel 7. Untuk Jam Kerja Produksi Kertas Rokok pada Tahun 2014 (Lanjutan)

No	Periode Bulan	Metode CDS (Jam)	Metode Db (Jam)
10	Oktober	167	167
11	Nopember	166	166
12	Desember	164	164
Jumlah		1869	1869

Lakukan Uji hipotesisa apakah hasil produksi telah sesuai atau tidak sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan sebelumnya Gunakan tingkat kesalahan 5 %.

3.4. Evaluasi

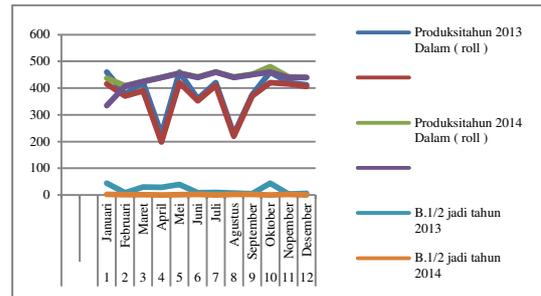
Dari kasus diatas dapat disimpulkan bahwa hasil produksi telah sesuai dengan target Produksi yang telah di tetapkan sebelumnya.Evaluasi (Pemecahan Masalah) Data yang diperoleh dari tahun 2013 sebelum perbaikan penjadwalan produksi di PT.Pusaka Prima Mandiri, maka dari kasus di atas dapat disimpulkan bahwa permintaan produksi tidak sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan sebelumnya, maka selanjutnya bila kita bandingkan dengan yang di proleh dari data tahun 2014 yang telah diperbaiki penjadwalan produksinya, jadi dapat dilihat:

- $X^2_{hitung} = 20,6385 \geq 19,6751 = X^2_{tabel}$, maka H_0 ditolak untuk tahun 2013.
- $X^2_{hitung} = 0,05250 \leq 24,7250 = X^2_{tabel}$, maka H_0 diterima untuk tahun 2014.

Dari hasil analisis ini maka dapat diperoleh bahwa pada tahun 2014 sudah mulai membaik.walaupun masih ada keterlambatan sediki tmasih bias diatasi dengan barang produksi yang disimpan dalam gudang. Selajutnya dapat dilihat dari Tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Perbandingan Produksi 2013 dengan Produksi 2014 PT. Pusaka Prima Mandiri

No	Bulan	Produksi tahun 2013 Dalam (roll)	Produksi tahun 2014 Dalam (roll)	B.1/2 jadi tahun 2013	B.1/2 jadi tahun 2014
1	Januari	460	416	437	335
2	Februari	378	370	408	407
3	Maret	420	390	425	424
4	April	227	198	440	440
5	Mei	460	420	456	455
6	Juni	360	352	442	440
7	Juli	420	410	460	460
8	Agustus	227	220	442	440
9	September	375	370	452	450
10	Oktober	460	420	480	460
11	Nopember	420	416	442	440
12	Desember	412	406	440	440
Total		4619	4388	5324	5191



Gambar 3. Grafik Barang ½ Jadi Produksi tahun 2013 dan Barang ½ jadi Produksi tahun 2014 di Pabrik PT. Pusaka Prima Mandiri.

Grafik ini menunjukkan Barang ½ jadi Produksi tahun 2013 dan Barang ½ jadi Produksi tahun 2014 PT. Pusaka Prima Mandiri,dimana Barang ½ jadi tahun 2013 berjumlah 235 roll. Sebelum Analisis perbaikan penjadwalan Produksi dilakukan pada Pabrik PT. Pusaka Prima Mandiri.Barang ½ jadi tahun 2014 berjumlah 13 roll.Sesudah Analisis perbaikan penjadwalan Produksi dilakukkan pada Pabrik PT. Pusaka Prima Mandiri.Maka terjadi peningkatan produksi dan pencapaian target dapat tercapai $222/235 \times 100 \% = 0,94$ atau 94 % dapat kita lihat pada Grafik diatas.94 % sebagian besar tepat waktu dan hanya 6 % tidak tepat waktu.Maka dapat disimpulkan keterlambatan dapat diminimalkan

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang di proleh dari hasil pengolahan data dalam penelitian proses produksi kertas rokok di PT.Pusaka Prima Mandiri adalah:

- PT. Pusaka Prima Mandiri belum melakukan penjadwalan secara optimal. sehingga perlu dilaksanakan perbaikan penjadwalan produksi. Agar dapat mengurangi keterlambatan produksi dengan Analisis Hasil perhitungan Makespan dengan metode CDS dan Db adalah 1889 jam di bandingkan Makespan pada Perusahaan 2.502,28 jam dengan selisih 633,28 jam atau sebesar 22,84 % Setelah dianalisa antara data 2013 dengan data 2014, maka data 2014 sudah menunjukkan penurunan barang ½ jadi dari 235 roll menjadi 13 roll. Sesudah. Analisis perbaikan penjadwalan produksi dilakukan. Maka terjadi peningkatan produksi dan pencapaian target dapat tercapai $222/235 \times 100 \% = 0,94$ atau 94 % , ini menunjukkan terjadi minimalisasi keterlambatan tinggal = 6 % produksi barang ½ jadi di pabrik PT.Pusaka Prima Mandiri.
- Keterlambatan yang telah diidentifikasi dengan metode CDS dan Db analisis adalah delay, transportasi dan unnecessary motion menyebabkan terjadinya pemborosan waktu pada saat melakukan proses produksi.dengan perbaikan penjadwalan produksi dapat diatasi dan

- diantisipasi keterlambatannya. Sehingga dapat menghasilkan Produksi tepat waktu.
3. Pemecahan masalah (Evaluasi) yang diusulkan berdasarkan hasil yang diperoleh dengan penerapan metode CD dan Dannem bring.
 - a. Melakukan pengaturan penjadwalan produksi dan perencanaan kapasitas produksi yang mampu memenuhi permintaan para konsumen & pelanggan.
 - b. Menghilangkan kelelahan operator dengan menyediakan fasilitas untuk istirahat seperti pemberian makan dan minum serta membagi kerja menurut jadwal shift menjadi tugas shift. Menjadi 3 shift (Lihat pada Tabel 3.3 JKK)
 - c. Menghilangkan kejenuhan operator dengan melakukan pertukaran elemen kerja bagi operator bagian produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, Kenneth R, 1984”*Introduction To Sequencing and Scheduling*” Jonn Wiley & Sound New York.
- Barnes, Ralp M.1980,”*Motion and Time Study Deasurement of work*” John Wiley & Sound New York.
- Biegel, Jonh E.1978,”*Production Control A Qwanitative Approach*”Prentice Hall Of India Private Limited, New Delhi
- Elsayed and Boucher, Thomas O, 1994,”*Analisis and Control Production System Prestice*” Hall International, Inc.
- Herjato, eddy, 1999.”*ManajemenProduksidanOperasi*” PT. GramediaWidiasarana Indonesia, Jakarta.
- Kusuma, Hendra, 2002, “*PerencanaandanPengendalianProduksi*” PenerbitAndi, Yogyakarta ta.
- Nasution, H. Arman, 1999. “*PerencanaandanPengendalianProduksi*” PT. GunaWidya, Jakarta.
- Sutalaksana. Z. Iftikar, 1999,”*Teknik Tata Cara Kerja*” JurusanTeknikIndustri, Institut Teknologi Bandung.
- Adrese Kusiato, *Computation Intelligence in Design and Manufacturing*, John Wihey & Sams, United States of America. 2000.
- Cross, Nigel., *Engineering Design Methos*, England, John Wiley & Sons, Second Edition, 1994.
- David D. Bedworth & James F. Bailey, *Integrated Production and Control Systems*, Jonhn Willey & Sams. Singapore. 1987.
- Baroto, Teguh., *PerencanaandanPengendalianProduksi*, Jakarta Ghalia Indonesia, 2002.
- James Riggs, *Production System, Planning Analysis and Control*” Jhon Willey & Sams, United States of America, 1976.
- J. Supranto. *Statistik” Teoridan Aplikasi*”, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta 1991.

**PENERAPAN METODE SERVICE QUALITY & QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)
DALAM UPAYA PENINGKATAN PELAYANAN KEPADA MAHASISWA
POLITEKNIK KETAPANG**

Muh Anhar¹, Syarifah Umi Kalsum²

Departemen Perawatan Dan Perbaikan Mesin¹, Departemen Teknik Pertambangan²
Politeknik Negeri Ketapang
Jl. Rangka Sentap Dalong Sukaharja Ketapang
Email: anhar_dol@yahoo.com¹
Email: syarifahumi99kalsum@gmail.com²

Abstrak. Penggunaan Servqual dan QFD untuk mengidentifikasi keinginan dan kebutuhan mahasiswa jurusan Perawatan Dan Perbaikan Mesin Politeknik Ketapang serta upaya peningkatan mutu layanan meliputi: penentuan atribut layanan, pembuatan kuesioner, pengumpulan dan pengolahan data, pembuatan HOQ, analisa dan Interpretasi dan identifikasi upaya perbaikan kualitas layanan. Dari hasil penelitian diperoleh *servqual-gap* secara berurutan adalah: *Assurance* (-1,491), *Empathy* (-1,462), *Responsiveness* (-1,459), *Reliability* (-1,457) dan *Tangibles* (-1,422). Hal ini berarti mahasiswa menaruh harapan sangat besar akan pelayanan yang baik dari lembaga. Namun demikian masih ada kesenjangan antara kualitas layanan yang diharapkan oleh mahasiswa dan tingkat kebaikan pelayanan yang diberikan sehingga belum sepenuhnya seperti yang diharapkan. Perbaikan dan peningkatan kualitas layanan sangat mungkin dilakukan mengingat *improvement ratio* nya sebesar 1,188 (*Moderately Difficult Improvement*) yang berarti sumber daya yang dimiliki oleh Jurusan perawatan dan perbaikan mesin Politeknik Ketapang mampu menunjangnya dengan baik.

Kata Kunci: mahasiswa, tingkat kepuasan, *Servqual*, *House of Quality*

Abstract. Use of Servqual and QFD to identify desire and requirement of maintenance and repair machinery of Politeknik Ketapang and the effort improvement the service of quality cover: determination of service attribute, making questioner, gathering and data processing, making HOQ, analyse and Interpretasi, identify effort of repair service quality. As for its *servqual-gap* alternately: *Assurance* (- 1.491), *Empathy* (- 1.462), *Responsiveness* (- 1.459), *Reliability* (- 1.457) and *Tangibles* (- 1.422). Matter of this means student put expectation very big the service will be good from institute. But that way the difference there be still among service quality expected by student and mount service kindness given so th at not yet full is such as those which expected. Applying QFD by House of Quality emphasize existence repair and improvement at five dimension of service quality in sequence above mentioned. This improvement and repair is very possible conducted to remember its improvement ratio equal to 1.188 (*Moderately Difficult Improvement*) meaning resource owned by maintenance and repair machinery of Politeknik Ketapang able to support it better.

Keyword: student, mount satisfaction, *Servqual*, *House of Quality*

1. Pendahuluan

Dalam upaya meningkatkan kualitas layanan di Politeknik Ketapang khususnya di Jurusan perawatan dan perbaikan mesin terlebih dahulu harus dianalisa apakah layanan yang dilakukan saat ini sudah sesuai dengan harapan mahasiswa. Untuk mengetahui hal ini, diperlukan suatu study kualitas layanan kepada mahasiswa selaku pelanggan primer. Peningkatan kualitas pelayanan ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Service Quality* (SERVQUAL). *Servqual* adalah suatu alat untuk mengukur kualitas layanan dimana nilainya diperoleh dengan mencari selisih antara nilai persepsi dengan nilai harapan. Metode ini dikembangkan oleh, A.Parasuraman, Valarei A.Zeithaml, dan Leonard L.Berry (1994).

Pengukuran kualitas layanan dengan SERVQUAL seyogyanya diikuti dengan aplikasi *Quality Function Deployment* (QFD) guna memperjelas *action plan* yang harus dilakukan untuk memperkecil kesenjangan/gap yang terjadi (Fitri dan Padono 2006). Hubungan antara kedua metode itu adalah dengan memanfaatkan gap persepsi dan harapan, hasil pengukuran SERVQUAL, menjadi *level of importance* pada *House of Quality* (HOQ) atau rumah mutu yang menjadi bagian dari QFD tersebut. Proses QFD berusaha dapat menterjemahkan kebutuhan konsumen (dalam hal ini mahasiswa) ke seluruh organisasi melalui *House of Quality* (HOQ). HOQ merupakan suatu matriks yang bertujuan untuk mengidentifikasi atau mengevaluasi kebutuhan-kebutuhan konsumen dengan kebutuhan teknis produk (Ciptono, 1999 :6).

Rumusan dalam penelitian ini adalah penggunaan metode *Service Quality* dan *Quality Function Deployment* serta upaya yang harus dilakukan oleh jurusan Perawatan dan Perbaikan Mesin politeknik Negeri Ketapang dalam usaha untuk meningkatkan pelayanan yang diharapkan oleh mahasiswa.

2. Landasan Teori

2.1 Pengertian Jasa/layanan

Menurut Kotler (1997), jasa adalah setiap tindakan atau perbuatan yang dapat ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain yang pada dasarnya tidak berwujud fisik (*intangible*) dan tidak menghasilkan kepemilikan sesuatu.

2.2 Kualitas Jasa (*Service Quality*)

Menurut Wyckof (dalam Lovelock, 1988), kualitas jasa adalah tingkat keunggulan yang diharapkan dan pengendalian atas tingkat keunggulan tersebut untuk memenuhi keinginan pelanggan. Ada dua faktor utama yang mempengaruhi kualitas jasa, yaitu *expected service* dan *perceived service*. Apabila jasa yang diterima atau dirasakan (*perceived service*) sesuai dengan yang diharapkan (*expected service*), maka kualitas jasa dipersepsikan baik dan memuaskan. Jika jasa yang diterima melampaui harapan pelanggan, maka kualitas jasa dipersepsikan ideal. Sebaliknya jika jasa yang diterima lebih rendah

daripada yang diharapkan, maka kualitas jasa dipersepsikan buruk (Parasuraman, 1990). Kualitas harus dimulai dari kebutuhan pengguna dan berakhir pada persepsi pengguna tersebut (Kotler, 1994).

2.3 Dimensi Pokok Kualitas Jasa

Terdapat lima dimensi pokok yang umum digunakan untuk mengidentifikasi kualitas jasa layanan (Tjiptono, 2004 : 69):

1. *Tangibles* (bukti langsung): Ketersediaan fasilitas fisik, perlengkapan, sumber daya manusia dan sarana penunjang.
2. *Reliability* (keandalan): Kemampuan dan kemauan lembaga dalam memberikan pelayanan yang handal, terpercaya dan memuaskan.
3. *Responsiveness* (daya tanggap): Kemampuan dan kemauan dari seluruh lini manajemen untuk membantu memenuhi kebutuhan konsumen dengan cepat.
4. *Assurance* (jaminan): Keramahan dan kemampuan yang dimiliki seluruh lini manajemen dalam melaksanakan tugasnya.
5. *Empathy* (empati): Sikap peduli dan membangun kemudahan komunikasi serta pemahaman yang baik terhadap kebutuhan konsumen.

2.4 Pengukuran Kualitas Jasa

Mengukur kualitas jasa berarti mengevaluasi atau membandingkan kinerja suatu jasa dengan seperangkat standar yang telah ditetapkan terlebih dahulu. Alat ukur yang sering digunakan adalah sebuah skala multi item yang diberi nama *SERVQUAL* (*Service Quality*). Alat ini dimaksudkan untuk mengukur harapan dan persepsi pelanggan serta kesenjangan (*gap*) yang ada pada model kualitas jasa. Pengukuran dapat dilakukan dengan skala Likert maupun skala *Thurstone*.

2.5 *Quality Function Deployment* (QFD)

2.5.1 Pengertian QFD

Lou Cohen (1995 : 11) memberi pengertian: "QFD adalah sebuah metodologi untuk pengembangan dan perencanaan produk yang memungkinkan tim pengembangan untuk menspesifikasikan secara jelas kebutuhan dan keinginan pelanggan kemudian mengevaluasi setiap produk yang ditawarkan atau kemampuan pelayanan secara sistematis dengan melihat bentuk dari pertemuan kebutuhan-kebutuhan tersebut." Tujuan QFD adalah memenuhi sebanyak mungkin harapan konsumen, demi kepuasan konsumen.

2.5.2 Implementasi QFD

Implementasi QFD secara garis besar dibagi dalam 3 tahap (Cohen, 1995):

1. Tahap Perencanaan dan Persiapan
2. Tahap pengumpulan Voice of customer
3. Tahap penyusunan house of quality
4. Tahap Analisa dan Interpretasi

3. Bahan Dan Metodologi Penelitian

3.1 Konsep Dasar

Citra kualitas layanan yang baik bukanlah berdasarkan sudut pandang atau persepsi pihak penyedia jasa. layanan, melainkan berdasarkan sudut pandang atau persepsi mahasiswa tersebut. Persepsi mahasiswa terhadap kualitas layanan merupakan penilaian menyeluruh atas keunggulan suatu layanan terutama layanan akademik dan layanan administratif.

3.2 Penggunaan Servqual dan QFD

1. Menentukan atribut layanan (data kualitatif) dari model Servqual
2. Membuat kuesioner model Servqual
3. Pengumpulan dan pengolahan data kuantitatif model Servqual
4. Pembuatan *House of Quality* (HOQ)
5. Analisa dan Interpretasi
6. Hasil interpretasi HOQ menunjukkan target perbaikan kualitas pelayanan yang harus dilakukan dengan melihat ranking target.
7. Mengidentifikasi upaya-upaya perbaikan kualitas layanan kepada mahasiswa Jurusan perawatan dan perbaikan mesin.

