

# PROSIDING

**BADAN KERJA SAMA PENYELENGGARA PENDIDIKAN TINGGI  
TEKNIK INDUSTRI INDONESIA (BKSTI)**

**SEMINAR NASIONAL TEKNIK INDUSTRI DAN KONGRES  
BADAN KERJA SAMA PENYELENGGARA PENDIDIKAN  
TINGGI TEKNIK INDUSTRI (BKSTI) VI**



Supported By:



**Tema :**

**“Peranan Teknik Industri dalam Menghasilkan SDM yang Handal  
untuk Menghadapi Kemajuan Dunia Industri”**

**5-6 Oktober 2011**

**Convention Hall - Hotel Tiara**

**Jl. Cut Meutia, Medan-Sumatera Utara**

ISBN 978-602-99977-0-5



Sekretariat: Departemen Teknik Industri - Universitas Sumatera Utara

Jl. Almamater, Gedung Fakultas Teknik, Kampus USU Medan

Telp/Fax: (061) 821 3251

Email: [bksti\\_sumutnad@yahoo.co.id](mailto:bksti_sumutnad@yahoo.co.id)

Website: [bksti.usu.ac.id](http://bksti.usu.ac.id)

PROSIDING  
“ *Seminar Nasional Teknik Industri dan Kongres Badan Kerja Sama  
Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Industri Indonesia (BKSTI) VI* ”  
Departemen Teknik Industri  
Universitas Sumatera Utara  
Medan, Oktober 2011

---

***Editor :***

Ir. A. Jabbar M. Rambe, M.Eng  
Ir. Rosnani Ginting, MT

***Editor Pelaksana :***

Akhmad Bajora Nasution  
Wendy Suwarjono  
Winnie Alna Marlina

***Perancang Kulit Muka :***

Arief Rachman

***Email :***

bksti\_sumutnad@yahoo.co.id

***Cetakan Pertama :***

Oktober 2011

***Penerbit :***

Badan Kerja Sama Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Industri Indonesia

(BKSTI) Sumut-NAD

Teknik Industri – Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara



Hak Cipta pada penulis, dilarang keras mengutip, menjiplak, mem-foto copy baik sebagian atau keseluruhan dari isi buku ini tanpa mendapat izin tertulis atau keseluruhan dari pengarang dan penerbit.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan dan kelapangan waktu sehingga Seminar Nasional Teknik Industri dan Kongres BKSTI VI dengan Tema “*Peranan Teknik Industri dalam Menghasilkan SDM (Sumber Daya Manusia) yang Handal untuk Menghadapi Kemajuan Dunia Industri*” dapat dilaksanakan di *Convention Hall - Hotel Tiara* pada Tanggal 5-6 Oktober 2011.

Perkembangan IPTEK dasawarsa ini merupakan implementasi dari tuntutan melayani keperluan masyarakat yang merupakan bentuk pengabdian masyarakat dalam pengamalan disiplin ilmu Teknik Industri. Seminar Nasional Teknik Industri dan Kongres BKSTI VI dirasa perlu dilaksanakan sebagai suatu ajang ilmiah untuk saling *sharing* informasi, diskusi dan mendapatkan informasi terbaru serta memperluas jaringan para staf pengajar, peneliti dan dunia industri terhadap perkembangan IPTEK.

Pada Kesempatan ini tidak lupa kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para akademisi dan praktisi yang juga berpartisipasi pada Seminar Nasional Teknik Industri dan Kongres BKSTI VI dimana hasil penelitiannya Kami tampilkan pada buku *proceeding* ini yang mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi kita semua. Dalam prosiding ini dipublikasikan sebanyak 182 makalah, dengan rincian:

1. Bidang *Production Engineering* : 34 makalah
2. Bidang *Quality Engineering & Management* : 59 makalah
3. Bidang *Ergonomic* : 26 makalah
4. Bidang *Operation Research* : 15 makalah
5. Bidang *Product Design* : 21 makalah
6. Bidang *Decision Support System* : 16 makalah
7. Bidang *Supply Chain Management* : 11 makalah

Ucapan terima kasih kami sampaikan juga kepada tim *reviewer*, Rektor Universitas Sumatera Utara, Pemakalah, Sponsor dan seluruh pihak yang telah membantu mensukseskan acara Seminar Nasional Teknik Industri dan Kongres BKSTI VI, dan permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan dari seluruh rangkaian kegiatan yang diadakan.

Akhir kata, Kami ucapkan selamat berseminar.

Medan, Oktober 2011

Wassalam

**Tim Redaksi**

# **PANITIA PENYELENGGARA**

## **SEMINAR NASIONAL TEKNIK INDUSTRI DAN KONGRES BKSTI VI**

**Penanggung Jawab** : Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel, M. Eng, Sc  
(Ketua BKSTI Pusat)

**Pengarah :**

Prof. Dr. Ir. Sukaria Sinulingga, M. Eng  
Prof. Dr. Ir. Rahim Matondang, M.SIE  
Dr. Ir. Harmein Nasution, M.SIE

**Penasehat :**

Prof. Dr.dr. Syahril Pasaribu, DTM&H, MSc (CTM). Sp.A(K) (Rektor  
Universitas Sumatera Utara)  
Prof. Dr. Ir. M. Nawawiy Loebis, M. Phil, Ph.D (Kopertis SUMUT-NAD)  
Ir. I Made Dana Tangkas (Ketua ISTMI)