3.3 Bahan dan Alat Ukur

a. Bahan Penelitian

Populasi penelitian ini adalah mahasiswa Jurusan perawatan dan perbaikan mesin Politeknik Ketapang yang masih aktif kuliah dan saat ini duduk di tingkat akhir dan sebagian alumni.

b. Alat Ukur Penelitian

Alat ukur penelitian berbentuk angket, dengan tingkat pengukuran ordinal. Skala likert untuk mengukur persepsi, harapan konsumen, dan tingkat kepentingan yang diperlukan.

Tabel 4.2 Skala Likert Kepentingan / Harapan

Jawaban	Skala Likert
Sangat Tidak Penting (STP)	1
Tidak Penting (TP)	2
Cukup Penting (CP)	3
Penting (P)	4
Sangat Penting (SP)	5

Tabel 4.3 Skala Likert untuk kondisi yang dialami

Jawaban	Skala Likert
Sangat Tidak Baik (STB)	1
Tidak Baik (TB)	2
Cukup Baik (CB)	3
Baik (B)	4
Sangat Baik (SB)	5

3.4 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode menyebarkan kuisisioner terhadap mahasiswa mahasiswa Jurusan perawatan dan perbaikan mesin Politeknik Ketapang yang masih aktif kuliah yang saat ini duduk di tingkat akhir dan sebagian alumni untuk mengetahui tingkat kepuasan dan harapan yang diinginkan mahasiswa baik yang aktif ataupun alumni.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil

Sampel sumber data berjumlah 100 orang, terdiri atas mahasiswa semester VI dan alumni. Data yang dikumpulkan bersifat kualitatif, berupa informasi mengenai atribut pelayanan yang terdapat di Jurusan perawatan dan perbaikan mesin melalui kuesioner awal dan wawancara yang mengacu Servqual.

1. **Tangible** (Tampilan) yang meliputi fasilitas fisik, gedung, perlengkapan, penampilan pegawai (karyawan dan dosen), kelengkapan sarana pendukung, tersediannya tempat parkir, kebersihan, kerapian dan kenyamanan.
2. **Reliability** (Keterpercayaan) yaitu kemampuan untuk memberikan pelayanan yang sesuai dengan yang dijanjikan dengan segera atau tepat waktu, akurat dan memuaskan. Hal ini meliputi persoalan pemberian mata kuliah yang benar-benar sesuai dengan kebutuhan, jujur, tepat waktu, dan selalu siap melayani mahasiswa.
3. **Responsiveness** (Ketanggapan) yaitu keinginan, respon atau kesigapan pihak Jurusan perawatan dan perbaikan mesin dalam membantu mahasiswa dan memberikan pelayanan yang cepat dan tanggap. Sikap-sikap tanggap yang dapat menimbulkan persepsi positif dari mahasiswa, misalnya kemudahan menemui dosen untuk konsultasi, bimbingan, proses belajar mengajar yang interaktif. Selain itu fasilitas layanan yang ada harus mudah diakses oleh setiap civitas akademika, apabila ada peralatan yang rusak cepat diperbaiki sehingga selalu siap digunakan.
4. **Assurance** (Jaminan) mencakup pengetahuan, kompetensi/ kemampuan, dan sifat dapat dipercaya yang dimiliki pihak Jurusan Perawatan dan Perbaikan, bebas dari keragu-raguan. Dalam hal ini jajarannya dosen dan karyawan harus benar-benar kompeten di bidangnya, memiliki reputasi positif, dan sikap serta perilaku yang mencerminkan profesionalisme.
5. **Empathy** (empati) meliputi kemudahan dalam melakukan interaksi, komunikasi yang baik, perhatian dan selalu memahami kebutuhan mahasiswa. Dalam hal ini dosen pembimbing akademik dapat benar-benar berperan sesuai fungsinya, setiap dosen dapat dihubungi dengan mudah, baik di ruang kerja, via telepon maupun e-mail.

4.1.1. Pengujian Instrumen

a. Uji validasi dan Reliabilitas

Hasil perhitungan validitas dan reliabilitas tingkat dan kepentingan dan kepuasan (persepsi) dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5.1 Uji Validitas

Tingkat	r_{11} Hitung	r Tabel	Ket.
Harapan	0,57920	0,1974	Valid
Persepsi	0,46597	0,1974	Valid

Tabel 5.2 Uji Reliabilitas

Tingkat	r_{11} Hitung	r Tabel	Ket.
Harapan	0,94231	0,1962	Reliabel
Persepsi	0,96885	0,1962	Reliabel

4.2. Pembahasan

4.2.1. Analisis dengan Diagram Radar

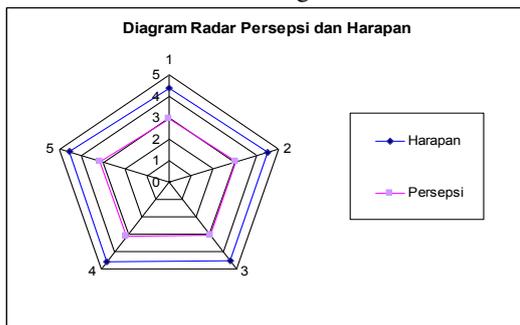
Diagram ini menggambarkan titik-titik yang berbentuk seperti radar, bila tidak terhubung dengan seimbang atau menunjukkan titik yang semakin memusat maka berarti terjadi masalah pada beberapa faktor atau dimensi yang di teliti.

a. Diagram Radar Nilai Persepsi dan Harapan

Tabel 5.3 Nilai Persepsi dan Harapan

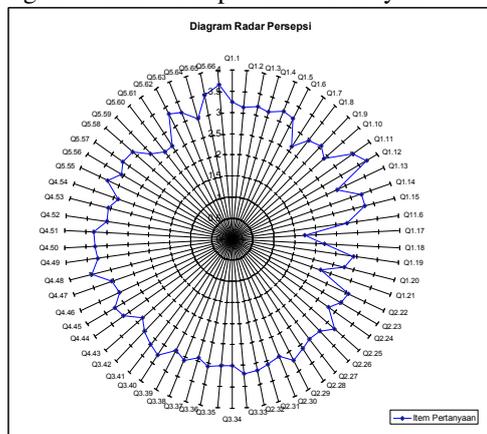
Dimensi	P	H
Tangibles	4,36	2,94
Reliability	4,51	3,06
Responsiv.	4,53	3,07
Assurance	4,62	3,13
Empathy	4,58	3,12

Sumber: Hasil Pengolahan Data



Gambar 5.1 Diagram Radar Harapan dan Persepsi Nilai rata-rata persepsi mahasiswa Jurusan perawatan dan perbaikan mesinterhadap layanan yang diberikan masih terletak dibawah nilai rata-rata harapan mahasiswa tersebut.

b. Diagram Radar Persepsi Item Pertanyaan



Gambar 5.2. Diagram radar persepsi mhs

Untuk persepsi yang memiliki rata-rata kurang dari 3 sebanyak 23 atribut yaitu pada item pertanyaan Q1.7, Q1.8, Q1.10, Q1.13, Q1.16, Q1.17, Q1.18, Q1.19, Q1.20, Q1.21, Q2.23, Q2.24, Q2.27, Q2.30, Q3.37, Q3.39, Q4.43, Q4.46, Q4.54, Q5.59, Q5.60, Q5.61, Q5.64 mempunyai skor dibawah 3 ini artinya pelayanan yang selama ini dirasakan mahasiswa dirasa belum memenuhi kepuasan dan kebutuhannya.

4.2.2. Analisis Pembuatan HOSQ

a. Importance to Customer

Tabel 5.4. Importance to Customer

No.	Dimensi	Skor
1	Assurance	
2	Empathy	
3	Responsiveness	
4	Reliability	
5	Tangible	4,6008
	Rata-rata	

Hasil perhitungan tingkat kepentingan rata-rata atribut yang didapat dari perhitungan kuesioner adalah sebesar 4,499 yang berarti semua atribut yang terkandung dalam lima dimensi kualitas pelayanan adalah di atas kualifikasi penting.

b. Tingkat Keباikan Pelayanan di Jurusan

Dari perhitungan diperoleh tingkat keباikan layanan sebagaimana pada tabel 5.5:

Tabel 5.5 Tingkat Kepuasan Mahasiswa

No.	Dimensi	Skor
1	Assurance	3,127
2	Empathy	3,116
3	Responsiveness	3,067
4	Reliability	3,057
5	Tangible	2,942
	Rata-rata	3,045

Tabel 5.6 Klasifikasi Kepuasan Layanan

No.	Rentang Gap	Kategori
1	4,01 s/d - 5,00	Sangat Puas
2	3,01 s/d - 4,00	Puas
3	2,01 s/d - 3,00	Cukup Puas
4	1,01 s/d - 2,00	Kurang Puas
5	0,01 s/d - 1,00	Tidak Puas

Sumber: Zeithaml dan Bitner, 1996

Hasil perhitungan tingkat keباikan customer requirement berdasar penilaian mahasiswa terhadap lima dimensi kualitas pelayanan, rata-rata sebesar 3,045. Ini berarti berarti pelayanan Jurusan perawatan dan perbaikan mesin relatif baik dan sudah memuaskan mahasiswa.

c. Target Pelayanan dengan Tingkat Kepentingan Relatif

Tabel 5.7 Target Kualitas Pelayanan

No	Dimensi	Skor Riil	Skor Target
1	Tangible	2,942	3,476
2	Reliability	3,057	3,636
3	Responsiv	3,067	3,700
4	Assurance	3,127	3,750
5	Empathy	3,116	3,667

Berdasarkan tabel 5.7, target peningkatan pelayanan Jurusan perawatan dan perbaikan mesin per dimensi kualitas pelayanan lebih tinggi dari pada kualitas pelayanan yang dilakukan sekarang.

d. Rasio Perbaikan (Improv- Ratio)

Rasio perbaikan ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah item-item dalam dimensi kualitas

pelayanan di Jurusan perawatan dan perbaikan mesin dapat dilakukan atau tidak.

Tabel 5.8 Improvement Ratio (IR)

No.	Dimensi	Skor
1	Tangible	1,183324
2	Reliability	1,186666
3	Responsiveness	1,204107
4	Assurance	1,197185
5	Empathy	1,175272
	Rata-rata	1,188086

Kategori *Improvement Ratio* dapat diklasifikasi dalam 3 golongan (Cohen 1995), yaitu:

Nilai IR	Keterangan
1	No Change
1,2	Moderately Difficult Improvement
1,5	Difficult Improvement

Pada tabel 5.8 diperoleh rata-rata *Improvement Ratio* sebesar 1,188086. Hal ini berarti bahwa secara umum perbaikan kualitas pelayanan dapat dilakukan sebab besaran *Improvement Ratio*-nya berada pada pengembangan tingkat hambatannya bersifat moderat.

e. Kebutuhan Teknis Pelayanan (Technical Requirement) pada Unit-unit Pelayanan

Penentuan *Technical Requirement* dalam HOSQ ini merupakan penterjemahan *customer requirement* ke dalam unit-unit pelayanan (*design requirement*) yang ditunjukkan dengan *job description* dari masing-masing bagian yang terlibat dalam pelayanan jasa administrasi dan jasa akademik kepada mahasiswa Jurusan perawatan dan perbaikan mesin.

f. Bobot Mentah (Raw Weight) dan Bobot Bersih (Net Weight)

Hasil perhitungan *cumulative normalized raw weight* (CNRW) dapat dilihat pada tabel 5.11

Tabel 5.11 Cumulative Normalized Raw Weight

No.	Dimensi	CNRW
1	Tangible	0,307294
2	Reliability	0,167051
3	Responsiveness	0,154659
4	Assurance	0,187861
5	Empathy	0,183135

Atribut kualitas pelayanan Jurusan perawatan dan perbaikan mesin masih didominasi unsur *Tangible* (30,73%), *Assurance* (18,79%), *Empathy* (18,31%), *Reliability* (16,70%) dan *Responsiveness* (15,46%).

g. Keeratan Hubungan antara Customer Requirement dan Design Requirement

Penentuan hubungan keeratan antara Komponen *Customer Requirement* dan Komponen *Design Requirement* dilakukan dengan para pengelola unit pelayanan di Politeknik Ketapang. Keeratan hubungan ini dapat digolongkan dalam empat klasifikasi, yaitu:

Simbol	Numerik	Pengertian
Kosong	0	Tidak ada hubungan
▲	1	Mungkin ada hub.
○	3	Hubunga sedang
⊕	9	Hub sangat kuat

h. Matriks Korelasi Design Requirement

Matriks korelasi menggambarkan hubungan di antara setiap unit *Design Requirement* yang penilaiannya didasarkan atas diskusi dengan para pengelola unit pelayanan di Politeknik Ketapang. Matriks korelasi ini letaknya di bagian atas (atap) dari matriks HOSQ. Hubungan di antara setiap unit *Design Requirement* ini dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

1. Hubungan Sinergi, yaitu hubungan di antara setiap unit *Design Requirement* saling mendukung dalam pemenuhan *Customer Requirement*..
2. Hubungan Konflik, yaitu hubungan di antara setiap unit *Design Requirement* mengalami pertentangan dalam pemenuhan *Customer Requirement*.

4.1.2. Bentuk HOSQ secara Keseluruhan.

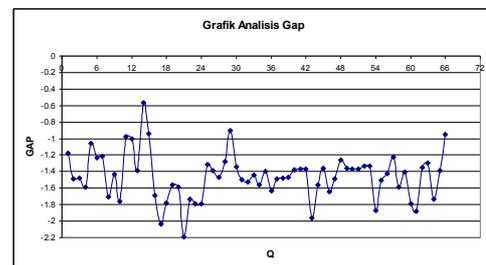
Gambar HOSQ berdasar hasil analisis lima dimensi kualitas pelayanan kepada mahasiswa di Jurusan perawatan dan perbaikan mesin ditunjukkan dalam gambar 5.1

4.1.3. Spesifikasi Ranking Mutu Layanan

Spesifikasi ini dibuat dengan cara meranking semua item dalam setiap dimensi pelayanan berdasarkan tingkat mutu layanan. Dengan demikian sebelum Jurusan perawatan dan perbaikan mesin menentukan kebijakan-kebijakan untuk peningkatan kualitas layanan kepada mahasiswa, maka perlu diketahui *gap* kualitas pelayanan. Untuk *gap* rata-rata setiap dimensi dimensi dapat dilihat pada tabel 5.12.

Tabel 5.12 Gap Kualitas Pelayanan

Dimensi	Harapan	Kondisi	Gap
Assurance	4,618	3,127	-1,491
Empathy	4,578	3,116	-1,462
Responsiv.	4,526	3,067	-1,459
Reliability	4,514	3,057	-1,457
Tangible	4,364	2,942	-1,422



Gambar 5.2 Grafik Gap Pelayanan JTPPM

Tabel 5.14 Klasifikasi Kualitas Layanan

No.	Rentang Gap Skor	Kategori
1	> 0,50	Sangat Baik
2	0,50 s/d - 0,50	Baik
3	- 0,51 s/d - 2,00	Cukup Baik
4	- 2,01 s/d - 3,50	Kurang Baik
5	- 3,51 s/d - 5,00	Tidak Baik

4.1.4. Analisis Kepentingan dan Gap Kualitas Layanan perdimensi

1. Assurance

Dimensi kualitas pelayanan ini mencakup pengetahuan, kompetensi dan sifat dapat dipercaya serta bebas dari keragu-raguan yang dimiliki pihak Jurusan Perawatan dan Perbaikan. Jajaran dosen dan karyawan harus benar-benar kompeten di bidangnya, memiliki reputasi positif, dan sikap serta perilaku yang mencerminkan profesionalisme. Penekanan dimensi ini terletak pada kemampuan lembaga untuk meningkatkan *image* sehingga dapat memberikan reputasi yang baik kepada institusi dan mahasiswa serta memberikan jaminan mutu lulusan bagi pengguna lulusan tersebut.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat kepentingan atribut ini adalah sebesar 4,618, tingkat kebaikan atribut sebesar 3,127. Adapun gap kualitas pelayanan untuk dimensi ini adalah sebesar -1,491 (Tabel 5.12). Ini semua berarti bahwa kualitas pelayanan untuk dimensi ini sudah cukup memuaskan. Kendatipun demikian masih ada sebagian atribut kualitas layanan dimensi yang belum dapat di penuhi.

2. Empathy

Dimensi kualitas pelayanan ini meliputi kemudahan dalam melakukan interaksi, komunikasi yang baik, perhatian dan selalu memahami kebutuhan mahasiswa.

Dengan demikian penekanan dimensi ini adalah peningkatan hubungan, sikap baik dan perhatian dari pengelola karyawan dan dosen kepada mahasiswa.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat kepentingan atribut ini menurut penilaian mahasiswa adalah sebesar 4,578, sedangkan tingkat kebaikan atribut ini adalah sebesar 3,116. jadi gap kualitas pelayanan untuk dimensi ini adalah sebesar -1,462. Hal ini berarti bahwa kualitas pelayanan untuk dimensi ini adalah cukup memuaskan. Kendatipun demikian sebenarnya baru sebagian saja atribut kualitas layanan dimensi *emphaty* yang dapat di penuhi.

3. Responsiveness

Atribut kualitas pelayanan *responsiveness* berkaitan dengan keinginan, respon atau kesigapan pihak Jurusan dalam membantu mahasiswa dan memberikan pelayanan secara cepat dan tanggap. Penekanan dimensi ini ialah peningkatan kemauan dan kecepatan dalam memberikan pelayanan kepada mahasiswa secara tepat waktu. Hal terpenting pemanfaatan waktu se-efisien dan sebaik mungkin untuk melakukan pelayanan kepada mahasiswa.

Yang sering terjadi adalah penundaan hal-hal yang semestinya bisa dilakukan saat itu.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat kepentingan atribut ini menurut penelitian terhadap mahasiswa adalah sebesar 4,526 sedangkan tingkat kebaikan atribut ini adalah sebesar 3,067. Jadi gap kualitas pelayanan untuk dimensi ini adalah sebesar -1,459. Hal ini berarti kualitas pelayanan untuk dimensi ini adalah cukup memuaskan. Hal ini berarti pula baru sebagian saja atribut kualitas layanan dimensi *responveness* yang dapat dipenuhi.

4. Reliability

Atribut pelayanan *Reliability* meliputi kemampuan untuk memberikan pelayanan yang sesuai dengan yang dijanjikan dengan segera atau tepat waktu, akurat dan memuaskan. Dimensi ini menekankan kemampuan dan kemauan lembaga untuk memberikan pelayanan sesuai di janji dengan handal dan memuaskan.

Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa tingkat kepentingan atribut menurut mahasiswa rata-rata sebesar 4,514, tingkat kebaikan atribut tersebut rata-rata sebesar 3,057. jadi gap untuk dimensi pelayanan ini adalah sebesar -1,457. Hal ini berarti bahwa kualitas pelayanan di Jurusan perawatan dan perbaikan mesin hanya berkisar cukup baik. Meskipun demikian apa yang diharapkan oleh mahasiswa belum dapat dipenuhi sepenuhnya.

5. Tangible

Dimensi kualitas layanan *tangibles* ini berkaitan dengan keberadaan sarana fisik untuk menunjang kegiatan utama proses belajar mengajar beserta perawatan sarana tersebut. Dimensi *tangibles* ini, terdiri atas: gedung perkuliahan, laboratorium, peralatan bantu pengajaran, kafeteria, sarana olahraga, sarana peribadatan, sarana komunikasi, tempat parkir kendaraan, toilet, dan kamar mandi, bengkel kreativitas mahasiswa dan lain sebagainya.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tingkat kepentingan atribut ini menurut penilaian mahasiswa adalah sebesar 4,364 sedangkan tingkat kebaikan atribut ini adalah sebesar 2,942. Jadi gap kualitas untuk dimensi ini adalah sebesar -1,422. Jadi hal ini berarti bahwa kualitas pelayanan untuk dimensi ini adalah cukup memuaskan. Hal ini berarti pula bahwa baru sebagian saja atribut, kualitas, layanan dimensi *tangible* yang dapat dipenuhi.

4.1.5. Kegiatan Yang harus dilakukan

Hasil analisis menunjukkan terdapat sejumlah pelayanan akademik dan administrasi yang harus ditingkatkan dan diprioritaskan. Kegiatan-kegiatan yang harus dilkukan untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada mahasiswa adalah sebagai berikut:

1. Dimensi Assurance

- Peningkatan perbaikan sikap dari karyawan dan dosen dalam hal kesopanan, keramahan pelayanan, melalui pembinaan mental dan berbagai macam training etika pelayanan.
- Peningkatan mutu dosen dan karyawan melalui studi lanjut, seminar, pelatihan, magang di industri dan lokakarya, serta kegiatan lain yang dapat mengembangkan *profesionalisme*.
- Membangun kemudahan mahasiswa untuk menemui atau berkonsultasi dengan dosen atau pengelola melalui informasi waktu dan tempat untuk konsultasi.
- Meningkatkan rasa aman bagi mahasiswa dengan cara optimalisasi penjagaan dan pengawasan dari Satuan Pengaman (Satpam) terutama di gedung perkuliahan dan Juru parkir kendaraan.
- Penyempurnaan pelaksanaan ujian TA melalui mekanisme tingkat kompetensi mahasiswa dan team penguji.

2. Dimensi *Empathy*

- Secara aktif menanggapi / menyelesaikan masalah dan merasakan apa yang dialami mahasiswa khususnya dalam PBM secara tuntas.
- Pelibatan mahasiswa dalam pengambilan keputusan dalam persoalan yang menyangkut kepentingan mahasiswa
- Membangun budaya keterbukaan berfikir secara ilmiah sehingga mahasiswa memiliki keberanian untuk mengemukakan pendapat dan penghargaan dosen terhadap pendapat mahasiswa.
- Pembinaan bakat dan kepemimpinan mahasiswa, mengarahkan kegiatan-kegiatan Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) ke dalam kegiatan yang bersifat konstruktif dan peningkatan profesionalisme sesuai bidang studinya, seperti: Latihan Dasar Kepemimpinan, Program Kreativitas Mahasiswa (PKM), Penelitian Lomba Karya Inovatif Produktif (LKIP), Mengikuti aneka Lomba/Kompetisi bidang Perawatan dan Perbaikan.
- Menggali Informasi beasiswa dari berbagai sumber
- Menyelenggarakan Bursa Kerja, kerja sama dengan berbagai perusahaan sesuai bidang keahlian.

3. Dimensi *Responsiveness*

- Penerapan dan penegakan budaya disiplin pengelola, karyawan dan dosen dalam melaksanakan tugasnya.
- Pemantauan aktifitas sehari-hari dalam bentuk absensi elektronik bagi karyawan dan pengelola terutama soal kehadiran dan pulang tepat waktu
- Dibuat kuisioner kehadiran dan kualitas pengajaran bagi pengajar, dimana Ketua Jurusan dapat menindak lanjuti hasil kuesioner tersebut sehingga dapat diambil tindakan yang bersifat edukatif bagi semua pihak.
- Pegumuman secara terbuka dan berkala unit pelayanan mana yang di anggap paling cepat dan sikap dalam melakukan pelayanan begitu jugasebaliknya.

4. Dimensi *Reliability*

- Penyempurnakan Proses Belajar Mengajar
- Penjadwalan perkuliahan yang baik,
- Transparansi dan obyektivitas dalam penilaian,
- Keterbukaan sistem birokrasi dan tidak mempersulit mahasiswa
- Penanganan masalah yang cepat dan akurat,
- Sikap dosen, pengelola dan karyawan yang simpatik dan handal dalam memberikan pelayanan kepada mahasiswa.

5. Dimensi *Tangible*

- Peningkatan pengadaan Peralatan *work-shop* dan laboratorium yang cukup serta *up to date*.
- Penyediaan sarana dan prasarana ibadah yang memadai
- Penambahan Peralatan mengajar yang memadai
- Penambahan buku-buku perpustakaan berikut fasilitas dan pelayanan yang memadai

- Penyediaan sistem jaringan informasi *onl-line* yang memadai dan layanan Internet (*hot-spot area*) yang bisa kontinu.
- Menjaga kebersihan kamar mandi & toilet dengan mengoptimalkan karyawan bagian kebersihan secara bergiliran.
- Menyediakan P3-K dan Poliklinik Kesehatan yang memadai.

Terkait dengan perbaikan dan peningkatan kelima dimensi kualitas layanan tersebut diatas, hal terpenting bagi jurusan perawatan dan perbaikan mesin adalah segera mengidentifikasi kekurangan layanan yang diberikan terutama dari keluhan mahasiswa, membantu memecahkan masalah yang dihadapi mahasiswa, mengkomunikasikan kesulitan-kesulitan layanan akademik dan administratif yang dihadapi pihak jurusan, menyelaraskan, menyeimbangkan dan menyempurnakan layanan secara keseluruhan.

4.1.6. Tingkat Kemudahan Layanan

Peningkatan kualitas pelayanan di jurusan perawatan dan perbaikan mesin sangat mungkin dilakukan, sebab dilihat dari besaran rasio perbaikan (*improvement ratio*) kelima dimensi kualitas pelayanan rata-ratanya sebesar **1,188**. Hal ini menunjukkan tingkat kesulitan yang dihadapi bersifat sedang, artinya bahwa sumber daya yang dimiliki dapat menunjang peningkatan kualitas pelayanan kepada mahasiswanya.

4.1.7. Program Peningkatan Pelayanan

Program pengembangan yang sekarang sedang dan terus diupayakan dilakukan oleh Jurusan perawatan dan perbaikan mesin untuk meningkatkan mutu pelayanan kepada mahasiswa adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan kurikulum berbasis *stake holder*. Program ini didukung kegiatan pelatihan, penelitian, seminar, praktek kerja industri bagi mahasiswa dan dosen.
2. Peningkatan sarana pembelajaran di kelas dan sejenisnya yang mengarah kepada peningkatan unsur *tangibles*, *responsiveness*, *assurance*, *reliability*, dan *empathy*.
3. Peningkatan kualitas sistem manajemen jasa pelayanan akademik dan administratif melalui pembuatan *database* yang lengkap yang dapat diakses oleh semua civitas akademis sesuai kebutuhan.
4. Peningkatan efektifitas pelaksanaan proses belajar mengajar yang ada di Jurusan yang mengarah pada peningkatan terhadap aspek pelayanan *reliability*, *assurance*, *responsiveness*, dan *empathy* kepada mahasiswa.
5. Membangun komunikasi intensif antar civitas akademik, melalui dialog dosen-mahasiswa (DDM) secara rutin dan berkala sehingga diperoleh masukan tentang aspek-aspek apa yang harus dilakukan oleh Jurusan perawatan dan perbaikan mesin Politeknik Ketapang.
6. Menjalin hubungan yang lebih intens dengan berbagai perusahaan yang diharapkan dapat menyerap lulusan secara optimal.

4.1.8. Kelemahan Metode Servqual dan QFD

1. Keterbatasan Metode Servqual

Beberapa keterbatasan penerapan Model Servqual di lembaga pendidikan khususnya di Politeknik Ketapang ialah sebagai berikut:

- Cenderung berfokus pada individual dan mengabaikan arti kerjasama dan kebersamaan. Padahal dalam dunia pendidikan hal itu sangat diperlukan.
- Model Servqual menilai kualitas layanan berdasarkan atribut-atribut terukur yang mudah ditetapkan. Padahal kenyataannya dalam dunia pendidikan jasa yang di rasakan melibatkan proses secara keseluruhan mencakup berbagai pengalaman mahasiswa selama kuliah secara lebih kompleks dan sulit diukur.
- Model Servqual bersifat *out put oriented* atas proses jasa yang sesungguhnya dan mengabaikan proses-proses yang mendahuluinya, sehingga seringkali berupa gambaran yang tidak utuh.

2. Keterbatasan Metode QFD

Adapun keterbatasan QFD khususnya dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Cenderung bersifat kualitatif yang sebenarnya sulit terukur.
- Hasil analisis kualitas dan tingkat kepentingan atribut layanan diperoleh didasarkan atas dari skor rata-rata.
- Belum sepenuhnya dapat mencerminkan analisis yang sesuai dengan kondisi masing-masing individu yang bersangkutan.

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Mahasiswa Jurusan perawatan dan perbaikan mesin menaruh harapan sangat besar akan pelayanan yang baik dari lembaga. Tingkat kepuasan mahasiswa terhadap pelayanan akademik dan administratif selama ini sudah cukup baik, tetapi masih ada kesenjangan antara kualitas layanan yang diharapkan dan tingkat kebaikan pelayanan yang diberikan. Diperlukan perbaikan dan peningkatan terhadap kelima dimensi kualitas layanan. Sumber daya yang dimiliki oleh jurusan mampu menunjangnya dengan baik, mengingat *improvement ratio* berada di ring *moderately difficult Improvement*.

Adapun prioritas yang harus di lakukan adalah sebagai berikut:

- **Dimensi Assurance:** peningkatan mutu dosen dan karyawan, pembinaan mental spiritual dan training etika pelayanan, membangun budaya konsultasi bagi mahasiswa, peningkatkan rasa aman bagi mahasiswa, dan penyempurnaan pelaksanaan ujian TA melalui mekanisme tingkat kompetensi mahasiswa dan tem penguji.
- **Dimensi Empathy:** aktif menanggapi / menyelesaikan masalah PBM yang dialami mahasiswa, pelibatan mahasiswa dalam pengambilan keputusan soal kepentingan mahasiswa, membangun budaya keterbukaan berfikir secara ilmiah, pembinaan bakat dan kepemimpinan mahasiswa, menggali Informasi

beasiswa dan mengadakan bursa kerja secara rutin dan berkala.

- **Dimensi Responsiveness:** penerapan budaya disiplin berbagai pihak, pemberlakuan absensi elektronik bagi karyawan, kuensioner kehadiran dosen dan kualitas pengajaran, komunikasi antar civitas akademik, pembuatan *database* yang lengkap dan mudah diakses setiap saat.
- **Dimensi Reliability:** penyempurnaan PBM secara berkelanjutan, pengembangan kurikulum berbasis *stake holder*, peningkatan sarana - prasarana pembelajaran, penjadwalan perkuliahan yang baik, kehadiran dosen dan ketepatan waktu mengajar, transparansi dan obyektivitas dalam penilaian, sistem birokrasi yang terbuka dan tidak mempersulit mahasiswa, penanganan masalah yang cepat dan akurat serta bersikap simpatik dan handal.
- **Dimensi Tangible:** peningkatan pengadaan peralatan *work-shop* dan laboratorium yang cukup dan *up to date*, penyediaan sarana dan prasarana ibadah yang memadai, penambahan peralatan mengajar yang memadai, penambahan buku-buku perpustakaan berikut fasilitasnya, penyediaan sistem jaringan informasi *onl-line* dan *hot-spot area* yang kontinu, menjaga kebersihan kamar mandi & toilet dengan mengoptimalkan karyawan bagian kebersihan secara bergiliran, menyediakan P3-K dan poliklinik kesehatan yang memadai.

6.2 Saran-Saran

- Untuk dapat memperoleh nilai prioritas perbaikan yang mendekati sebenarnya, sebaiknya dalam proses penyusunan kuesioner dan pengolahannya memperhitungkan bobot kepentingan dari setiap item pernyataan yang diberikan.
- Bagi yang tertarik melakukan penelitian penerapan Servqual dan QFD di perguruan tinggi, selain memperhitungkan bobot juga akan lebih baik jika difokuskan pada lembaga pemakai perguruan tinggi tersebut. Silakan mencoba.

DAFTAR PUSTAKA

- Alma Buchari.2008. *Metode dan Teknik Penyusunan Tesis*. Alfabeta Bandung
- Ciptono, Wakhid Slamet, 1999. *Kajian Strategi ISO 9001/9002 untuk Program Studi Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Gajahmada Yogyakarta*. PPS-UNDIP Semarang.
- Crow, Kenneth. "*Customer-Focused Development with QFD.*" DRM Associates.Fall2006.30Aug.2006.
<<http://www.npdsolutions.com/qfd.html>>.
- Cohen, Lou (1995). *Quality Function Deployment: how to make QFD work for you*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA.41-50.
- Jogiyanto.2008. *Pedoman Survei Kuesioner*.BPFE UGM.
- Kai Yang.(2008). *Voice of The Customer Capture and Analysis*. Mc Graw Hill.NewYork
- Kotler, P. 2000. *Marketing Management. Millenium edt*. Prentice Hall Int. Upper Sadle River. New Jersey

- Revelle B.Jack.; et.al. 1998. *The QFD Handbook*.
John Wiley and Sons.New York.
- Santoso, Eko Budi, M. Maskan. 2007, *Penerapan
Quallity Functional Deployment (QFD) Guna
Peningkatan Pelayanan Mahasiswa Politeknik
Ketapang, Studi Kasus Jurusan Tata Niaga*,
Penelitian Dosen Muda Politeknik Ketapang
- Supranto J.2006. *Pengukuran Tingkat Kepuasan
Pelanggan*. Rineka Cipta Jakarta.
- Tjiptono, Fandy 2008. *Service Management*.
Yogyakarta : Andi Offset
- Tjiptono, Fandy, 2004, “*Prinsip-Prinsip Total Quality
Service*”, penerbit Andy Offset: Yogyakarta.

SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PERSEDIAAN SUKU CADANG PADA PERUSAHAAN PENYEWAAN KENDARAAN

Yuana Delvika

*Dosen Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area
Jl. Kolam No. 1 Medan
yuana_delvika@yahoo.com*

Abstrak. Persediaan suku cadang tepat waktu merupakan aset yang cukup penting pada perusahaan penyewaan kendaraan khususnya dalam penyelesaian program perawatan dan perbaikan tepat waktu sehingga kendaraan yang siap pakai tersedia pada saat dibutuhkan. Kenyataannya di perusahaan, pada bulan Februari, ada 104 jam waktu menganggur karena menunggu suku cadang tiba di lokasi perbaikan. Pada bulan Maret, ada 169 jam waktu menganggur akibat suku cadang terlambat tiba. Dan pada bulan April, ada 161 jam waktu menganggur untuk menunggu suku cadang tiba. Hal ini menyebabkan seringnya terjadi keterlambatan dalam pengadaan suku cadang sehubungan dengan ketidakjelasan sistem informasi dalam pengelolaan suku cadang. Untuk mengatasi permasalahan di atas, maka dilakukan perancangan data base dan perancangan sistem informasi. Perancangan data base dengan melakukan pengkodean grup suku cadang, pengkodean suku cadang, pengklasifikasian suku cadang dan penentuan elemen-elemen persediaan. Perancangan sistem informasi yang dilakukan dengan metode *unified modelling language*. Hasil yang diperoleh dengan menerapkan sistem ini adalah penghematan Rp. 9,090,432.56 untuk suku cadang jenis ban, penghematan Rp. 947,025.47 untuk suku cadang jenis ban dalam, penghematan Rp. 1,298,446.09 untuk suku cadang jenis oli, penghematan Rp. 1,198,187.93 untuk suku cadang jenis oli hidrolik, penghematan Rp. 1,559,882.97 untuk suku cadang jenis minyak pelumas, penghematan Rp. 1,285,816.22 untuk suku cadang jenis ban vulkanisir dan penghematan Rp. 5,843,724.47 untuk suku cadang jenis selendang ban.