**Ketua** : Ir. Rosnani Ginting, MT

**Wakil Ketua** : Ir. Khawarita Siregar, MT

**Sekretaris** : Ir. Kamil Mustafa, MT

**Wakil Sekretaris** : Ir. Ukurta Tarigan, MT

**Bendahara** : Ir. Suliawati, MT

**Seksi-seksi:**

**Reviewer** : Dr. Ir. Nazaruddin Matondang, MT

**Editor** : Ir. A. Jabbar M. Rambe, M.Eng

Akhmad Bajora Nasution

Wendy Suwarjono

**Perlengkapan** : Ikhsan Siregar, ST, MT

Gudiman Gultom

Yogi Khairi Hasibuan

**Publikasi & Dokumentasi** : Edi Koto, ST, MT, M.Si

Arief Rachman

Suhartono

**Acara** : M. Haikal Karana Sitepu, ST, M.Eng

Syarifah Akmal ST, MT

Aulia Morfi Nasution

Susanto

Yoseinaita

**Seksi Seminar** : Aulia Ishak, ST, MT

Rahma D. Sirait

Amanah Pasari

**Akomodasi :** Matius J. Situmorang  
Hendra Franky S.

**Konsumsi :** Ir. Fatimah, MT  
Yessi Rosa Enggani  
Winnie Alna Marlina  
Puput Mayrina Annisa

**Diterbitkan Oleh:**

Badan Kerja Sama Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Industri Indonesia  
(BKSTI) Sumut-NAD  
Fakultas Teknik – Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara

**Alamat/ Redaksi:**

Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik - Universitas Sumatera Utara  
Jalan Almamater Gedung Fakultas Teknik - USU, Medan 20155  
E-mail: [bksti\\_sumutnad@yahoo.co.id](mailto:bksti_sumutnad@yahoo.co.id)  
Website: <http://bkstisumutnad.wordpress.com>

## DAFTAR ISI

<b>Bagian <i>Production Engineering</i></b>	<b>Halaman</b>
Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Proses Perakitan Sofa (Studi Kasus : Usaha Perabot Putra Indah Pekanbaru) <i>Merry Siska, Yenita Morena, M. Chandra</i> .....	I-1
Mengurangi Pemborosan Transportasi Melalui Perancangan Ulang Tataletak Pabrik Berbasis Pengelompokan Produk (Studi Kasus Produk Hexilon pada Perusahaan X) <i>Djoko Sihono Gabriel, Rahmat Nurcahyo, Pramuyudha Sushendrato</i> .....	I-7
Analisa Perbandingan Tata Letak Peti Kemas Menggunakan Metode <i>Parallel Layout</i> Dan <i>Perpendicular Layout</i> Di Terminal Peti Kemas Semarang <i>Wiwiek Fatmawati , Nurwidiana , Arif Novianto</i> .....	I-13
Penggunaan Simulasi Tata Letak Lantai Produksi Untuk Meminimasi Waktu Produksi Dan Biaya Penanganan Material <i>Parwadi Moengin, Wicaksono Harya Putra</i> .....	I-21
Perancangan Tata Letak Pabrik Departemen Sarana Kereta Api PT XYZ Dengan Menggunakan Algoritma <i>Craft</i> <i>Muhamad Zaki Yamani, Muhammad Iqbal, Amelia Kurniawati</i> ...	I-31
Perancangan Dan Simulasi Tata Letak Fasilitas Pabrik Untuk Mengoptimalkan <i>Material Handling</i> Dengan Menggunakan Algoritma <i>CRAFT</i> Pada PT XYZ <i>Ramadian Ariestyadi, Muhammad Iqbal, Amelia Kurniawati</i> .....	I-37
Analisis Pemilihan Pengganti <i>Lay Out Machine</i> Dan <i>Checking Fixture</i> Pada Proses Pengecekan Komponen <i>Frame Body</i> Dan <i>Cover Body</i> Sepeda Motor <i>Romadhani Ardi, Erlinda Muslim, Al Hijrah Kurniawan</i> .....	I-41
Perancangan Tata Letak Fasilitas Pada Lantai Produksi Dengan Pendekatan <i>Group Technology Layout</i> (Studi Kasus CV. Surya Prima Yudha Craft) <i>Rosleini Ria Putri Zendrato, Bagus Ismail Adhi Wicaksana</i> .....	I-46

Perancangan Tataletak Fasilitas Pada PT. Baja Pertiwi Industri Dengan Metode <i>Based Sorted Algorithm</i> Dan <i>Similarity Coefficient</i> <b>Ukurta Tarigan</b> .....	I-53
Analisis dan Usulan Rancangan Perbaikan Tataletak Ruang Kuliah dan Lingkungan Fisik (Studi Kasus di Gedung 10 Universitas Katolik Parahyangan) <b>Septiani Frannita, Bagus Arthaya</b> .....	I-65
Model Penjadwalan <i>Reheat Furnace</i> untuk Meminimasi Penalti Total <b>Sitnah Aisyah Marasabessy</b> .....	I-71
Penjadwalan Produksi dengan Algoritma Genetik di PT Cakra Compact Aluminium Industries <b>Ikhsan Siregar, Silvia M. Marpaung</b> .....	I-78
Penjadwalan Produksi <i>Jobshop</i> Menggunakan Metode <i>Branch And Bound</i> Untuk Meminimasi <i>Makespan</i> Di PT XYZ <b>Dona Ristika Eka Chandra, Praty Poeri Suryadhini, Amelia Kurniawati</b> .....	I-86
Penjadwalan Produksi Pada Sistem <i>Make-To-Stock</i> dan <i>Make-To-Order</i> <b>Anas Ma'ruf, Vera Suryawati, Mohammad Mi'radj Isnaini</b> .....	I-91
Penjadwalan <i>Flow Shop</i> Multikriteria Dengan Kombinasi Metode <i>Genetic Algorithm</i> Dengan <i>Data Envelopment Analysis</i> (GA-DEA) di PT Morawa <i>Electric</i> Transbuana <b>Tanib S. Tjolia, Rosnani Ginting, Santa Monita</b> .....	I-99
Keseimbangan Lintasan Menggunakan Metode <i>Moodie Young</i> dengan Mempertimbangkan Beban Kerja pada Proses Produksi Egrek di PT Sarana Panen Perkasa <b>Mangara Tambunan</b> .....	I-106
Penentuan Alokasi Sumber Daya Sebagai Usaha Peningkatan Utilitas Berdasarkan Model Simulasi <b>Riani Nurdin</b> .....	I-113
Penerapan Sistem Ongkos Produksi Berbasis Aktivitas Di Industri Manufaktur <b>Tuti Sarma Sinaga</b> .....	I-121