Kata Kunci. persediaan, pengendalian suku cadang, sistem informasi

Abstract. *The availability of spare parts in time is an important asset in a heavy equipment retailing company especially in the completion of maintaining and repairing program as per the schedule. So that the heavy equipment will be available when needed. In fact, there were 107 idle hours in february, 169 idle hours in March and 161 idle hours on April caused by the absence of various spare parts needed in restoration site. All these factors caused the referdation of spare parts supply in accordance to imprecision of information system in spare parts handling and procurement. Designing of database and information system is made, in order to over come the above matters. Database designing by spare part clasifications, clarifications and stipulations of stock elements. And the design of informations system by "unified modeling language" method. The result of implementing this system is obstemiousness of Rp. 9,090,432.56 for Tire, Rp. 947,025.47 for Tube, Rp. 1,298,446.09 for Engine oil, Rp. 1,198,187.93 for Hydraulic oil, Rp. 1,559,882.97 for Bearing, Rp. 1,285,816.22 for Tire vulcanizer and Rp. 5,843,724.47 for Rim.*

Keywords. *Inventory, Spare Parts Controlling, Information System*

1. Pendahuluan

Persediaan suku cadang merupakan aset yang cukup penting pada perusahaan penyewaan alat berat. Menurut Assauri (1998) persediaan terhadap suku cadang sangat perlu karena jika jumlah persediaan lebih kecil dari jumlah suku cadang yang rusak, maka akan menyebabkan alat berat tidak dapat beroperasi. Hal ini akan menimbulkan kerugian yang sangat besar. Demikian pula sebaliknya, jika jumlah persediaan suku cadang di gudang terlalu besar maka akan menimbulkan kerugian seperti tertanamnya modal perusahaan.

Suku cadang dari masing-masing alat berat mempunyai waktu kerusakan yang berbeda-beda. Untuk mengurangi kerusakan alat berat sangat diperlukan perencanaan perawatan yang baik. Untuk mendukung rencana perawatan dan perbaikan terhadap alat berat maka dibutuhkan suku cadang. Suku cadang yang tidak tersedia pada saat yang dibutuhkan akan menghambat rencana perawatan dan perbaikan tersebut. Untuk itu pengendalian persediaan suku cadang dalam perusahaan penyewaan alat berat sangat diperlukan untuk menjaga keandalan alat berat dan ketepatan pelaksanaan program perawatan dan perbaikan.

Kenyataan bahwa perusahaan saat ini sudah memiliki sistem informasi pengendalian persediaan suku cadang. Menurut Kenneth C Laudon (2005) sistem informasi tidak bisa sukses tanpa memahami organisasi. Salah satu bentuk pemahaman terhadap organisasi adalah dengan memetakan bisnis proses dan diagram jaringan informasi perusahaan yang digambarkan pada Gambar 1.1 (a) dan Gambar 1.1 (b). Menurut Kenneth C Laudon (2005) Bisnis proses merupakan suatu cara unik dalam mengorganisasikan aktivitas kerja, informasi dan pengetahuan untuk menghasilkan suatu produk atau jasa.

Menurut Henmaidi dalam Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Perusahaan melakukan pembagian suku cadang dalam 3 kategori yaitu kategori *fast moving*, kategori *middle moving* dan kategori *slow moving*. Menurut Richardus Eko Indrajit dalam buku Manajemen Persediaan (2003), barang suku cadang dibagi berdasarkan penggunaannya. Pembagian ini sangat berguna untuk membagi kebijakan penyimpanan dan pengisian kembali. Menurutnya juga sebaiknya pembagian dikaitkan dengan tingkat kerusakan alat yang digunakan. Perusahaan juga sudah memiliki sistem pemesanan berdasarkan stok minimum-maksimum. Perusahaan memiliki beberapa prosedur yang mengatur pengendalian persediaan suku cadang.

Menurut Kenneth C Laudon (2005) Prosedur merupakan aturan-aturan formal untuk menyelesaikan tugas yang dikembangkan dengan tujuan mengatasi situasi yang telah diantisipasi sebelumnya.

Kelemahan dari sistem ini adalah suku cadang sering terlambat tiba di perusahaan sehingga program perawatan dan perbaikan sering terlambat.

Sebagai contoh pada bulan Februari, ada 104 jam waktu menganggur karena menunggu spart

part tiba di lokasi perbaikan. Pada bulan Maret, ada 169 jam waktu menganggur akibat suku cadang terlambat tiba. Pada bulan April, ada 161 jam waktu menganggur untuk menunggu suku cadang tiba. Kumulatif waktu menunggu ini cukup besar yang mengakibatkan alat berat tidak tersedia pada saat yang dibutuhkan.

Menurut Hermawan, Arya Tandy dalam Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI 2009) Masalah lain yang sering juga terjadi adalah kesalahan pemesanan suku cadang antara pihak pemesan dan supplier. Selama ini, masalah di atas ada beberapa kali terjadi. Akibatnya alat berat yang siap pakai tidak bisa dikirim sesuai permintaan pengguna di lapangan. Pengguna di lapangan merasa tidak puas yang ditunjukkan melalui complain/klaim yang sering mereka sampaikan.

Kenyataan lain di dalam perusahaan adalah karakteristik suku cadang yang berjumlah amat banyak yaitu kurang lebih 1100 jenis, jika tidak diklasifikasikan dalam bank data secara sistematis sesuai dengan sifat item baik tingkat penyerapan, tingkat kepentingan dan lain sebagainya akan menjadi kendala tersendiri dalam sistem persediaan maupun penyajian informasi. Penyajian informasi yang dimaksud adalah informasi mengenai suku cadang apa yang sudah mencapai batas stok minimum dan harus dipesan kembali sampai dengan informasi supplier suku cadang yang akan dipesan.

Kemudahan memperoleh informasi amat penting dalam mempersiapkan kegiatan operasional maupun kegiatan rutin bagi pihak manajemen. Kemudahan memperoleh informasi menurut pengamatan yang ada saat ini khususnya dalam sistem pengendalian persediaan perlu ditingkatkan agar dapat menunjang penyajian informasi dalam waktu yang cepat dan tepat sesuai dengan kebutuhan pengambil keputusan. Penyajian informasi dalam waktu yang cepat dan tepat tersebut dapat menghilangkan waktu untuk kegiatan yang tidak efektif. Sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan produktivitas kerja karyawan pada bagian terkait.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang seperti diuraikan di atas, permasalahan yang akan dicari pemecahannya melalui penelitian ini adalah seringnya terjadi keterlambatan dalam pengadaan suku cadang sehubungan dengan ketidakjelasan sistem informasi dalam pengelolaan suku cadang.

2.1. Tujuan dan Sasaran Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan rancangan sistem informasi persediaan suku cadang yang efektif dan efisien sehingga rencana pengadaan dan pengendalian suku cadang dapat akurat dalam menunjang program perawatan dan perbaikan.

Sasaran penelitian ini adalah untuk mengembangkan data base, mendata dan menetapkan informasi antar unit terkait dalam sistem informasi,

merancang formulir yang akan diimplementasikan pada sistem informasi dan mengembangkan sistem pengkodean.

2.2. Manfaat Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, ada beberapa manfaat yang bisa diperoleh, antara lain:

1. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan serta sebagai bahan informasi dan rekomendasi untuk selanjutnya menjadi referensi bagi perusahaan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan informasi pengendalian persediaan
2. Sebagai bahan kajian penelitian selanjutnya dan memberikan sumbangan pemikiran khususnya masalah sistem informasi pengendalian persediaan

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan pendekatan *action research*, yaitu suatu metode yang menyelesaikan suatu indikasi keadaan, gejala pada kondisi yang sudah ada dan sedang berjalan, yang dilakukan dengan pengumpulan data, mentabulasi dan mengklarifikasi serta menginterpretasikan sehingga diperoleh gambaran yang jelas mengenai masalah yang dihadapi dan pada akhirnya usulan pengembangan yang dilakukan.

3.1. Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini dikumpulkan dengan berbagai cara, sebagai berikut:

1. Melakukan observasi langsung, yaitu mencatat sendiri data yang diperlukan yang diperoleh terhadap pengamatan di lapangan.
2. Melakukan Tanya jawab secara langsung dengan pihak yang terkait dalam pengendalian persediaan suku cadang yaitu Divisi *Business Support*.
3. Melakukan penelusuran berbagai dokumen yang terkait seperti data masa lalu, kebijakan dan berbagai dokumen yang terkait dengan pengendalian persediaan suku cadang.

3.2. Sumber Data

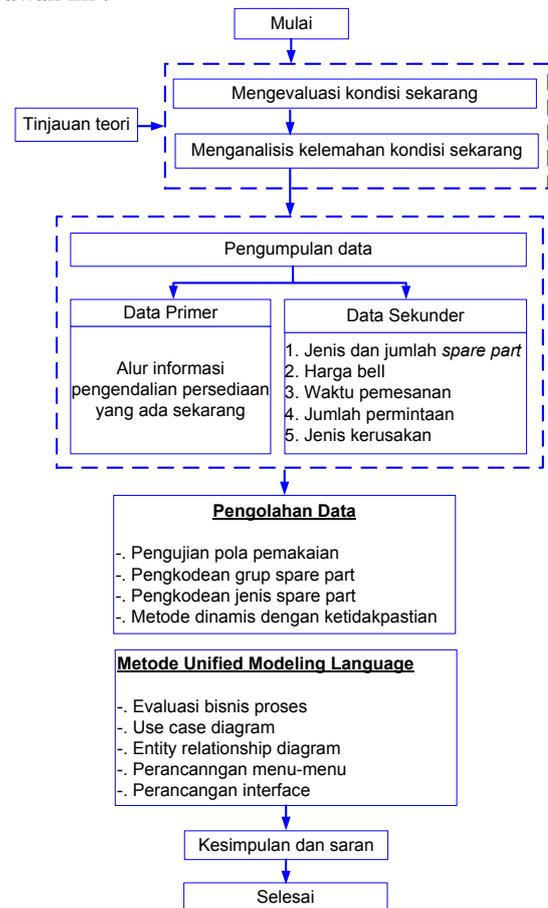
Data yang diperlukan dalam penelitian ini secara garis besar terdiri dari dua jenis data, yaitu:

1. Data Primer
Data Primer meliputi Alur informasi pengendalian persediaan yang ada sekarang dan lain-lain.
2. Data Sekunder
Jumlah dan jenis suku cadang, harga beli masing-masing suku cadang, waktu pemesanan untuk masing-masing suku cadang, jumlah permintaan masing-masing suku cadang, jenis kerusakan, ketepatan rencana jadwal dan realisasi program perawatan, kegagalan perbaikan, bisnis proses, kelengkapan sarana dan prasarana yang meliputi material, mekanik, mesin, sistem dan prosedur perbaikan dan lain-lain.

Metodologi ini merupakan sesuatu yang sangat penting karena berhasil tidaknya, demikian juga tinggi rendahnya kualitas hasil penelitiannya

sangat ditentukan oleh ketetapan penulis dalam memilih metodologi penelitiannya.

Diagram alir atau tahapan-tahapan dalam melakukan dapat ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1 : Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Penelitian

Ada 2 (dua) hal yang akan dilakukan dalam perancangan sistem informasi pengendalian persediaan suku cadang yaitu:

1. Perancangan Data Base

Data base yang dimaksud adalah data yang akan menjadi input pada sistem yang akan dibangun. Input adalah kode suku cadang, jumlah pemesanan minimum suku cadang, waktu pemesanan / *lead time*, jumlah pemesanan minimum masing-masing suku cadang dan total biaya yang dikeluarkan untuk masing-masing suku cadang. Dalam penelitian ini, perancangan data base yang dibuat hanya untuk suku cadang golongan kritis (A).

2. Perancangan sistem informasi

Setelah perancangan data base selesai dilakukan, maka selanjutnya dilakukan perancangan sistem informasi. Sistem informasi yang dirancang melalui proses disain, analisis dan perancangan.

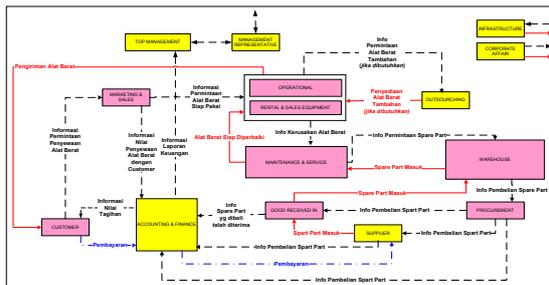
Dalam perancangan sistem informasi ini, semua data yang terkumpul telah dianalisa hubungan antara masing-masing pernyataan dan data yang terkait. Untuk merancang sistem informasi pengendalian persediaan dilakukan pendekatan *Unified Modeling Language* (UML). Tahapan dalam

merancang sistem informasi dengan pendekatan UML adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan (*Planning*)
2. Analisis (*Analysis*)
3. Perancangan (*Design*)

1) Tahap Perencanaan (*Planning*)

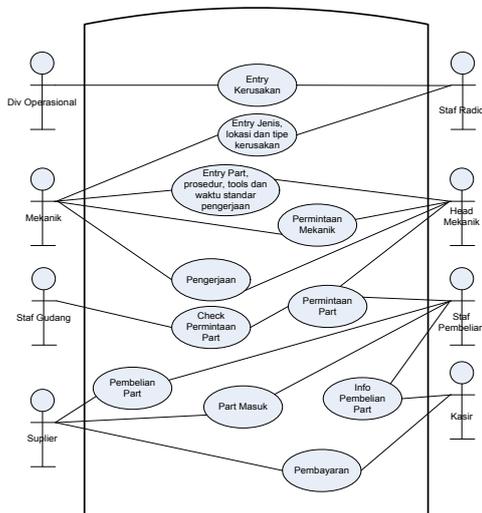
Dalam tahapan perencanaan ini ada beberapa kegiatan yang dilakukan yaitu perumusan tujuan pengembangan sistem informasi, survei awal terhadap permasalahan sistem informasi yang ada, analisis sistem dan prosedur yang ada saat ini dan membuat keputusan akhir tentang kelayakan sistem baru.



Gambar 2 : Proses Bisnis Usulan

2) Tahap Analisis (*Analysis*)

Dalam tahapan analisis ini ada beberapa kegiatan yang akan dilakukan yaitu Mendefinisikan struktur keputusan pada organisasi pengguna, Definiskan permasalahan dan kebutuhan pada pengguna, Menentukan ruang lingkup sistem yang akan didisain, Mengumpulkan fakta-fakta yang dibutuhkan untuk disain, Mengumpulkan data yang akan dihandel sistem informasi dan Analisis fakta.



Gambar 3 : Diagram Use Case

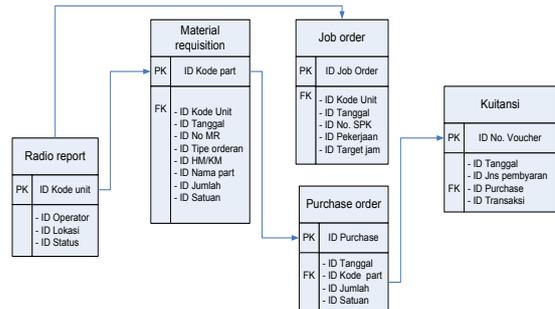
3) Tahap Perancangan (*Design*)

Dalam tahapan analisis ini ada beberapa kegiatan yang akan dilakukan yaitu menentukan tujuan umum dan tujuan spesifik sistem informasi, membuat model konseptual, menentukan batasan-batasan sistem, merumuskan operasi dasar pemrosesan data dan pengembangan alternatif disain. Tahapan analisis dapat diinterpretasikan dengan Perancangan Entity

Relationship Diagram (ERD), Perancangan Menu dan Perancangan Antar Muka (*Interface*).

a) Perancangan Entity Relationship Diagram (ERD)

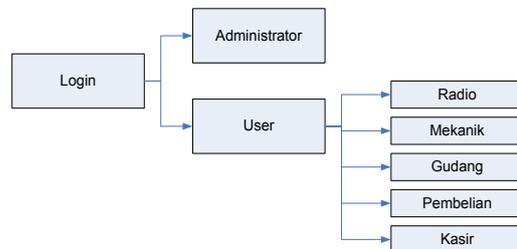
Entity Relationship Diagram (ERD) merupakan suatu model untuk menjelaskan hubungan antar data dalam basis data berdasarkan objek-objek dasar data yang mempunyai hubungan antar relasi. Entity Relationship Diagram (ERD) untuk memodelkan struktur data dan hubungan antar data, untuk menggambarannya digunakan beberapa notasi dan simbol. Entity Relationship Diagram pengendalian persediaan suku cadang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 : Entity Relation Diagram

b) Perancangan Menu

Perancangan menu dilakukan untuk merancang menu-menu apa yang dibutuhkan dalam kegiatan pengendalian persediaan ini. Menu-menu akan dirancang detail dan akurat agar sistem yang dibangun dapat dijalankan. Adapun rancangan menu pada pengendalian persediaan suku cadang di PT. XYZ dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



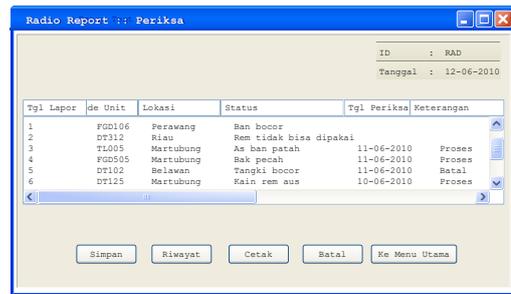
Gambar 5 : Perancangan Menu

c) Perancangan Antar Muka (*Interface*)

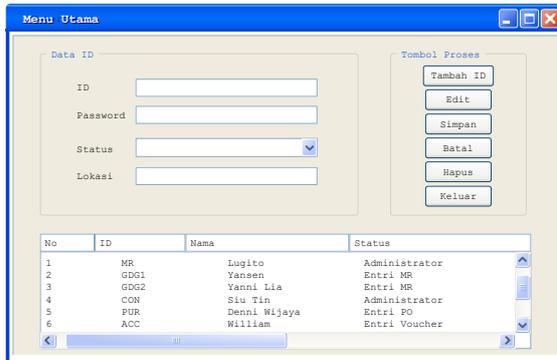
Setelah mendapatkan field-field maupun informasi apa saja yang mau ditampilkan maka dibuatlah rancangan antarmuka dan untuk memudahkan penjelasan disain antar muka sistem ini. Untuk rancangan antarmuka dapat kita lihat beberapa menu. Rancangan antarmuka yang dibuat interface adalah menu login, menu radio report, menu material requisition, menu job order, menu purchase order dan menu kuitansi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 : Interface



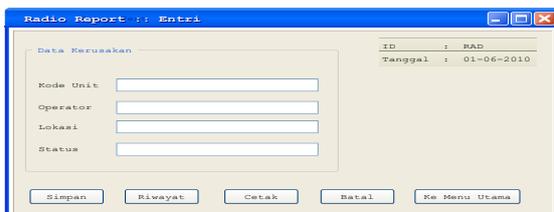
Form 11: Form Periksa Radio Report



Gambar 7 : Form Login



Gambar 8 : Form Radio Report



Gambar 9 : Form Entri Radio Report



Gambar 10 : Form Edit Radio Report

4. Kesimpulan

- Berdasarkan klasifikasi suku cadang yang dilakukan maka ada 7 jenis suku cadang kategori kritis (*Fast Moving*), 26 jenis suku cadang kategori sedang (*Middle Moving*) dan 833 jenis suku cadang kategori tidak kritis (*Slow Moving*).
- Dengan menggunakan klasifikasi ABC maka yang termasuk suku cadang kategori kritis (*Fast Moving*) adalah jenis ban, ban dalam, oli mesin, oli hidrolik, bearing, ban vulkanisir, dan selendang ban
- Model persediaan untuk seluruh suku cadang kategori kritis adalah model dinamis dengan ketidakpastian.
- Persediaan keamanan untuk jenis ban adalah 7.052 unit, waktu pemesanan 12.692 hari, pemesanan optimal 6.346 unit, pemesanan kembali 13.398 unit dan total biaya persediaan adalah Rp. 246,696,441.10.
- Persediaan keamanan untuk jenis ban dalam adalah 16.693 unit, waktu pemesanan 22.839 hari, pemesanan optimal 44.251 unit, pemesanan kembali 60.944 unit dan total biaya persediaan adalah Rp. 25,389,392.53.
- Persediaan keamanan untuk oli mesin adalah 40.767 unit, waktu pemesanan 103.398 hari, pemesanan optimal 1,208.468 unit, pemesanan kembali 1,249.235 unit dan total biaya persediaan adalah Rp. 7,457,652.36.
- Persediaan keamanan untuk oli hidrolik adalah 247.340 unit, waktu pemesanan 12.311 hari, pemesanan optimal 677.847 unit, pemesanan kembali 925.187 unit dan total biaya persediaan adalah Rp. 6,927,910.17.
- Persediaan keamanan untuk bearing adalah 0.240 unit, waktu pemesanan 9.903 hari, pemesanan optimal 0.619 unit, pemesanan kembali 0.859 unit dan total biaya persediaan adalah Rp. 13,316,890.93.
- Persediaan keamanan untuk ban vulkanisir adalah 9.899 unit, waktu pemesanan 17.317 hari, pemesanan optimal 19.482 unit, pemesanan kembali 29.381 unit dan total biaya persediaan adalah Rp. 9,473,148.12.
- Persediaan keamanan untuk selendang ban adalah 25.479 unit, waktu pemesanan 4.393 hari, pemesanan optimal 4.668 unit, pemesanan kembali 30.146 unit dan total biaya persediaan adalah Rp. 18,141,369.30.
- Langkah – langkah perancangan sistem informasi menggunakan bahasa UML (*unified modelling*

language) adalah tahap perencanaan (*planning*) dengan proses bisnis, tahap analisis (*analysis*) dengan diagram use case, tahap perancangan (*design*) dengan perancangan entity relationship diagram (ERD), perancangan menu dan perancangan antarmuka (*interface*).

DAFTAR PUSTAKA

- Albin, S. T. (2003). *The art of software architecture : Design, Methods & Techniques*. John Wiley & Sons.
- Anshori Tavip, *Aplikasi Sistem Pakar dalam mendukung sistem manajemen informasi*, Proceedings, Komputer dan Sistem Inteligen (KOMMIT, 2002), 21-22 Agustus 2002.
- Anwaruddin Tanwari, A. Q. (2000). ABC Analysis as a inventory control technique. *QUAID E AWAM University Research Journal of Engineering, Science and Technology* .
- Ballou, R. H. (1999). *Business Logistics Management*. Prentice Hall International Inc.
- Henmaidi, *Analisis Kinerja Manajemen Persediaan pada PT.XYZ*, Jurnal Ilmiah Teknik Industri
- Hermawan, Arya Tandi, *Decision Support System Tool untuk penyelesaian masalah*, Jurnal Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI 2009), ISSN : 1907-5022
- Hidayati, H. d. (2006). Analisis Kinerja Manajemen Persediaan pada PT.United Tractors Tbk Cabag Padang. *Universitas Andalas* .
- Jauhari, W. A. (2007). Penetapan Tingkat Persediaan Spare Part Forklift Merek Komatsu dengan pendekatan model persediaan single item (studi kasus di PT.United Tractors Tbk). *Universitas Sebelas Maret* .
- Laudon, K. C. (2005). *Sistem Informasi Manajemen*. Jakarta: Penerbit Andi.
- Stallings, W. (2003). *Computer Organization & Architecture*. Prentice Hall.
- Ultsch, A. (2001). Proof of pareto's 80/20 law and precise limit for ABC analysis. *University of marburg Germany* .
- Widia, D. (2011). Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Manajemen Persediaan untuk Meningkatkan Pengendalian Persediaan Suku Cadang Pesawat pada Divisi Logistik Perusahaan Penerbangan Studi Kasus PT. PAS. *Universitas Bina Nusantara* .

IDENTIFIKASI KEINGINAN EMOSIONAL PERAWAT PADA ALAT HEMODIALISIS DI RUMAH SAKIT DELI SERDANG

Khawarita Siregar¹, Rosnani Ginting², Ikhsan Siregar³.

¹Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
email: khawaritasiregar@yahoo.co.id

²Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
email: rosnani_usu@yahoo.co.id

³Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
email: ikhsan.siregar@yahoo.com

Abstrak. Fasilitas kesehatan masyarakat adalah komponen dalam mempercepat peningkatan derajat kesehatan masyarakat. Rumah sakit sebagai sarana kesehatan memiliki peran yang sangat strategis dalam memberikan layanan berkualitas sesuai dengan standar yang ditetapkan dan dapat menjangkau seluruh masyarakat. Satu instalasi yang membutuhkan peningkatan kualitas adalah instalasi Hemodialisis. Jumlah pasien meningkat setiap tahun harus diikuti dengan peningkatan kualitas layanan instalasi. Meningkatkan kualitas pelayanan rumah sakit tidak dapat dipisahkan dari setiap instalasi atau bagian yang terdapat di rumah sakit, salah satunya adalah fasilitas hemodialisis. Penelitian ini berfokus pada kebutuhan emosional operator mesin hemodialisis (perawat) untuk desain mesin hemodialisis melalui Kansei Engineering.

Kata Kunci : *Hemodialisis, Rumah Sakit, Kebutuhan Emosional, Suster, Kansei Engineering*

Abstract. *Public health facilities is a component in accelerating the improvement of public health degree. Hospitals as health facilities have a very strategic role in providing quality services in accordance with established standards and can reach the whole community. One installation that requires quality improvement is the installation of Hemodialysis. The number of patients is increasing every year should be followed by improvement of quality of service installation. Improving the quality of hospital services can not be separated from each installation or parts contained in the hospital, one of which is a hemodialysis facility. This research focuses on the emotional needs of the hemodialysis machine operator (nurse) to the hemodialysis machine design through Kansei Engineering.*

Keywords : *Hemodialysis, Hospital, emotional needs, Nurse, Kansei Engineering*

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit pada dasarnya merupakan bentuk pelayanan yang merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat. Rumah sakit sangat dibutuhkan dalam menangani pelayanan kesehatan sebagai pertolongan pertama maupun pengobatan selanjutnya hingga seorang pasien kembali sehat. Meningkatnya jumlah masyarakat, maka semakin meningkat juga kebutuhan masyarakat akan pelayanan kesehatan. Kebutuhan masyarakat akan pelayanan kesehatan yang beragam, memunculkan kewajiban yang harus dilaksanakan rumah sakit untuk meningkatkan pelayanan rumah sakit. Peningkatan mutu pelayanan tidak terlepas pada setiap instalasi atau bagian yang terdapat pada rumah sakit tersebut. Salah satunya adalah Instalasi Hemodialisis. Instalasi Hemodialisis merupakan bagian rumah sakit yang berfungsi sebagai tempat proses pembersihan darah dari zat-zat sampah, melalui proses penyaringan di luar tubuh. Hemodialisis secara umum dikenal dengan nama cuci darah.

Data Persatuan Nefrologi Indonesia (PERNEFRI), pada tahun 2011 terdapat sekitar 70 ribu orang pasien Gagal Ginjal Kronik (GGK) di Indonesia. Laporan mengenai jumlah penderita penyakit gagal ginjal yang bersumber dari Puskesmas di Sumatera Utara menunjukkan peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan penderita penyakit gagal ginjal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Penderita Penyakit Gagal Ginjal Bersumber Puskesmas Provinsi Sumatera Utara

No	Tahun	Jenis Kelamin		Total
		Laki-laki	Perempuan	
1	Tahun 2010	162	121	283
2	Tahun 2011	187	183	370
3	Tahun 2012	409	306	715

Sumber : Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara

Mahalnya biaya Hemodialisis ini tidak dapat dihindari oleh pihak rumah sakit karena harga untuk sebuah mesin Hemodialisis memang tergolong sangat mahal. Pihak rumah sakit sebagai operator yang berhubungan langsung dengan pihak produsen harus melakukan analisis kebutuhan perancangan terhadap mesin Hemodialisis sebagai perbaikan untuk rancangan berikutnya mengingat jumlah pasien yang terus meningkat setiap tahunnya. Dengan demikian, pasien dapat terbantu dengan kemudahan dan harga yang tidak begitu mahal untuk melakukan cuci darah. Sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan emosional operator yang memahami penggunaan mesin hemodialisis maka perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode *Kansei Engineering*

Penelitian ini berkonsentrasi pada metode *Kansei Engineering* yang merupakan metode yang

paling sederhana dari analisis Kansei dan memiliki track record yang terbukti dalam aplikasi di dunia industri (L. Hultman and S. Larsson, 2005), dimana aplikasi dari *Kansei Engineering* digunakan untuk memastikan bahwa suatu jasa memenuhi tanggapan emosional yang diinginkan. Proses ini memungkinkan untuk memodelkan perasaan/emosi pelanggan dan kemudian menerjemahkannya ke dalam parameter desain.

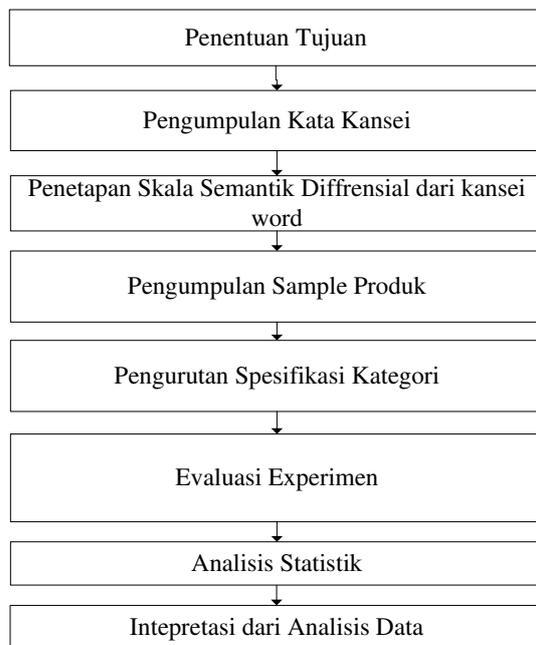
Kansei Engineering adalah metode yang digunakan untuk menerjemahkan perasaan pelanggan ke dalam spesifikasi desain. *Kansei Engineering* merupakan proses rekayasa dari data *kansei* untuk merancang produk dan jasa. (Mitsuo Nagamichi, 2011). *Kansei Engineering* digunakan untuk memastikan bahwa suatu jasa pelayanan rumah sakit memenuhi tanggapan emosional yang diinginkan. Proses ini memungkinkan untuk memodelkan perasaan/emosi pasien dan kemudian menerjemahkannya ke dalam parameter desain (Markus Hartono, 2012).

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di rumah sakit umum yang memiliki instalasi hemodialisis yang ada di RS Deli Serdang pada tahun 2016 dengan respondennya adalah para operator mesin hemodialisis

Penelitian dimulai dengan melakukan survei pendahuluan terhadap keadaan instalasi hemodialisis di rumah sakit. Survei pendahuluan bertujuan untuk mendapatkan keluhan perawat terhadap kondisi instalasi hemodialisis. Keluhan ini dikombinasikan dengan literatur yang berhubungan dengan standar operasi instalasi hemodialisis untuk mendapatkan atribut perbaikan yang kemudian dijadikan atribut-atribut pertanyaan pada kuesioner *kansei engineering*. Kuesioner *kansei engineering* menggunakan *kansei word* pada pemilihannya. *Kansei word* menjadi dasar penilaian perawat terhadap atribut pertanyaan yang ada.

Kansei Engineering digunakan untuk mendapatkan kategori atribut berdasarkan pendapat responden. Pengolahan *kansei engineering* dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : Mitsuo Nagamachi (2011)

Gambar 1. Diagram Alir Kansei Engineering

3. Hasil dan Pembahasan

Kuesioner *Kansei Engineering* dibuat berdasarkan penilaian emosional responden dengan ketujuh *kansei word* terhadap atribut pertanyaan. Atribut pertanyaan pada kuesioner *Kansei Engineering* adalah:

1. Dimensi Mesin
 - a. 370x340x1420 cm
 - b. 370x340x1570 cm
 - c. 850x840x1660 cm
2. Jumlah Pump
 - a. Single Pump
 - b. Double Pump
3. Power
 - a. 1500 kW
 - b. 1700 kW
4. Monitoring Device
 - a. Digital
 - b. Manual
5. Alarm
 - a. Sound
 - b. Light
6. Bentuk Konsentrat
 - a. Bubuk
 - b. Cair
7. Arterial-Venous Needle Set
 - a. Fixed
 - b. Rotary

Kansei word yang digunakan pada kuesioner kansei engineering adalah sebagai berikut

Kansei Word 1 : Jelek-Bagus

Kansei Word 2 : Tidak menarik-menarik

Kansei Word 3 : biasa – elegan

Kansei Word 4 : Tidak nyaman– nyaman

Kansei Word 5 : kasar – halus

Kansei Word 6 : tidak inovatif – inovatif

Kansei Word 7 : mudah rusak– awet

Disusun kata negatif dari kata positif *kansei* yang terpilih dan ditentukan skala penilaian yang digunakan yaitu penilaian skala *semantic differential 5-point*.

Analisis statistik menggunakan metode analisis *conjoint*. Langkah-langkah analisis *conjoint* adalah:

1. Menentukan nilai *constant*

Nilai *constant* diperoleh dengan menggunakan rumus, dimana n adalah 5 karena skala penilaian yang digunakan adalah skala *semantic differential 5-point*.

$$c = \left[\frac{1 + 2 + 3 + \dots + n}{n} \right]$$

$$c = \left[\frac{1 + 2 + 3 + 4 + 5}{5} \right] = 3$$

2. Menentukan nilai *mean*

Nilai *mean* diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\bar{x} = \left[\frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \right]$$

Contoh perhitungan nilai *mean* untuk item Dimensi mesin 370x340x1420 cm terhadap kata *kansei* Jelek-Bagus adalah:

$$\bar{x} = \left[\frac{4 + 4 + 3 + 5 + 4 + .4}{6} \right] = 4 \text{ Hasil}$$

rekapitulasi nilai *mean* kuesioner *semantic differential* dapat dilihat pada Tabel 2.