Pengendalian Persediaan Untuk Produk-Produk Yang Mengalami Kenaikan Harga Dari Pemasok <i>Y.M. Kinley Aritonang, Feronica</i> .....	I-132
Analisa Inventori Manajemen di SEBA <i>Shoes</i> Bandung <i>Yosua Danny Devara</i> .....	I-137
Usulan Metode Estimasi Biaya <i>Engineering</i> <i>Mohammad Mi'radj Isnaini, Septine Wulandini, Anas Ma'ruf</i> .....	I-147
<i>Behavior of Optimal Control based Real Time Scheduling</i> <i>Rachmawati Wangsaputra, Fariz Muharram Hasby</i> .....	I-154
Penerapan <i>Shojinka</i> Dalam Fleksibilitas Produksi Pada Lintasan Perakitan <i>Bambang Indrayadi, Arif Rahman, Gery Hardhiarto</i> .....	I-159
Implementasi <i>Shojinka</i> Pada Perencanaan Produksi Agregat Dengan Pengaturan Tenaga Kerja Dan Pembagian Kerja Fleksibel <i>Arif Rahman</i> .....	I-173
Minimisasi Biaya <i>Inventory</i> Bahan Baku Dengan Multi-Item Multi-Supplier <i>Ceria Farela Mada Tantrika, Suparno</i> .....	I-179
<i>Fabrication of Functional Part by Fused Deposition of Polypropylene and Wrapping Issue</i> <i>Alva E. Tontowi, E. Yuniarto</i> .....	I-189
Pengembangan <i>Knowledge Base System</i> Untuk Penjadwalan Menggunakan Pendekatan <i>Production Rules</i> <i>Sukoyo</i> .....	I-194
Aplikasi Kelenturan <i>Bill Of Material</i> Pada Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku Makanan <i>Chairul Saleh, Muhammad Ridwan, A.P</i> .....	I-202
<i>The Influenced Of Edm Process Parameters On Electrode Wear Rate In Hole Drilling Of Inconel 625</i> <i>M. Haikal. K. Sitepu, Hamdi Bin Shukor</i> .....	I-208
<i>The Study Of Optimal Control Based Predictive Reactive Scheduling Model</i> <i>Fariz Muharram Hasby, Rachmawati Wangsaputra</i> .....	I-215



Peningkatan Produktivitas Melalui Penjadwalan Ulang Dengan Memperhatikan Preferensi Tenaga Kerja (Studi Kasus pada PT Perkebunan Tb) <i>Nur Indrianti, Mayasari Atmanda</i> .....	I-224
Estimasi <i>Lead Time</i> Pada Sistem Respon Pesan-Buat ( <i>Make-To-Order</i> ): Studi Kasus Di PT CSM, Cimahi, Jawa Barat <i>Abdul Hakim Halim, Pratiwi Karim</i> .....	I-233
Pengembangan Model Diskrit untuk Evaluasi Rancangan Tata Letak berbasis <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) Studi Kasus: Industri Manufaktur Alat Musik <i>Akhmad Hidayanto, Deso Wijayanto</i> .....	I-238
Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Pada Mesin Produksi Bahan Bangunan Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin Dengan Metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) <i>Dendi Prajadhiana Ishak, Sri Astuti Widyaningsih</i> .....	I-243

<b>Bagian <i>Quality Engineering &amp; Management</i></b>	<b>Halaman</b>
<b><i>Quality Engineering</i></b>	
<i>Using QFD for Designing Quality Service</i> <b>M. Kholil, Amin Syukron</b> .....	IIA-1
Integrasi Metode SERVQUAL dan <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) untuk Meningkatkan Kualitas Servis Sepeda Motor dan Kepuasan Pelanggan (Studi Kasus Bengkel Mahkota Motor Surabaya) <b>Ida Kusnawati Tjahjani</b> .....	IIA-6
Pengembangan Model <i>Fuzzy</i> Kano QFD untuk Peningkatan Pelayanan Bis Kota Berbasis <i>Gender</i> <b>Yunia Dwie Nurcahyanie , Prihono</b> .....	IIA-14
Usulan Perbaikan Layanan Jasa Paket <i>Regular Express</i> Pada PT TIKI JNE Bandung Dengan Metode <i>Lean Six Sigma</i> <b>Jongkey Mulia, Sri Widaningrum, Amelia Kurniawati</b> .....	IIA-23
Perancangan Perbaikan Kualitas Layanan Bus Trans Jogja Menggunakan Integrasi <i>Service Quality</i> Dan <i>Quality Function Deployment</i> <b>Uyuunul Mauidzoh</b> .....	IIA-28
Analisis Kebutuhan Pelanggan Terhadap Kualitas Pelayanan Jasa Rawat Inap Menggunakan Metode <i>Servqual</i> Dan <i>Quality Function Deployment</i> (QFD) Di Rumah Sakit XXX Medan <b>Rosnani Ginting, Aulia ishak, Viva S. Damanik</b> .....	IIA-37
Aplikasi Konsep <i>Lean</i> untuk Peningkatan Kualitas Pelayanan Publik <b>Harisupriyanto</b> .....	IIA-48
Persyaratan Produk Pangan Menurut Sistem Halal, Sistem <i>Kosher</i> dan Manajemen <i>Hazard Analysis Critical Control Point</i> (HACCP) <b>Wawan Kurniawan</b> .....	IIA-56
<i>House of Sustainability</i> : Penggunaan <i>Quality Function Deployment</i> untuk Rancangan Ramah Lingkungan <b>Catharina B. Nawangpalupi</b> .....	IIA-61