3. Menghitung nilai *deviation*

Nilai *deviation* atau *utility* diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Deviation} = \text{mean} - \text{constant}$$

Contoh perhitungan nilai *deviation* untuk item Dimensi mesin 370x340x1420 cm terhadap kata *kansei* Jelek-Bagus adalah:

$$\text{Deviasi} = 4 - 3 = 1$$

Hasil rekapitulasi nilai *deviation* kuesioner *semantic differential* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Kuesioner *Semantic Differential*

No	Item	Kategori	Kata Kansei						
			Jelek-Bagus	Tidak menarik - Menarik	Biasa-Elegan	Tidak Nyaman-Nyaman	Kasar-Halus	Tidak Inovatif-Inovatif	Mudah Rusak-Awet
1.	Dimensi Mesin	a. 370x340x1420	4,000	3,167	3,167	3,500	4,000	3,333	4,500
		b. 370x340x1570	3,167	3,167	3,333	4,167	4,167	3,333	4,833
		c. 850x840x1660	3,500	3,167	3,333	3,167	3,667	3,333	4,167
2	Jumlah pump	a. Single pump	3,667	3,667	3,167	4,333	4,000	3,833	5,000
		b. double pump	4,333	4,000	4,167	4,500	4,000	4,167	4,333
3	Power	a. 1500 kw	3,833	4,000	4,500	4,333	4,167	4,167	4,667
		b. 1700 kw	3,833	4,167	4,000	4,000	4,167	4,333	4,333
4	Monitoring Device	a. Digital	4,333	4,167	4,167	4,167	4,167	4,667	4,333
		b. Manual	3,333	3,167	3,167	3,667	3,667	3,667	4,833
5	Alarm	a. Sound	4,333	4,000	3,667	4,667	4,000	4,500	4,833
		b. Light	3,167	3,500	3,500	3,500	4,000	3,500	4,167
6	Bentuk Konsentrat	a. Bubuk	3,000	2,833	3,000	3,000	3,000	2,833	3,667
		b. Cair	3,333	3,833	3,667	4,167	4,167	4,167	4,833
7	AVF	a. Fixed wing	3,667	3,833	3,833	4,500	4,167	4,333	4,667
		b. Rotating wing	3,500	3,667	3,833	4,000	3,833	4,167	4,500

Tabel 3. Nilai Deviasi Kuesioner *Semantic Differential*

No	Item	Kategori	Kata Kansei						
			Jelek-Bagus	Tidak menarik- Menarik	Biasa-Elegan	Tidak Nyaman-Nyaman	Kasar-Halus	Tidak Inovatif-Inovatif	Mudah Rusak-Awet
1.	Dimensi Mesin	a. 370x340x1420	1,000	0,167	0,167	0,500	1,000	0,333	1,500
		b. 370x340x1570	0,167	0,167	0,333	1,167	1,167	0,333	1,833
		c. 850x840x1660	0,500	0,167	0,333	0,167	0,667	0,333	1,167
2	Jumlah pump	a. Single pump	0,667	0,667	0,167	1,333	1,000	0,833	2,000
		b. double pump	1,333	1,000	1,167	1,500	1,000	1,167	1,333
3	Power	a. 1500 kw	0,833	1,000	1,500	1,333	1,167	1,167	1,667
		b. 1700 kw	0,833	1,167	1,000	1,000	1,167	1,333	1,333
4	Monitoring Device	a. Digital	1,333	1,167	1,167	1,167	1,167	1,667	1,333
		b. Manual	0,333	0,167	0,167	0,667	0,667	0,667	1,833
5	Alarm	a. Sound	1,333	1,000	0,667	1,667	1,000	1,500	1,833
		b. Light	0,167	0,500	0,500	0,500	1,000	0,500	1,167
6	Bentuk Konsentrat	a. Bubuk	0,000	-0,167	0,000	0,000	0,000	-0,167	0,667
		b. Cair	0,333	0,833	0,667	1,167	1,167	1,167	1,833
7	AVF	a. Fixed wing	0,667	0,833	0,833	1,500	1,167	1,333	1,667
		b. Rotating wing	0,500	0,667	0,833	1,000	0,833	1,167	1,500

4. Analisis data
 Hasil analisis nilai utility untuk item dari setiap kategori dapat dilihat pada Tabel 4.
 Kategori dari item dipilih berdasarkan kategori yang memiliki jumlah terbanyak untuk kata kansei dengan nilai utility terbesar. Hasil kategori yang terpilih untuk setiap item alat hemodialysis adalah:

- a. Kategori yang terpilih untuk item dimensi mesin adalah 370 x 340 x 1570 cm dengan enam kata kansei memiliki nilai utility terbesar.
- b. Kategori yang terpilih untuk item jumlah pump adalah double pump dengan enam kata kansei memiliki nilai utility terbesar.
- c. Kategori yang terpilih untuk item power adalah 1500 Kw dengan lima kata kansei memiliki nilai utility terbesar.
- d. Kategori yang terpilih untuk item Monitoring device adalah Digital dengan enam kata kansei memiliki nilai utility terbesar.
- e. Kategori yang terpilih untuk item Alarm adalah Sound dengan tujuh kata kansei memiliki nilai utility terbesar.
- f. Kategori yang terpilih untuk item Bentuk konsentrat adalah Cair dengan tujuh kata kansei memiliki nilai utility terbesar.
- g. Kategori yang terpilih untuk item AVF adalah fixed wing dengan tujuh kata kansei memiliki nilai utility terbesar.

Tabel 4. Hasil Analisis Nilai Utility Untuk Item Dari Setiap Kategori

No	Item	Kategori	Kata Kansei						Mudah Rusak-Awet
			Jelek-Bagus	Tidak menarik-Menarik	Biasa-Elegan	Tidak Nyaman-Nyaman	Kasar-Halus	Tidak Inovatif-Inovatif	
1.	Dimensi Mesin	a. 370x340x1420	1,000	0,167	0,167	0,500	1,000	0,333	1,500
		b. 370x340x1570	0,167	0,167	0,333	1,167	1,167	0,333	1,833
		c. 850x840x1660	0,500	0,167	0,333	0,167	0,667	0,333	1,167
2	Jumlah pump	a. Single pump	0,667	0,667	0,167	1,333	1,000	0,833	2,000
		b. double pump	1,333	1,000	1,167	1,500	1,000	1,167	1,333
3	Power	a. 1500 kw	0,833	1,000	1,500	1,333	1,167	1,167	1,667
		b. 1700 kw	0,833	1,167	1,000	1,000	1,167	1,333	1,333
4	Monitoring Device	a. Digital	1,333	1,167	1,167	1,167	1,167	1,667	1,333
		b. Manual	0,333	0,167	0,167	0,667	0,667	0,667	1,833
5	Alarm	a. Sound	1,333	1,000	0,667	1,667	1,000	1,500	1,833
		b. Light	0,167	0,500	0,500	0,500	1,000	0,500	1,167
6	Bentuk Konsentrat	a. Bubuk	0,000	-0,167	0,000	0,000	0,000	-0,167	0,667
		b. Cair	0,333	0,833	0,667	1,167	1,167	1,167	1,833
7	AVF	a. Fixed wing	0,667	0,833	0,833	1,500	1,167	1,333	1,667
		b. Rotating wing	0,500	0,667	0,833	1,000	0,833	1,167	1,500

4. Kesimpulan

Hasil perhitungan statistik dianalisis untuk mendapatkan desain spesifikasi berdasarkan penilaian *kansei*. Nilai *utility* merupakan dasar untuk menemukan kategori yang terpilih untuk setiap item. Keinginan emosional perawat terhadap mesin hemodialisis kemudian menjadi spesifikasi mesin yang paling diinginkan.

Spesifikasi mesin tersebut adalah dimensi 370 x 340 x 1570 cm, double pump, memiliki power 1500 Kw, layar monitor digitasl, alarm berupa suara, menggunakan konsentrat berbentuk cair serta bentuk Arterial Venous Needle set adalah fixed wing.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartono, Markus, *Kerangka Konseptual Aplikasi Kansei Engineering dan TRIZ pada Industri Layanan*. (Nopember 2012)
- Nagamichi, Mitsuo, *Kansei/Affective Engineering* (New York: CRC Press, 2011)
- Peraturan Menteri Kesehatan RI, Nomor:129/Menkes/SK/II/ 2008, tentang Standar Pelayanan Minimal Rumah Sakit.
- Profil Kesehatan Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012, Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara
- Sinulingga, Sukaria. 2013. *Metodologi Penelitian*. Medan: USU Press.

PERBAIKAN PROSES PRODUKSI UKM ROTI DI KOTA MEDAN MELALUI PENERAPAN DISIPLIN TEKNIK INDUSTRI

Rosnani Ginting¹, Ukurta Tarigan², Erwin Sitorus³

¹Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
email: rosnani_usu@yahoo.co.id

²Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
email: ukurta.tarigan@yahoo.co.id

²Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
email: erwin_birosdmusu@yahoo.com

Abstrak. Tujuan khusus dari ini kegiatan pelayanan masyarakat adalah untuk memberikan pengetahuan tentang pentingnya meningkatkan kualitas kerja dengan menerapkan K3 dan melengkapi APD yang diperlukan, peningkatan kebersihan UKM dan proses produksi, pemahaman kesadaran menjaga pentingnya kerapian dengan menerapkan 5S, perbaikan sistem sirkulasi udara di ruang dan peralatan tambahan yang dibutuhkan Hasil dari komunitas ini kegiatan pelayanan sosialisasi mengenai pelaksanaan K3, 5S dan prinsip-prinsip ilmu Teknik Industri Lainnya dianggap relevan dengan kegiatan produksi, perbaikan tata letak lantai produksi, penyediaan K3 dan Visual display sesuai dan memadai, bantu desain, sieving tepung, pengadaan peralatan seperti kipas angin, meja lipat dan papan nama di rak dan ruang peralatan, pengadaan peralatan dan publikasi ilmiah lainnya kebutuhn dengan menerbitkan jurnal ilmiah.

Kata Kunci : Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), SME, 5S, Teknik Industri

Abstract. The specific objective of this community service activities is to give knowledge of the importance of improving the quality of work by applying K3 and equip PPE yang needed, improvement in the cleanliness of SMEs and the production process, an understanding of consciousness maintain the importance of neatness by implementing 5S, improvement in air circulation system in the room and additional equipment required. Outcomes of this community service activities are socialization regarding the implementation of K3, 5S and principles of science in Industrial Engineering Others considered relevant to production activities, improvement of the layout of the production floor, provision of K3 and Visual display appropriate and adequate, design aids, sieving flour, procurement of equipment such as a fan, a folding table and a nameplate on a shelf and space equipment, procurement of equipment and other kebutuhn scientific publications by publishing scientific journals.

Keywords : health and safety at work (K3), SME, 5S, Industrial Engineering

1. PENDAHULUAN

Perkembangan perusahaan industri di kota Medan sampai Tahun 2006 mengalami penurunan. Jumlah perusahaan industri sampai Tahun 2006 adalah 4.613 unit usaha dan perkembangan unit usaha pada Tahun 2001 terdaftar 180 unit usaha, sedangkan pada Tahun 2002 sebesar 178 unit usaha maka dalam hal ini terjadi penurunan sebesar 2 unit usaha.

Pada Tahun 2003 sebanyak 284 unit usaha, maka terjadi peningkatan sebesar 106 unit usaha dan pada Tahun 2004 berjumlah 341 unit usaha, maka terjadi peningkatan sebesar 57 unit usaha. Pada Tahun 2005 berjumlah 280 unit usaha maka terjadi penurunan sebesar 61 unit usaha dan pada Tahun 2006 adalah 243 unit usaha, terjadi penurunan sebesar 37 unit usaha (dinas perindustrian dan perdagangan kota medan, 2007)

Memang cukup berat tantangan yang dihadapi untuk memperkuat struktur perekonomian nasional. Pembinaan pengusaha kecil harus lebih diarahkan untuk meningkatkan kemampuan pengusaha kecil menjadi pengusaha menengah. Namun, disadari pula bahwa pengembangan usaha kecil menghadapi beberapa kendala seperti kemampuan, keterampilan, keahlian, manajemen sumber daya manusia, kewirausahaan, pemasaran dan keuangan. Lemahnya kemampuan manajerial dan sumberdaya manusia ini mengakibatkan pengusaha kecil tidak mampu menjalankan usahanya dengan baik. Pertama, kelemahan dalam memperoleh peluang pasar dan memperbesar pangsa pasar. Kedua, kelemahan dalam struktur pemodal dan keterbatasan untuk memperoleh jalur terhadap sumber-sumber pemodal. Ketiga, kelemahan di bidang organisasi dan manajemen sumber daya manusia. Keempat, Keterbatasan jaringan usaha kerjasama antar pengusaha kecil (system informasi pemasaran). Kelima, iklim usaha yang kurang kondusif, karena persaingan yang saling mematikan. Keenam, pembinaan yang telah dilakukan kurang terpadu dan kurangnya kepercayaan serta kepedulian masyarakat terhadap usaha kecil. Secara garis besar kelemahan pada bidang pemasaran di industri kecil makanan berharap dapat terus bertahan dalam berkompetisi dengan perusahaan-perusahaan sejenis lainnya.

Industri kecil dan menengah merupakan kegiatan ekonomi yang dilakukan oleh perseorangan atau rumah tangga maupun suatu badan yang bertujuan untuk memproduksi barang atau jasa untuk diperniagakan secara komersial, yang mempunyai kekayaan bersih paling banyak Rp. 200 juta dan nilai penjualan per Tahun kurang dari Rp. 50 milyar dengan jumlah tenaga kerja kurang dari 100 orang. Pada umumnya UKM di Indonesia tidak memiliki organisasi dan manajemen yang terstruktur. Usaha

dijalankan dengan konsep-konsep sederhana, tradisional dan pada umumnya masih memegang prinsip-prinsip kekeluargaan.

Dewasa ini, di Indonesia terdapat tidak kurang dari 34 juta usaha kecil dan menengah (UKM) termasuk di dalamnya 2,1 industri kecil dan menengah. Oleh karena itu, pengembangan kemampuan UKM merupakan issue pembangunan yang sangat penting karena selain memiliki peranan strategis dalam pertumbuhan ekonomi maupun dalam pemerataan kesempatan serta pendistribusian hasil-hasil pembangunan.

Disamping itu, upaya mengembangkan dan mensinergikan UKM dengan industri besar akan mengukuhkan ekonomi nasional secara menyeluruh. Pendekatan pemberdayaan industri kecil dan menengah sebagai mitra usaha besar perlu terus dikembangkan dengan penguatan pada kualitas sumber daya manusianya. Mengingat bahwa usaha kecil dan menengah pada umumnya berakar langsung pada masyarakat maka penanganannya harus senantiasa memperhitungkan berbagai aspek sosial dan budaya setempat.

1.2. Identifikasi Masalah

UKM ini merupakan industri yang mempunyai beberapa aspek dalam proses produksi yang masih perlu diperbaiki. Maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut.

1. Kondisi ruangan yang panas
2. Kondisi bangunan yang sederhana
3. Kondisi tata letak peralatan dan bahan diletakkan sembarangan
4. Kondisi pencahayaan ruangan yang gelap
5. Tidak ada penerapan alat pelindung diri
6. Kebersihan ruangan yang tidak bersih
7. Tidak ada perawatan bangunan dan peralatan yang digunakan
8. Tata letak peralatan yang berserakan
9. Jam istirahat yang terlalu singkat
10. Tidak ada perhatian terhadap asuransi kesehatan
11. Tidak terdapat gudang penyimpanan produk

2. TARGET DAN LUARAN

2.1. Target

Adapun tujuan kegiatan dari Pengaduan masyarakat ini adalah :

I. Tujuan Umum :

Penerapan Disiplin Ilmu Ergonomi untuk memperbaiki proses produksi pada industri Roti

II. Tujuan Khusus

1. Memberi pengetahuan pentingnya meningkatkan kualitas kerja dengan menerapkan K3 dan melengkapi APD yang dibutuhkan

2. Perbaikan pada kebersihan UKM dan proses produksi
3. Memberi pemahaman kesadaran menjaga pentingnya kerapian dengan menerapkan 5S
4. Perbaikan pada sistem sirkulasi udara dalam ruangan
5. Penambahan peralatan yang dibutuhkan

2.2. Luaran

Luaran dari kegiatan pengabdian ini adalah:

1. Kegiatan sosialisasi mengenai penerapan K3, 5S dan prinsip-prinsip keilmuan Teknik Industri Lainnya yang dinilai relevan dengan kegiatan produksi.
2. Penyediaan alat K3 dan *Visual Display* yang sesuai dan memadai.
3. Pengadaan peralatan seperti keranjang
4. Pengadaan Peralatan Kebutuhan Lainnya
5. Publikasi ilmiah melalui penerbitan jurnal ilmiah.

3. METODE PELAKSANAAN

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini dilakukan dalam bentuk Penerapan disiplin ilmu teknik industri Rancangan Teknik Industri ini akan dilakukan dalam bentuk:

I. Tahap Pre Test

Pada tahap ini dilakukan observasi terhadap industri kecil yaitu dengan :

1. Survey yang dilakukan dengan cara :
 - a. Pengamatan Langsung dengan menggunakan foto dan video
 - b. Kuisisioner pada proses produksi pada pekerja dan pemilik industri roti

II. Tahap Rancangan Teknik Industri pada Industri Roti.

1. Sosialisasi rancangan Teknik Industri pada pemilik dan pekerja Industri Roti yaitu :
 - a. Sosialisasi cara pandang pemilik dan operator tentang perancangan Teknik Industri pada proses produksi yang dilakukan
 - b. Pelatihan 5S (Seiri, Seiso, Seiton, Seiketsu dan Shitsuke) pada lingkungan kerja di bagian produksi
2. Sosialisasi tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan alat pelindung diri
3. Pengadaan alat K3 dan Visual Display
4. Pengadaan *Exhaust Fan*
5. Pengadaan Kebutuhan Peralatan Lainnya

III. Tahap Post Test

Pada tahap ini dilakukan observasi terhadap industri kecil yaitu dengan :

1. Survey yang dilakukan dengan cara :

- a. Pengamatan Langsung dengan menggunakan foto dan video

4. KELAYAKAN

Ketua Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat : Ir. Rosnani Ginting MT megajarkan mata kuliah Rancangan Teknik Industri dan Sistem Produksi serta Praktikum Rancangan Teknik Industri dan Praktikum Sistem Produksi yang berada di Laboratorium Sistem produksi serta sebagai Kepala Laboratorium.

Dengan diadakannya pengabdian terhadap masyarakat, maka akan meningkatkan kompetensi dari Rancangan Teknik Industri dan menghubungkan kemitraan dari Departemen Teknik Industri, sehingga sesuai dengan visi Universitas Sumatera Utara yaitu sebagai BHMN yang menjadi profit center. Dan sebagai usulan pola produksi pada Industri untuk Departemen Perindustrian dan untuk Bank.

Ergonomi atau ergonomics (bahasa Inggrisnya) sebenarnya berasal dari kata Yunani yaitu Ergo yang berarti kerja dan Nomos yang berarti hukum. Dengan demikian ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan. Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Pendekatan ergonomi dalam perancangan stasiun dan/atau fasilitas kerja di industri telah menempatkan rancangan sistem kerja manusia-mesin yang awalnya serba rasional-mekanistik menjadi tampak lebih manusiawi. Disini faktor yang terkait dengan fisik (faal/fisiologi) maupun perilaku (psikologi) manusia baik secara individu pada saat berinteraksi dengan mesin dalam sebuah rancangan sistem manusia-mesin dan lingkungan kerja fisik akan dijadikan pertimbangan utama.

Anggota Tim Pertama Ir. Ukurta Tarigan, MT yang mempunyai keahlian Rancangan Teknik Industri dan Tata Letak Pabrik dan staf pada Laboratorium Tata Letak Pabrik dimana perbaikan layout diperlukan pada pengabdian ini.

Anggota Tim Erwin Siregar, ST. M.T memiliki keahlian di bidang Psikologi industri yang sangat mendukung dalam pengabdian ini.

5. HASIL PELAKSANAAN

5.1. Tahap Pre-Test

Pada tahap ini dilakukan observasi terhadap industri kecil yaitu dengan :

- a. Pengamatan Langsung dengan menggunakan foto dan video
- b. Kuisisioner pada proses produksi pada pekerja dan pemilik industri Roti.
- c. Body Map Kuisisioner pada pekerja untuk melihat keluhan kelelahan

pekerja pada fasilitas kerja pada proses produksi.

d.

5.1.1. Pengamatan Langsung

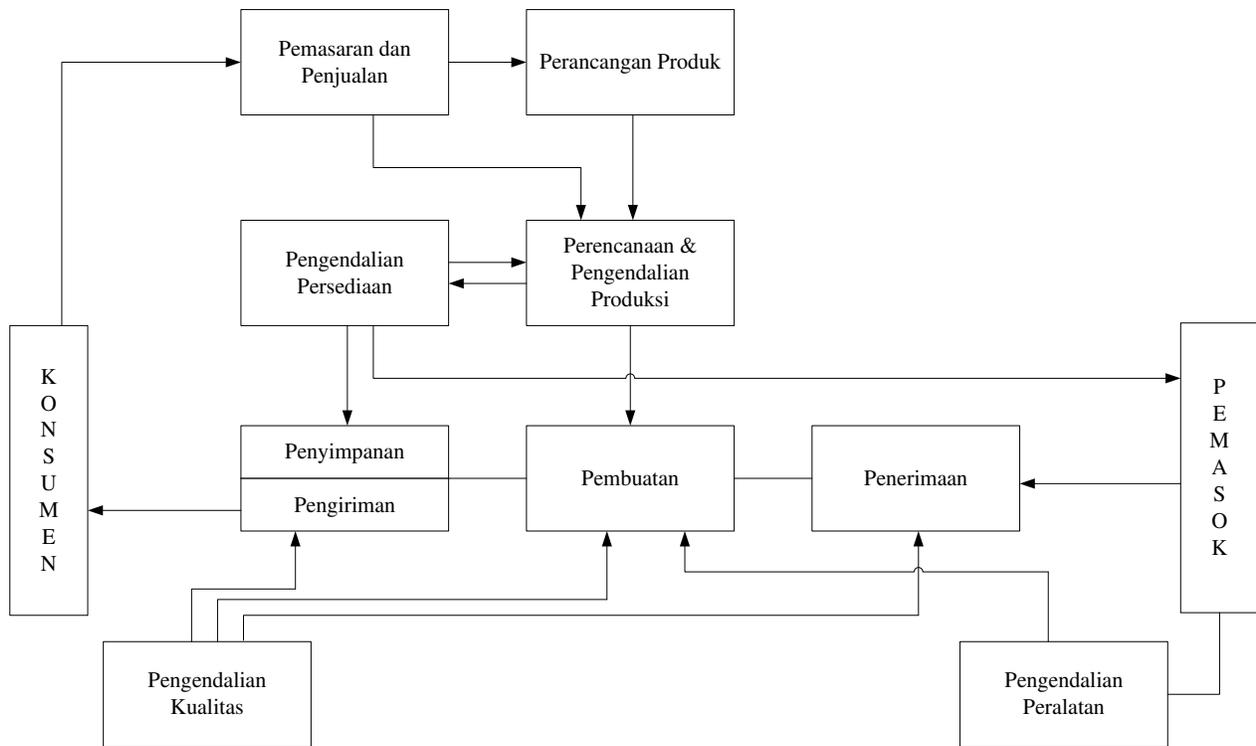
Berikut ini adalah foto-foto hasil pengamatan langsung.

Foto	Keterangan
	Kondisi UKM
	

	Bangunan Semi Permanen
	Oven

5.1.2 Kuisisioner pada proses produksi pada pekerja dan pemilik industri.

Tahapan berikutnya ialah melakukan interview mengenai sistem manufaktur yang ada di UKM terhadap para pekerja dan pemilik.



Gambar Siklus Manufaktur UKM

5.2 Tahap Rancangan Teknik Industri pada Industri Roti

5.2.1 Sosialisasi Rancangan Teknik Industri Pada Pemilik Dan Pekerja Industri Roti

Perbaikan yang pertama yang akan dilakukan ialah berkaitan dengan keteraturan dan kerapian tempat kerja. Tempat produksi juga digunakan sebagai rumah atau kediaman dari pemilik. Hal ini menyebabkan kondisi UKM menjadi tidak rapi dan tidak teratur.

Sosialisasi dan pelatihan 5S dilakukan terhadap pemilik dan pekerja yang ada di UKM tersebut. UKM diberikan pemahaman akan pentingnya penerapan 5S dan prinsip-prinsip K3 dan kemudian dimotivasi agar diterapkan dalam setiap kegiatan produksi. Baik pemilik maupun pekerja mulai memahami pentingnya penerapan 5S dan secara perlahan namun berkelanjutan mencoba menerapkannya.



Gambar Kegiatan Sosialisasi 5S

5.2.2 Sosialisasi Tentang Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Dan Alat Pelindung Diri

Pelatihan K3 dilakukan dengan memberikan presentasi mengenai Kesehatan Dan Keselamatan Kerja. Presentasi diberikan di lokasi kerja dan diikuti oleh pemilik dan seluruh pekerja. Meskipun belum sempurna, namun atensi yang baik dari pemilik dan pekerja terhadap pentingnya K3 dan manfaatnya akan sangat berguna untuk penerapan K3 secara kontinu.



Gambar Sosialisasi K3

5.2.3 Pengadaan APD

Setelah melalui diskusi terhadap pemilik dan pekerja mengenai kebutuhan alat pelindung diri, maka dilakukan pengadaan alat sebagai berikut:

- Masker
- Sarung tangan
- Kaos untuk para pekerja
- Celemek



Gambar Pengadaan Alat Pelindung Diri

5.2.4 Pengadaan Peralatan yang dibutuhkan

Kegiatan selanjutnya ialah pengadaan peralatan yang dibutuhkan oleh UKM, seperti Keranjang, Penyegel Kemasan serta Kipas Angin dan Kursi plastik.





Gambar Pengadaan Peralatan

5.3 Tahap Post-Test

Pada tahap ini dilakukan observasi terhadap industri kecil yaitu dengan :

- a. Pengamatan Langsung dengan menggunakan foto dan video

Berikut ini adalah foto-foto hasil pengamatan langsung.

Tabel Pengamatan Langsung

Foto	Keterangan
	Kondisi kebersihan yang lebih baik daripada sebelumnya sebagai bukti adanya penerapan 5S

5. KESIMPULAN

1. Industri Roti ini merupakan industri yang mempunyai beberapa aspek dalam proses produksi yang masih perlu diperbaiki, dapat dilihat pada Lampiran Foto UKM. Kegiatan yang telah berhasil dilaksanakan pada UKM yaitu:

- a. Sosialisasi cara pandang pemilik dan operator tentang perancangan Teknik Industri pada proses produksi yang dilakukan.
- b. Pelatihan 5S (Seiri, Seiso, Seiton, Seiketsu dan Shitsuke) pada lingkungan kerja di bagian produksi.
- c. Sosialisasi Tentang Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Dan Alat Pelindung Diri
- d. Pengadaan Alat K3
- e. Pengadaan Fan
- f. Pengadaan kaos
- h. Pengadaan peralatan tambahan

DAFTAR PUSTAKA

- Apple, James M. 1990. *Tataletak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Edisi Ketiga. Bandung: Penerbit ITB
- Blankhard, Benjamin & Walter J. Fabrycky. 1998. *System Engineering and Analysis*. Edisi Ketiga. New Jersey :Prentice Hall
- Cross, Nigel. 2001. *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*. New York: John Wiley Publishing.
- Purnomo, Hari. 2004. *Pengantar Teknik Industri*. Cet. I; Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Sinulingga Sukaria, 2008. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu

IDENTIFIKASI KECACATAN *COIL* BASAH DAN UPAYA PERBAIKAN DENGAN METODE SEVEN TOOLS DAN *FAULURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI PT. XYZ MEDAN

Tiara Melinda¹, Elisabeth Ginting²

Mahasiswa Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik USU¹
Staf Pengajar Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik USU²

Abstrak : PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang insektisida dengan produk obat nyamuk bakar (*coil*). PT. XYZ melakukan proses produksi sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang telah ditetapkan , namun pada kenyataanya masih ditemukan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan perusahaan (cacat). Identifikasi kecacatan *coil* basah dilakukan dengan menerapkan metode *Seven Tools*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat tiga jenis kecacatan yang terjadi yaitu *coil* terpotong sebanyak 4757 *dc*, *coil* retak sebanyak 3307 *dc* dan *coil* renggang sebanyak 2375 *dc*. Faktor penyebab kecacatan umumnya dipengaruhi viskositas tepung onggok yang berperan sebagai perekat adonan *coil*. Hasil *control chart* menunjukkan jumlah produk cacat yang berada diluar*control* yaitu sebesar 71,43%. Hasil *brainstorming* yang dirincikan pada *cause and effect diagram*, didapat beberapa faktor yang menyebabkan tingginya kecacatan yaitu faktor manusia dan mesin. Langkah selanjutnya adalah menetapkan faktor penyebab kecacatan dengan metode FMEA. Jenis kecacatan terpotong memiliki nilai RPN tertinggi pada faktor manusia yang kurang inisiatif sebesar 240. Jenis kecacatan retak memiliki nilai RPN tertinggi pada faktor *mould* bermasalah sebesar 256.

Kata Kunci: Kualitas, *Seven tools*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Abstrack : PT. XYZ is a company engaged in insecticide with insect repellent product fuels (*coil*). PT. XYZ doing production process in accordance with *Standard Operating Procedure* (SOP) that has been set, but in fact still found a product that doesn't comply with the specifications of the desired company (reject). Identification of disability wet coil performed by applying the *Seven Tools* method. The result showed there were three types of disability that occurs, coil is cut off as much as 4.757 *dc*, coil cracks as much as 3.307 *dc* and coil rift as much as 2.375 *dc*. Factors the causes of disability are generally influenced by the viscosity onggok flour as gluten coil dough. The result of the control chart show the number of product defect which are outside the control of 71,43%. The result of the brainstorming to make a *cause and effect diagram*, obtained some of the factor of disability that is factor of human and machine. The next step is to assign a cause factor of disability with FMEA. Type of disability a truncated value is the highest RPN on human factor of less initiative amounting 240. The type of disability of the highest RPN has cracked on the problematic mould factor of 256.

Keywords: Quality, *Seven Tools*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

1. PENDAHULUAN

Pengendalian kualitas pada perusahaan manufaktur ataupun jasa sangatlah diperlukan. Perusahaan harus dapat menjaga kualitas produk yang dihasilkan agar dapat diterima oleh konsumen. Pengendalian kualitas dibutuhkan untuk meminimalisir adanya produk yang cacat agar perusahaan tidak mengalami kerugian, baik dari segi waktu yang terbuang untuk proses produksi ataupun dari segi keuangan.

PT. XYZ merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan obat nyamuk bakar (*coil*) dan sampai sekarang merupakan salah satu perusahaan ternama di Indonesia. Kecacatan yang terjadi pada produk obat nyamuk bakar (*coil*) adalah terpotong, retak dan renggang. Perusahaan menetapkan batas toleransi kecacatan yaitu sebesar 15%, namun pada kenyataan di lapangan persentase kecacatan yang terjadi melebihi batas toleransi yang ditetapkan perusahaan. Perusahaan harus mengeluarkan biaya tambahan untuk proses daur ulang produk cacat tersebut.

Upaya perbaikan dapat dilakukan dengan mengidentifikasi kecacatan produk obat nyamuk bakar (*coil*) sehingga dapat membantu pengambilan keputusan untuk meminimalisir kecacatan yang terjadi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi sumber-sumber penyebab kecacatan pada *coil* basah tersebut dengan metode *Seven Tools* dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

2. POKOK PERMASALAHAN

Berdasarkan latar belakang diatas, banyaknya *coil* yang cacat melebihi standar perusahaan yaitu 15%. Besarnya produk yang cacat menjadi masalah kualitas produk yang harus diatasi oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi penyebab kecacatan *coil* basah di PT. SC Johnson Manufacturing Medan untuk meningkatkan kualitas produk.

3. METODOLOGI

3.1. Metode Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif. Data-data yang digunakan diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan, wawancara dan *brainstorming* dengan beberapa operator yang terkait proses produksi.

3.2. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah *coil* basah dari PT. XYZ yang tidak sesuai dengan spesifikasi perusahaan.

3.3. Identifikasi Masalah

Masalah yang ditemui akan diidentifikasi untuk selanjutnya akan dicari penyelesaiannya. Secara umum tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Identifikasi dan perumusan masalah
2. Penetapan tujuan penelitian
3. Studi kepustakaan
4. Penentuan metode penyelesaian penelitian

3.3.1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap keadaan yang terjadi dilapangan. Perlunya dilakukan pengendalian kualitas dimaksudkan agar perusahaan secara kontinu dapat melakukan pengendalian produk secara terstruktur, sehingga hasil yang diperoleh dapat ditindaklanjuti.

4.3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi kecacatan pada *coil* basah serta melihat kecacatan yang paling dominan pada *coil* basah
2. Mengurangi jumlah cacat *coil* basah dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi sumber kecacatan pada di PT. XYZ dan memberikan solusi berupa kontrol yang harus dilakukan.

4.3.2. Studi Kepustakaan

A. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan suatu sistem verifikasi dan penjagaan/ perawatan dari suatu tingkat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus menerus serta tindakan korektif bilamana diperlukan. Jadi, pengendalian kualitas tidak hanya kegiatan inspeksi ataupun menentukan apakah produk itu baik (*accept*) atau jelek (*reject*).

B. Pengendalian Kualitas dengan *Seven Tools*

Konsep *seven tools* berasal dari Kaoru Ishikawa, ahli kualitas ternama dari Jepang. Menurut Ishikawa, 955 permasalahan kualitas dapat diselesaikan dengan *seven tools*. Untuk memecahkan masalah sebaiknya dimulai dengan menggunakan *pareto diagram* dan *cause-effect diagram* sebelum mencoba menggunakan alat yang lain. Langkah-langkah dalam *Seven tools* adalah :

- 1) *Stratification*
- 2) *Check Sheet*
- 3) Histogram
- 4) *Pareto Diagram*
- 5) *Scatter Diagram*
- 6) *Control Chart* (Peta Kontrol)
- 7) *Cause and Effect Diagram*

C. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan proses yang sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang akan timbul dalam proses dengan tujuan untuk

mengeliminasi atau meminimalkan resiko kegagalan produksi yang akan timbul.

1) **Severity**

Severity adalah penilaian keseriusan efek modus potensi kegagalan yang meliputi komponen, sub-sistem, sistem atau pelanggan jika itu terjadi. *Severity* harus dinilai pada skala 1 sampai 10, dengan 1 tidak ada dan 10 adalah paling parah.

2) **Occurrence**

Occurrence adalah kesempatan bahwa salah satu penyebab/mekanisme spesifik akan terjadi. Seperti kriteria *severity*, kemungkinan *occurrence* didasarkan pada skala 1 sampai 10, dengan 1 adalah setidaknya kemungkinan *occurrence* dan 10 adalah tertinggi kemungkinan *occurrence*.

3) **Detection**

Detection adalah penilaian kemungkinan bahwa proses kontrol yang diusulkan saat ini akan mendeteksi potensi kelemahan atau modus kegagalan berikutnya sebelum bagian atau komponen meninggalkan operasi manufaktur atau lokasi perakitan.

4) **Risk Priority Number (RPN)**

RPN adalah hasil peringkat dari *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D), seperti dirumuskan :

$$RPN = (S) \times (O) \times (D)$$

5. **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

5.1. **Pengumpulan Data**

Pengamatan dilakukan di area *stamping* tepatnya pada mesin *coil* master. Pada pengamatan yang dilakukan di lapangan, terdapat beberapa jenis kecacatan pada *coil* basah yaitu terpotong, retak dan renggang. Jumlah kecacatan *coil* basah diamati pada masing-masing *mould* (*mould* 1,2,3,4,5,dan 6) dari mesin *coil* master untuk setiap jenis kecacatan.