<i>Production Failure Analysis With Failure Modes And Effects Analysis (Fmea) Method Based On Fuzzy Cost Estimation (Case Study At PT AAA)</i> <b>Retnari Dian M, Amrin Rapi</b> .....	IIA-69
<i>Quality Improvement of Diaper Making in PT Consobiz Ventures Using DMAIC (Define, Measure, Analysis, Improve and Control) Methodology</i> <b>Dhiya U Syahidah, Gatot Yudoko</b> .....	IIA-75
Penjadwalan Perawatan Preventif Mesin <i>Belt Conveyor</i> pada PT. International Nickel Indonesia Tbk <b>Irwan Setiawan, Amrin Rapi</b> .....	IIA-85
Pemetaan Kualitas Layanan Berdasarkan <i>Modified Importance Performance Analysis</i> Sebagai Dasar Perbaikan di Kedai Kopi X <b>Hotna Marina Sitorus, Yogi Yusuf Wibisono, Intan Karunia Kristanti</b> .....	IIA-93
Peningkatan Kualitas Kerajinan Logam Melalui Pelatihan Desain Produk dan Program Sertifikasi Keahlian Las SMAW-GTAW <b>Rusdiyantoro, Yunia Dwie Nurcahyanie</b> .....	IIA-98
Usulan Perbaikan Kualitas Produk Genteng dengan Metode <i>Six Sigma</i> (DMAIC) dan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) di PT Monier <b>Rosnani Ginting, Ahmad Kali Ansori Nasution</b> .....	IIA-105
Analisis Resiko Kegagalan Operasi dan Pemeliharaan pada Sistem Turbin Gas PLTGU dengan Metode FMEA dan FTA <b>Yadrifil, Romadhani Ardi, Neni Yanti Nadeak</b> .....	IIA-113
Penggunaan <i>Grey FMEA</i> untuk Memperbaiki Mutu Pipa Baja Spiral dalam Rangka Penerapan <i>Six Sigma</i> <b>Asep Ridwan, Putro Ferro Ferdinant, Ayuning Tias</b> .....	IIA-119
Penerapan <i>Activity Based Costing</i> dalam Penentuan Biaya Kualitas pada PT Nusantara Beta Farma <b>Nilda Tri Putri</b> .....	IIA-127
Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Mutu Teh di PT ABC dengan Eksperimen Faktorial <b>Khalida Syahputri, Rahmi M Sari</b> .....	IIA-132

Analisis Pengendalian Kualitas Produksi Pupuk Urea Dalam Kantong di PT Pupuk Iskandar Pada Tahun 2010 Dengan Menggunakan Diagram Kontrol C <b>Bakhtiar</b> .....	IIA-140
Studi Implementasi <i>Six Sigma</i> Dengan Metode DMAIC Pada Produk Kompor Aluminium di PT. X <b>Poerwanto, Rosnani Ginting, Kartono Huaryanto</b> .....	IIA-144
Pengembangan Model <i>Service Quality</i> Industri Jasa Otomotif <b>Muhammad Farid, Iwan Inrawan Wiratmadja</b> .....	IIA-148
Penentuan Prioritas Kriteria Untuk Meningkatkan Kualitas Pelayanan Di <i>Hypermarket</i> Dengan Metode DEMATEL <b>Isti Surjandari, Dwinta Utari, Dyah Ayuningtyas</b> .....	IIA-157
Analisa Kendali <i>Defect</i> Pada Produk Kemasan Semen Jenis <i>Pasted</i> Dengan Menggunakan <i>Seven Tools</i> Di PT Industri Kemasan Semen Gresik Tuban <b>Nanang Wicaksono</b> .....	IIA-165
Analisis Peningkatan Kualitas Pelayanan Di Internet <i>Lounge</i> Dengan Menggunakan <i>Fuzzy Quality Function Deploymen (FQFD)</i> <b>Saefullah Darmawan, Asep Muhammad Noor</b> .....	IIA-170
Analisa Perbaikan Mutu Produk Minyak Sawit Berdasarkan Metode <i>Kaizen</i> di PT X Pabrik Kelapa Sawit Aek Nabara Selatan <b>Khawarita Siregar</b> .....	IIA-178
Pendekatan <i>Lean Six Sigma</i> Sebagai Metode Analisis Kualitas Pelayanan Publik Pemerintah <b>Remba Yanuar Efranto dan Falih Suaedi</b> .....	IIA-186
Peningkatan Kualitas <i>Patchouli Alcohol</i> Pada Proses Redestilasi Hasil Minyak Nilam Menggunakan Desain Eksperimen Taguchi <b>Nasir Widha Setyanto, Hary Sudjono, Rakhman Kurniawan</b> .....	IIA-196
Pendekatan <i>Lean Thinking</i> Untuk Mereduksi <i>Waste</i> Dengan DMAIC Dan AHP <b>Lely Riawati, Gembong Baskoro, Bambang Indrayadi</b> .....	IIA-201
Pengembangan Model Matrik Perencanaan HOQ Untuk Atribut Pelanggan Dinamis <b>Dradjad Irianto, Tatang Heryadi</b> .....	IIA-212



**PENDEKATAN LEAN THINKING UNTUK MEREDUKSI WASTE DENGAN TOOLS DMAIC DAN AHP  
(STUDI KASUS PADA GEMPOL DC PT "X")**

Lely Riawati<sup>1)</sup>, Gembong Baskoro<sup>2)</sup>, Bambang Indrayadi<sup>3)</sup>

**Abstrak**

Tingginya persaingan bisnis dan tuntutan konsumen akan produk yang berkualitas, harga yang kompetitif serta aspek kecepatan dan ketersediaan produk menuntut penyedia jasa distribusi untuk terus berusaha menjadi perusahaan yang kompetitif dan efisien dengan mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*waste*) secara berkesinambungan. Salah satu upaya yang dapat ditempuh adalah dengan menerapkan *lean thinking* sebagaimana penelitian yang dilakukan di Gempol DC PT "X". Penerapan *lean thinking* dilakukan dengan membuat *value stream mapping* saat ini dan masa mendatang, mengidentifikasi *waste* serta mereduksi *waste* tersebut dengan tools pemecahan masalah DMAIC dan penentuan prioritas dengan AHP untuk hasil yang lebih optimal.

Pada penelitian ini *waste* yang direduksi difokuskan pada *partial picking* pada *picking* eceran dan produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang, sedangkan penggunaan tools DMAIC dilakukan sampai pada tahapan *improve*. Tahap *control* akan dilakukan oleh Gempol DC PT "X". AHP digunakan untuk penentuan prioritas pelaksanaan alternatif perbaikan yang didapatkan dari tahap *improve*.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa perbandingan *value added* dan *non value added activities* saat ini yang selanjutnya menjadi baseline proses *continuous improvement* penurunan *non value added (waste)* ditahun mendatang adalah 3,33 % dibanding 96,78%. Disamping itu juga didapatkan usulan perbaikan berdasarkan urutan prioritas untuk reduksi *waste partial picking* adalah review SOP dengan membahas tentang ketentuan *release order* baru, confirm RF dilakukan oleh operator *replenishment* dan pemindahan 1 orang operator *picking order bulk* ke *replenishment*, memonitor *partial picking* sebagai KPI serta menambah jumlah pallet min-max pada *pick face area*. Sedangkan untuk reduksi *waste* produk rusak adalah diadakannya training dan review SOP termasuk retraining untuk alat yang spesifik dan training multiskill, pemberian tanda pada rak yang terdapat siku *beam* penahan gempa, mengaplikasikan *guide pallet* pada semua rak serta mengaktifkan lampu RT.

Kata Kunci : *Lean thinking, Value stream mapping, Waste, DMAIC, AHP*

**ABSTRACT**

*The increase of business competition as well as consumer demand on high quality product, competitive price, speed of delivery and product availability have given pressure to distribution service provider for continuously doing all effort making the company more competitive and efficient. It can be done by continuously identifying and reducing non value added activities. One of strategy on this concern is implementing lean thinking, as described in this research, applied in Gempol DC PT "X". Lean implementation is started with establishing current and future state VSM, identifying waste and reducing waste with DMAIC problem solving tools and AHP for prioritizing the improvement.*

*On this research, the waste reduction is focused on partial picking activities for un-full pallet order and product damage due to warehouse fault. DMAIC tool is done until 'improve' phase, and "Control" phase will be done by Gempol DC PT "X". AHP is used to prioritize the implementation of improvement actions.*

*From the research, shown the value added and non value added percentage is 3,33% and 96,78%. It will be a baseline for future continuous improvement plan on non value added reduction. And the priority action plan for partial picking waste reduction are reviewing SOP to include the rule of new order release, RF confirmation done by replenishment operator and move 1 (one) picking operator of bulk order to be replenishment operator, put number of partial picking as KPI and add the number of min-max pallet on pick face area. And the priority action plan for reduction of damage product due to warehouse fault are reviewing SOP continued with improving training especially retraining for specific tools and multiskill development, providing mark or sign on elbow of earthquake proof beam, applying pallet guide on all racks and reactivating RT lamp.*

Keywords : *Lean thinking, Value stream mapping, Waste, DMAIC, AHP*

**PENDAHULUAN**

**1. Latar belakang**

Semakin terbukanya perdagangan bebas dan majunya teknologi informasi, membawa perusahaan pada tingkat persaingan yang semakin ketat. Dengan beragam pilihan yang ada, saat ini pelanggan tidak hanya akan memilih produk yang berkualitas tinggi, variasi produk dan harga yang kompetitif saja. Pelanggan mulai menuntut aspek

kecepatan dan ketersediaan produk setiap saat ketika diperlukan.

Untuk memenuhi tuntutan tersebut, yang harus menjadi perhatian selain proses manufaktur adalah logistik termasuk didalamnya mencakup distribusi. Saat ini fungsi distribusi lebih ditujukan pada cara penyimpanan dan pengiriman yang cepat, tepat, lebih murah dan pelayanan yang menyesuaikan kebutuhan pelanggan. (Zylatra, 2005: 33). Untuk itu

<sup>1)</sup> Mahasiswa Teknik Mesin Program Pascasarjana Unibraw

<sup>2)</sup> dan <sup>3)</sup> Dosen Teknik Mesin Program Pascasarjana Unibraw

dibutuhkan kemampuan membangun kerjasama yang baik dengan mitra bisnis dan menjamin bahwa tiap aktivitas bisnis yang dijalankannya merupakan aktivitas yang bernilai tambah (*value added activities* atau VA).

Gempol *Distribution Center* (DC) PT "X" merupakan unit regional distribution center (RDC) dari perusahaan multinasional penghasil produk *consumer goods* berupa makanan dan minuman yang berkomitmen tinggi menjamin produk yang berkualitas tinggi, *freshness* dan dapat dikonsumsi pelanggan dalam jumlah dan waktu yang tepat.

Setiap proses produk dan jasa berpeluang memiliki *waste* atau *non value added activities*. Pada Gempol DC PT "X" dapat ditemui *waste*, diantaranya utilisasi truk yang kurang maksimal, *double check*, dan lain-lain. Namun yang menjadi fokus penelitian ini adalah *waste* sebagai berikut :

- a. Adanya *partial picking* pada *order picking* eceran di *pick face*. Dari data *shipment* dengan *picking* eceran pada tanggal 2 – 4 Maret 2009, didapatkan prosentase *partial picking* sebesar 79,65% ( sebanyak 137 dari 172 *shipment*).
- b. Produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang. Dari data minggu ke 2-10, 2009 terdapat 119 kejadian produk rusak atau sebanyak 154 cases

*Waste* tersebut diatas ataupun yang lainnya akan dapat dideteksi lebih mudah dengan melihat aliran aktivitas, material dan informasi serta memetakan aliran produk tersebut dari awal hingga akhir. Ini dapat dilakukan dengan membuat *value stream mapping* (Rother dan Shook (2004). Manos (2006) menyatakan bahwa VSM merupakan alat yang efektif untuk menjalankan perbaikan dan cukup efisien bagi semua jenis organisasi.