5.2. **Pengolahan Data**

A. **Stratifikasi**

Berdasarkan data yang diperoleh, stratifikasi yang ditetapkan pada kecacatan *coil* basah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. **Stratifikasi Jenis Kecacatan pada Coil Basah**

No	Jenis Kecacatan
1	Terpotong
2	Retak
3	Renggang

B. **Check Sheet**

Pengamatan dilakukan dengan frekuensi sebanyak 21 kali. *Check sheet* kecacatan *coil* basah

untuk masing-masing kecacatan pada masing-masing *mould* dapat dilihat pada Tabel 2.

Rekapitulasi jumlah kecacatan *coil* basah dari masing-masing *mould* untuk setiap jenis kecacatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. **Rekapitulasi Jumlah Kecacatan Coil Basah**

Jenis Kecacatan	Jumlah Kecacatan					
	1	2	3	4	5	6
Terpotong	2.000	856	524	476	478	423
Retak	545	944	598	366	615	239
Renggang	581	345	280	274	724	171

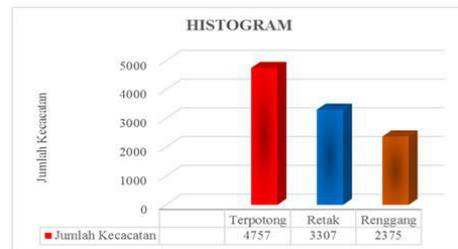
Rekapitulasi jumlah dari masing-masing jenis kecacatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. **Check Sheet Jenis dan Jumlah Kecacatan Coil**

No.	Jenis Kecacatan	Jumlah Kecacatan (DC)
1	Terpotong	4.757
2	Retak	3.307
3	Renggang	2.375
Total		10.439

C. **Histogram**

Berdasarkan Tabel 3. dapat digambarkan histogram yang memperlihatkan jumlah kecacatan dari masing-masing jenis kecacatan. Histogram jumlah kecacatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. **Histogram Jumlah Kecacatan**

Histogram menunjukkan bahwa jenis kecacatan terpotong memiliki kesalahan paling besar yaitu sebanyak 4.757 *double coil*, diikuti jenis kecacatan retak sebanyak 3.307 *double coil* dan jenis kecacatan renggang sebanyak 2.375 *double coil*.

D. **Pareto Diagram**

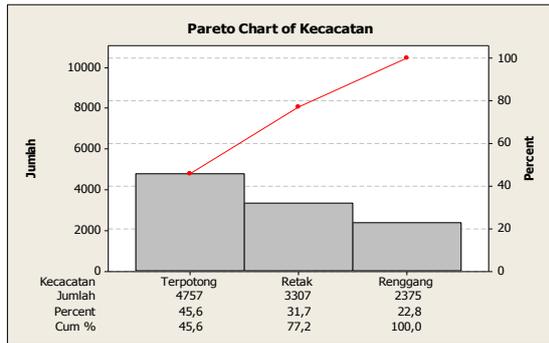
Aturan pareto yang digunakan pada penelitian ini adalah aturan pareto 80-20 yang berarti 20% dari kecacatan produk menyebabkan 80% masalah pada proses produksi.

Pengurutan jumlah kesalahan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengurutan Jumlah Kecacatan

Jenis Kecacatan	Jumlah Kecacatan (DC)	Persentase Kecacatan	Persentase Kecacatan Kumulatif (%)
Terpotong	4.757	45,57	45,57
Retak	3.307	31,68	77,25
Renggang	2.375	22,75	100
Jumlah	10.439	100,00	

Pareto diagram berdasarkan Tabel 4. dapat dilihat pada Gambar 2.



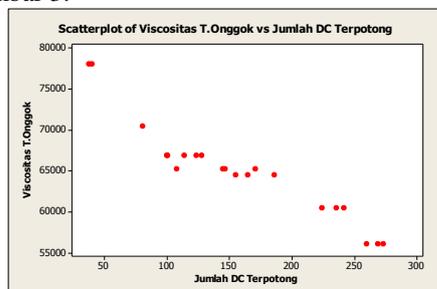
Gambar 2. Pareto Diagram

Menurut aturan pareto 80-20, dari Gambar 4. dapat diketahui bahwa terdapat dua jenis kecacatan yang memiliki persentase kecacatan kumulatif yang berada di bawah 80 %, yaitu terpotong dan retak. Kedua kecacatan tersebut selanjutnya perlu dilakukan identifikasi lebih lanjut.

E. Scatter Diagram

Kecacatan coil basah dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, salah satu faktor yang berpengaruh adalah kualitas bahan terutama viskositas tepung ongkok. Berikut ini merupakan scatter diagram dan perhitungan korelasi untuk setiap kecacatan yang persentase kesalahan kumulatifnya berada di bawah 80% (terpotong dengan retak) dengan viskositas tepung ongkok.

Scatter diagram untuk kecacatan terpotong dengan viskositas tepung ongkok dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Scatter Diagram untuk Terpotong dengan Viskositas Tepung Ongkok

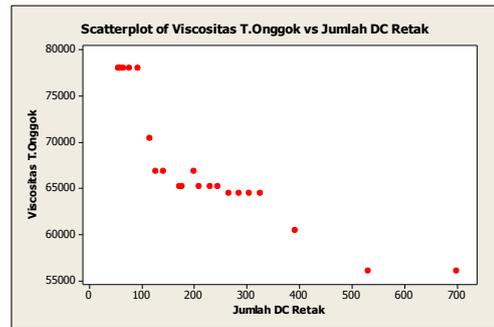
Nilai korelasi antara kecacatan terpotong dengan viskositas tepung ongkok adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

$$r = \frac{21(301.775.200) - (4.757)(1.416.800)}{\sqrt{[21(1.603.359) - (4.757)^2][21(96.527.680.000) - (1.416.800)^2]}}$$

$$r = -0,862$$

Scatter diagram untuk kecacatan retak dengan viskositas tepung ongkok dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Scatter Diagram untuk retak dengan Viskositas Tepung Ongkok

Nilai korelasi antara kecacatan retak dengan viskositas tepung ongkok adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

$$r = \frac{21(206.790.400) - (3.307)(1.363.600)}{\sqrt{[21(622.873) - (3.307)^2][21(89.234.080.000) - (1.363.600)^2]}}$$

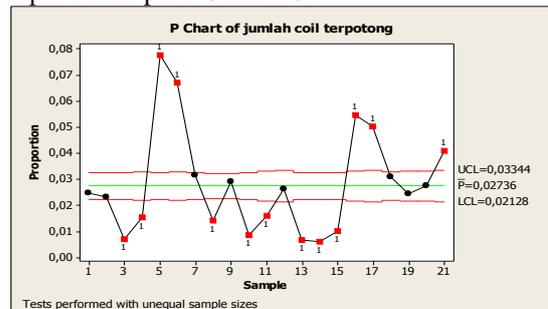
$$r = -0,946$$

Perhitungan diatas menunjukkan korelasi yang negatif kuat antarkecacatan terpotong dan retak dengan viskositas tepung ongkok yang berarti kedua faktor kecacatan tersebut berbanding terbalik.

F. Peta Kontrol

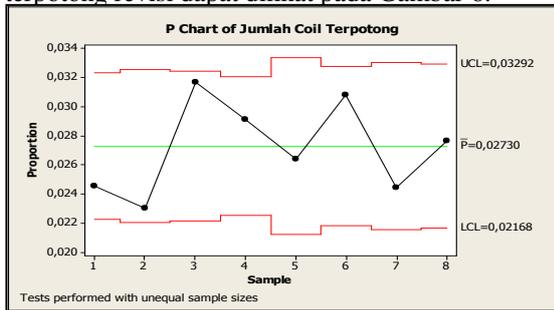
Peta kontrol yang digunakan untuk menganalisa proporsi kecacatan adalah peta p, karena peta p menggambarkan bagian yang ditolak karena tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Peta kontrol p untuk jenis kecacatan terpotong dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Kontrol Coil Terpotong

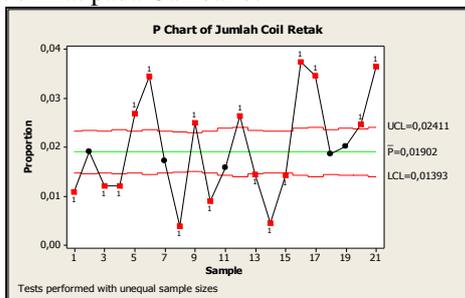
Gambar 5. menunjukkan adanya beberapa data yang *out of control* sehingga perlu dilakukan revisi. Peta kontrol p untuk jenis kecacatan terpotong revisi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Kontrol Coil Terpotong Revisi

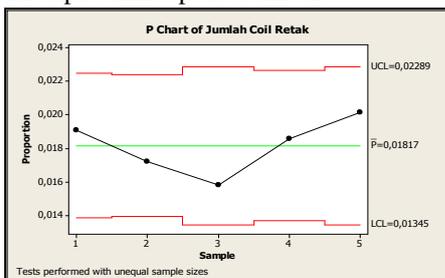
Gambar 6. menunjukkan bahwa tidak terdapat data yang *out of control* sehingga revisi selesai.

Peta kontrol p untuk jenis kecacatan retak dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Kontrol Coil Retak

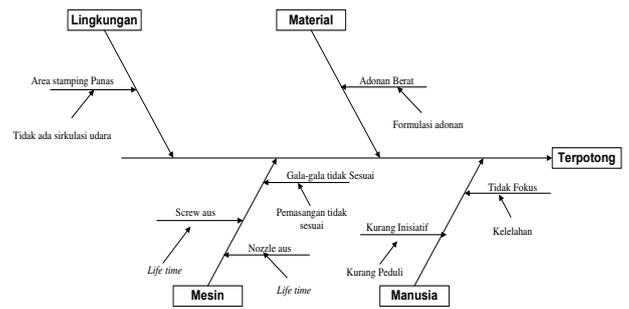
Gambar 7. menunjukkan adanya beberapa data yang *out of control* sehingga perlu dilakukan revisi. Peta kontrol p untuk jenis kecacatan retak revisi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Kontrol Coil Terpotong Revisi
Gambar 5.8. menunjukkan bahwa tidak terdapat data yang *out of control* sehingga revisi selesai.

G) Diagram Sebab Akibat

Penyebab masalah pada jenis kecacatan terpotong dapat diamati dengan menggunakan *cause and effect diagram*. *Cause and effect diagram* untuk jenis kecacatan terpotong dan retak dapat dilihat pada Gambar 9. dan Gambar 10.



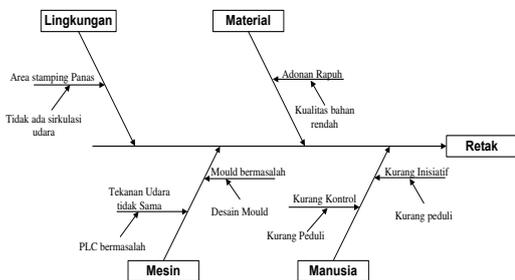
Gambar 9. Diagram Sebab Akibat Jenis Kecacatan Terpotong

Ditinjau dari segi manusia, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya terpotongnya *coil* seperti: lalai, kurang peduli dan kurang personil.

Bahan yang masuk terkadang dalam kondisi lembek dan adonannya berat sehingga dapat menjadi faktor kecacatan produk.

Kondisi mesin kadang yang beberapa bagian mengalami kerusakan atau perlu penggantian *spare part* mesin, seperti: screw aus, nozzle aus dan gala-gala tidak sesuai.

Ditinjau dari segi lingkungan kerja, faktor yang menjadi penyebab terjadi kecacatan adalah area stamping panas sehingga mengganggu konsentrasi operator.



Gambar 10. Diagram Sebab Akibat Jenis Kecacatan Retak

Ditinjau dari segi manusia, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya terpotongnya *coil* seperti: kurang inisiatif, kurang kontrol terhadap mould.

Bahan yang masuk terkadang dalam kondisi kurang tepung dan adonannya rapuh sehingga dapat menjadi faktor kecacatan produk.

Kondisi mesin kadang yang beberapa bagian mengalami kerusakan atau perlu penggantian *spare part* mesin, seperti: Mould bermasalah dan tekanan udara tidak sama.

Ditinjau dari segi lingkungan kerja, faktor yang menjadi penyebab terjadi kecacatan adalah area stamping panas sehingga mengganggu konsentrasi operator.

H) Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Langkah selanjutnya adalah menentukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kecacatan produk dengan mengidentifikasi potensi kegagalan

yang akan timbul dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Hasil rekapitulasi untuk jenis kecacatan terpotong dan retak dapat di tabel RPN pada Tabel 5. dan Tabel 6.

Tabel 5. Rekapitulasi FMEA Terpotong

<i>Part/Process Function & specification</i>	<i>Potensial failure mode</i>	<i>Potensial effect of failure</i>	<i>Severity</i>	<i>Potensial Causes/ Mechanisme failure</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Current Controls Design</i>		<i>Det</i>	<i>RPN</i>	
						<i>Prevention</i>	<i>Detection</i>			
Manusia	Tidak Fokus	Speed Tidak Terkontrol	Sheet Pendek	7	Kelalahan	4	Melakukan Rotasi Pekerja	Melakukan Refresh Training	6	168
	Kurang inisiatif	Mesin Cepat aus	Sheet rusak	8	Kurang peduli	5	Melakukan pengawasan	Melakukan Refresh Training	6	240
Materi al	Adonan Berat	Sheet pendek	Banyak recycle	5	Terlalu banyak air	4	Pemeriksaan adonan	Penyesuaian formulasi	5	100
	Gala-gala tidak sesuai	Sheet tidak sesuai	Banyak sheet cacat	6	Pemasangan tidak sesuai	5	Pemeriksaan center lining	Menyesuaikan gala-gala	4	120
Mesin	Screw aus	Adonan tidak keluar	Tidak ada sheet	5	Usia pakai terlalu lama	4	Diperiksa secara berkala	Penggatian screw	4	80
	Nozzle aus	Pinggiran Sheet banyak cacat	Sheet tidak sempurna	5	Usia pakai terlalu lama	4	Diperiksa secara berkala	Penggatian nozzle	4	80
Lingku ngan	Area stamping panas	Operator cepat lelah	Bekerja menjadi lalai	3	Kurang sirkulasi	2	Exhaust oven	Menambah exhaust oven	2	12

Tabel 6. Rekapitulasi FMEA Retak

<i>Part/Process Function & specification</i>	<i>Potensial failure mode</i>	<i>Potensial effect of failure</i>	<i>Severity</i>	<i>Potensial Causes/ Mechanisme failure</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Current Controls Design</i>		<i>Det</i>	<i>RPN</i>	
						<i>Prevention</i>	<i>Detection</i>			
Manusia	Kurang inisiatif	Mesin cepat aus	Sheet rusak	6	Kurang peduli	3	Melakukan Rotasi Pekerja	Melakukan Refresh Training	7	126
	Kurang kontrol	Proses tidak berjalan baik	Banyak coil cacat	7	Kurang peduli	3	Pengawasan leader	Mengawasi kinerja operator	6	126
Materia l	Adonan Rapuh	Permukaan coil rusak	Coil tidak tercetak sempurna	5	Tepung kurang masak	8	Pemeriksaan kualitas bahan	Penyesuaian ulang formulasi	4	160
Mesin	Mould bermasalah	Coil mudah rusak	Coil tidak tercetak sempurna	8	Pemasangan mould tidak sesuai	8	Pengawasan desain mould	Change mould	4	256

Tabel 6. Rekapitulasi FMEA Retak (Lanjutan)

Part/Process Function & specification	Potential failure mode	Potential effect of failure	S e v e r i t y	Potential Causes/ Mechanism failure	O c c u r r e n c e	Current Controls Design		D e t e r m i n e d	R i s k N u m b e r
						Prevention	Detection		
	Tekanan udara tidak sama	Coil mudah rusak		Pengaturan PLC tidak sesuai	8	Pengawasan terhadap PLC	Change PLC	4	224
Lingku ngan	Area stamping panas	Operator tidak fokus	9	Bekerja menjadi lalai	2	Exhaust oven	Menambah exhaust oven	2	36

Jenis kecacatan terpotong yang memiliki potensi terbesar adalah kurang inisiatif dengan nilai RPN sebesar 240. Nilai tersebut menunjukkan faktor penyebab terbesar untuk kecacatan terpotong adalah faktor manusia, kurang inisiatif dan faktor penyebabnya ialah kurang peduli.

Jenis kecacatan retak yang memiliki potensi terbesar adalah mould bermasalah dengan nilai RPN sebesar 256. Nilai tersebut menunjukkan faktor penyebab terbesar untuk kecacatan terpotong adalah mesin, mould bermasalah, faktor penyebabnya terjadinya adalah pemasangan mould yang tidak sesuai.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Terdapat tiga jenis kecacatan yang paling dominan pada *coil* basah di PT. XYZ yaitu terpotong, retak dan renggang.
2. Jenis kecacatan tertinggi adalah terpotong sebanyak 4.757 *double coil* kemudian retak sebanyak 3.307 *double coil* dan renggang sebanyak 2.375 *double coil*.
3. Frekuensi penyebab kecacatan yang paling tinggi untuk terpotong adalah dari faktor manusia, yaitu tidak fokus dan kurang inisiatif dengan nilai RPN 240. Sedangkan untuk retak adalah mesin, yaitu mould bermasalah dan tekanan udara tidak sama dengan nilai RPN 256.
4. Penyebab kecacatan untuk terpotong disebabkan oleh kurang inisiatif operator. Sedangkan untuk retak disebabkan oleh mould yang bermasalah

DAFTAR PUSTAKA

- Besterfield, Dale H. 1998. "Quality Control". United States of America: Prentice-Hall International
- Engineering Corporation, Dyadem. 2003. "Guidelines for Failure Mode and Effect Analysis, For Automotive, Aerospace and General Manufacturing Industrie

Nasution, M.N. 2005. "Manajemen Mutu Terpadu". Bogor :Ghalia Indonesia