Pada penelitian ini digunakan pendekatan *lean thinking* untuk mereduksi *waste* dengan menggunakan tools DMAIC dan AHP. Maddy (2007) menjelaskan bahwa pengintegrasian implementasi *lean* akan meningkatkan daya saing perusahaan. Penerapan *lean thinking* pada industri manufaktur dapat meningkatkan keuntungan, efisiensi, biaya efektif dan kepuasan pelanggan (Czabke, et al. (2008). Saat ini penerapan *lean* telah meluas pada berbagai area, termasuk industri jasa sebagaimana pernyataan Poppendieck (2002), bahwa penggunaan *lean thinking* pada perusahaan jasa mampu meningkatkan kinerja dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. DMAIC berupa siklus pemecahan masalah dengan tahapan *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*. DMAIC merupakan metodologi *problem solving* yang lebih terstruktur (George, 2005:1). Untuk pemilihan prioritas alternatif perbaikan dalam tahapan *Improve* akan digunakan AHP. Lin, et al (2008) menyatakan penggunaan AHP dapat digunakan untuk pengambilan keputusan dengan banyak kriteria.

Berdasarkan fakta diatas, program perbaikan yang berkesinambungan (*continous improvement*) perlu terus ditingkatkan dengan konsep *lean thinking* untuk menganalisa potensi *waste*. Hal ini dapat menjadi lebih optimum dengan penggunaan

tools DMAIC dan AHP dalam mereduksi *waste* dengan harapan agar Gempol DC PT "X" lebih kompetitif dan fokus pada kebutuhan pelanggan.

## 2. Perumusan masalah

Permasalahan yang akan diteliti adalah :

1. Bagaimana menentukan *cycle time* pada proses di area *dispatch*.
2. Bagaimana gambaran perbandingan *value added activities* dan *non value added activities* untuk proses *dispatch* melalui penggambaran *value stream mapping*.
3. Bagaimana mendapatkan alternatif perbaikan beserta prioritas pelaksanaannya dalam mereduksi *waste partial picking* pada *picking* eceran dan produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang pada area *dispatch* melalui pendekatan *lean thinking* dengan menggunakan tools DMAIC dan AHP

## 3. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan *cycle time* pada setiap proses di area *dispatch*.
2. Mendapatkan gambaran perbandingan *value added activities* dan *non value added activities* untuk proses *dispatch* melalui penggambaran *value stream mapping*.
3. Mendapatkan alternatif perbaikan beserta prioritas pelaksanaannya dalam mereduksi *waste partial picking* pada *picking* eceran dan produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang pada area *dispatch* melalui pendekatan *lean thinking* dengan menggunakan tools DMAIC dan AHP.

## 4. Batasan masalah

1. Penelitian dilakukan pada Gempol DC PT "X" dengan jangkauan penelitian pada area *dispatch* dan difokuskan pada produk makanan dan minuman dari *bulk* dan *pick face* area.
2. Nama lengkap dari Gempol DC PT "X" tidak di sebutkan sebagaimana kebijakan perusahaan.
3. Didasarkan pada terbatasnya waktu penelitian serta ketentuan dari pimpinan Gempol DC PT "X" maka reduksi *waste* difokuskan pada 2 *waste*.
4. Pada penggunaan tool DMAIC, penelitian dilakukan sampai tahapan *improve* yaitu berupa usulan alternatif perbaikan beserta prioritasnya, sedangkan pelaksanaan perbaikan dan tahapan *control* dilakukan oleh Gempol DC PT "X".
5. Nilai data input pada matrik berpasangan untuk perhitungan bobot di AHP dilakukan oleh pimpinan Gempol DC PT "X".

## 5. Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh manfaat sebagai berikut :

- a. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan :  
Dapat memberi gambaran tentang penerapan konsep *lean thinking* untuk mereduksi *waste* dengan menggunakan tools pemecahan masalah DMAIC dan pengambilan keputusan

AHP di unit distribusi center serta dapat menjadi wacana baru bagi ilmu pengetahuan.

b. Bagi perusahaan / praktisi :

Usulan perbaikan diharapkan memberikan peningkatan kinerja yang lebih optimal pada suatu unit distribusi center agar memiliki daya saing melalui keunggulan dalam menjaga kualitas produk, pengiriman yang tepat waktu serta tingkat harga yang kompetitif.

## TINJAUAN PUSTAKA

Telah banyak penelitian yang dilakukan terkait dengan *lean thinking*, DMAIC maupun AHP. Czabke, et al. (2008) meneliti penerapan *lean* pada 4 perusahaan penghasil produk kayu kelas menengah baik di US dan Jerman dan menyatakan bahwa konsep dan penerapan *lean thinking* dapat meningkatkan keuntungan melalui proses operasi yang lebih efisien dan tingkat biaya yang efektif. Poppendieck, Mary, (2002) mempelajari tentang paradigma *lean thinking* semenjak dikenalkan oleh Womack, Jones dan Roos pada tahun 1990an. Sebagaimana dampak pada industri manufaktur, dampak penerapan *lean* pada industri jasa juga mampu menghasilkan berbagai peningkatan kinerja dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Dreachslin (2007) mengulas tentang penerapan DMAIC dan *Six sigma* dalam perusahaan jasa. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan *six sigma* dan DMAIC dapat secara efektif digunakan untuk meningkatkan strategi dan manajemen.

Zheng, et al. (2008) meneliti pemilihan *cool storage* dengan AHP sehingga didapatkan *cool storage* yang paling optimum. Lin, et al. (2008) meneliti tentang pemilihan pemasok dengan menggunakan metode AHP dengan banyak kriteria. Secara singkat tujuannya adalah membuat sebuah set kriteria yang terkolaborasi untuk pemilihan *supplier* dengan menggunakan AHP dan merancang proses evaluasi yang sesuai dengan kriteria yang ditetapkan.

### 1. *Lean thinking*

Womack, Jones (2003) menggambarkan *lean thinking* sebagai cara pikir dan pendekatan untuk melakukan perbaikan berkesinambungan dengan perhatian utama pada upaya untuk memberikan apa yang diinginkan pelanggan dan mengirimkannya tepat waktu, mengurangi waktu proses yang tidak bernilai tambah dan menurunkan waste. Taichi Ohno (1988) dalam Liker dan Meier (2006: 35-36) menyatakan:

"Yang kami lakukan hanyalah melihat kurun waktu saat pelanggan memberikan sebuah pesanan hingga saat dimana kami mengumpulkan uang. Dan kami mengurangi kurun waktu tersebut dengan menghilangkan waste yang tidak memiliki nilai tambah"

Womack dan Jones (2003: 16-28) menerangkan *lean* dalam lima prinsip berikut :

1. Mengidentifikasi kegiatan dan proses yang memberikan nilai tambah kepada pelanggan. (*Specify value*)

2. Mengidentifikasi *value stream* yaitu gambaran semua aktivitas, yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu produk/jasa atau famili produk/jasa dari awal hingga akhir. (*Identify value stream*)
3. Menciptakan aliran yang lancar. (*Make the product flow*)
4. Membuat sistem tarik / hanya produk yang diminta oleh pelanggan. (*Allow consumer pull*)
5. Terus mengupayakan kesempurnaan melalui perbaikan berkesinambungan. (*Achieve Perfection*)

Berdasarkan ke-lima prinsip tersebut, *lean* menekankan pada 2 (dua) tujuan utama yaitu :

1. Mengurangi waktu proses dengan mengurangi aktivitas yang membutuhkan waktu berlebih, sumber daya atau area tambahan tetapi tidak memberikan nilai tambah pada produk atau jasa. Berdasarkan riset LERC, diperoleh gambaran proporsi dari aktivitas tersebut diatas sebelum dilakukannya *lean improvement* pada pada 2 jenis industri yang berbeda (Hines dan Taylor, 2000: 10), pada industri manufaktur pada umumnya, ratio aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah = 5% : 95% (NVA tetapi diperlukan = 35% dan NVA yang tidak diperlukan 60%) sedangkan pada industri yang banyak berkaitan dengan informasi seperti distribusi, retail, perkantoran Ratio aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah = 1% : 99% (NVA tetapi diperlukan = 50% dan NVA yang tidak diperlukan 49%)
2. Mengurangi waste proses (*muda*)  
Waste merupakan elemen kegiatan operasi yang tidak memberi nilai tambah, tetapi menambah waktu, upaya dan biaya antara lain:
  1. Produksi berlebih
  2. Menunggu
  3. Transportasi yang tidak perlu
  4. Pemrosesan secara berlebih
  5. Persediaan berlebih
  6. Pergerakan yang tidak perlu,
  7. Produk cacat
  8. Kreativitas karyawan yang tidak dimanfaatkan secara optimal.

*Value stream mapping* merupakan penggambaran semua aktivitas, baik yang memberi nilai tambah maupun tidak, yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu produk/jasa atau famili produk/jasa dari awal hingga akhir. Mike Rother dan John Shook (2004: 9-76), menggambarkan *value stream mapping* dengan cara :

1. Membuat peta keadaan saat ini
2. Mengidentifikasi waste pada *value stream*.
3. Membuat peta keadaan masa mendatang

*Value stream mapping* digambarkan dengan menggunakan simbol-simbol *standard* ( Sayer, 2007: 78-79) sebagai berikut :

Tabel 1. Simbol *standard* VSM

Simbol	Nama simbol
	<i>Process box</i> , menggambarkan sebuah aktivitas dalam <i>value stream</i> .
	<i>Outside source</i> , mengidentifikasi <i>supplier</i> dan <i>customer</i> .
	<i>Truck</i> , merupakan jasa pengiriman dari dan kepada pihak luar, baik ke pelanggan maupun dari pemasok.
	Informasi, Menggambarkan aliran informasi yang dikirimkan sepanjang <i>value stream</i> .
	Pengiriman informasi elektronik, menggambarkan informasi yang dikirimkan secara elektronik.
	Pengiriman informasi secara manual, menggambarkan bahwa informasi dikirimkan secara manual.
	<i>Inventory</i> , mengidentifikasikan persediaan yang disimpan, baik material, WIP, maupun barang jadi.
	<i>Finished good movement</i> , Menggambarkan pemindahan barang jadi sepanjang <i>value stream</i> .
	<i>Material Push</i> , mengindikasikan material yang didorong sepanjang <i>value stream</i> .
	Supermarket, menggambarkan persediaan dalam proses disimpan dalam lingkungan yang terkendali.
	Material pull, mengindikasikan pemindahan material melalui sinyal tarik.
	Operator, Menggambarkan satu atau lebih operator berada di langkah prosesnya.
	Kaizen burst, mengindikasikan kebutuhan dan penjelasan aktivitas kaizen dalam <i>value stream</i> .

## 2. *Time study* (berkaitan dengan teknik pengukuran kerja secara langsung)

Waktu *standard* merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dengan tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu proses. Adapun langkah-langkah penentuan waktu *standard* yang dilakukan menurut Wignjosubroto (2003:171-172) terkait dengan pengukuran secara langsung dengan *stopwatch* adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan aktivitas atau proses yang akan diukur waktunya
2. Menetapkan jumlah siklus kerja atau *cycle time* yang harus diukur dan dicatat.
3. Mencatat hasil pengukuran
4. Menghitung  $\sum X$ ,  $\sum (X^2)$  dan  $\bar{X}$
5. Melakukan pengecekan keseragaman data dengan persamaan:

$$BKA = \bar{X} + 3\delta\bar{X} \quad \dots(2-1)$$

$$BKB = \bar{X} - 3\delta\bar{X} \quad \dots(2-2)$$

$$\text{Dimana } \delta\bar{X} = \frac{\delta}{\sqrt{N}} \quad \dots(2-3)$$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (X^2)}{N} - \bar{X}^2} \quad \dots(2-4)$$

Apabila data berada diluar batas kontrol BKA dan BKB maka data tersebut tidak dipakai.

6. Menghitung kecukupan data dengan rumus:

$$n = \left( \frac{k \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 - \left( \frac{40 \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad \dots(2-5)$$

Biasanya memakai tingkat kepercayaan 95% dan penyimpangan tidak lebih dari 5% dimana  $k = 2$  dan  $s = 0,05$  sehingga  $k/s = 40$ . Apabila  $N > N'$  maka data cukup tetapi bila  $N < N'$  maka perlu mengambil data lagi

7. Menetapkan *performance rating*, biasanya menggunakan *westing house sistem's rating* (Wignjosubroto, 2003:198) dan menghitung waktu normal dengan persamaan  $W_n = W_{\text{prediksi}} \times X_{\text{performan cerating}} \quad \dots(2-6)$
8. Menentukan kelonggaran waktu untuk memberikan fleksibilitas
9. Menghitung waktu *standard* untuk satu siklus proses dengan persamaan sebagai berikut:

$$W_{\text{standard}} = W_{\text{normal}} \times \frac{100\%}{100\% - \%allowance} \quad \dots(2-7)$$

## 3. DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*)

DMAIC merupakan suatu metodologi pemecahan masalah yang terstruktur, mulai tahapan menentukan permasalahan sampai menentukan solusi yang terkait langsung dengan penyebab permasalahan dan menciptakan sistem kerja yang terbaik untuk menjamin solusinya bertahan lama (George, 2005:1).

Tahapan dalam DMAIC adalah *Define, Measure, Analyse, Improve* dan *Control*.

### 1. *Define*,

Pada tahap ini diidentifikasi produk dan proses yang akan menjadi area peningkatan dan memastikan bahwa *resource* untuk proyek *improvement* tersebut tersedia. Di tahap ini juga untuk mendapatkan kesepakatan antara tim dan sponsornya mengenai: *scope, goal* dan *finance* (George, 2005: 4). Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah:

- a. Mengidentifikasi *project improvement*
- b. Membuat *Project Charter*, memuat nama tim dan proyek, pernyataan masalah dan tujuan, *stakeholders* melalui *cross functional mapping* serta *time frame*.
- c. Menentukan *High Level Process Map* (SIPOC) dan menentukan CTQ. SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) dapat digunakan untuk membantu tim dalam verifikasi batasan proyek (George, 2005 : 38). Berdasarkan *output* dan *customer* yang ada dalam SIPOC, dapat diperoleh *Voice of Customer* (VOC) dan diterjemahkan dalam CTQ (*Critical To Quality*). Selanjutnya menganalisa CTQ berdasarkan tingkat kebutuhan *customer* melalui analisa model kano. George (2007:64) menjelaskan bahwa analisa kano merupakan suatu model untuk menganalisa keinginan *customer* dengan menggolongkannya dalam 3 kelompok, yaitu *must be, more is better* dan *delighters*.



## 2. Measure

Pada tahap ini akan diketahui kondisi proses saat ini (berdasar data) sebelum diidentifikasi langkah-langkah perbaikan (George, 2005:8). Langkah dalam tahap ini adalah :

- Data collection plan* memuat pengukuran proyek, definisi operasional, sumber data, jumlah sampel, prosedur pengumpulan data dan cara menganalisanya.
- Menggambarkan *data patterns* dalam grafik.

## 3. Analyze

Mengidentifikasi akar masalah sehingga diperoleh prioritas akar masalah yang akan ditanggulangi (George, 2005: 12). Upaya peningkatan akan difokuskan pada beberapa faktor utama yang mengakibatkan terjadinya masalah. Langkah dalam tahap analisa adalah :

- Analisa proses, dengan menggunakan *flowchart*
- Analisa sebab dan akibat (*cause and effect*)

## 4. Improve

Langkah – langkah dalam tahap ini adalah :

- Rencana perbaikan / *Improvement plan*
- Penerapan, yaitu menerapkan rencana perbaikan yang telah ditetapkan untuk memecahkan masalah dan mencapai sasaran.

## 5. Control

Dilakukan rencana monitoring untuk menjamin agar perbaikan yang telah tercapai dapat dipertahankan dan membakukan cara kerja baru ke dalam kegiatan operasional sehari – hari (George, 2005: 17). Pada proses ini juga akan melakukan evaluasi efektivitas perbaikan.

## 4. Analytic Hierarchy Process (AHP)

*Analytical Hierarchy Process (AHP)* merupakan sistem pengambilan keputusan dengan menggunakan model matematis untuk menentukan prioritas dari beberapa kriteria dengan melakukan analisa perbandingan berpasangan dari tiap kriteria. AHP didasarkan pada tiga prinsip pokok:

- Penyusunan hirarki
- Penentuan prioritas
- Konsistensi logis, yang dapat diterima adalah rasio konsistensi  $\leq 10\%$ . (Saaty, 1992).

Cara untuk mendapatkan nilai konsistensi adalah:

- Mengalikan matriks awal dengan bobot masing-masing kriteria.
- Membagi hasil setiap matriks yang diperoleh dengan bobot tiap kriteria (matrix C)
- Tahap mengukur konsistensi tiap matriks perbandingan, yang didasarkan pada *eigen value maximum* ( $\lambda_{max}$ ), dengan rumus:

$$\lambda_{max} = \sum \frac{\text{Matrix C}}{n} \quad \dots(2-8)$$

- Menghitung nilai *Consistency Index (CI)*:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \dots(2-9)$$

di mana: n = ukuran matriks

- Menghitung *Consistency Ratio (CR)*

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \dots(2-10)$$

di mana: CI = consistency index  
RI = ratio index

Saaty (2006:73) menetapkan skala-skala penilaian kuantitatif antara 1 sampai dengan 9.

Tabel 2. Skala tingkat kepentingan dan definisinya

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting
5	Elemen yang satu secara signifikan lebih penting
7	Elemen yang satu jauh lebih penting
9	Elemen yang satu secara mutlak lebih penting
2,4,6,8	nilai tengah-tengah
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibandingkan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan i.

*Random index* untuk beberapa ukuran matriks menurut Saaty (2006:84)

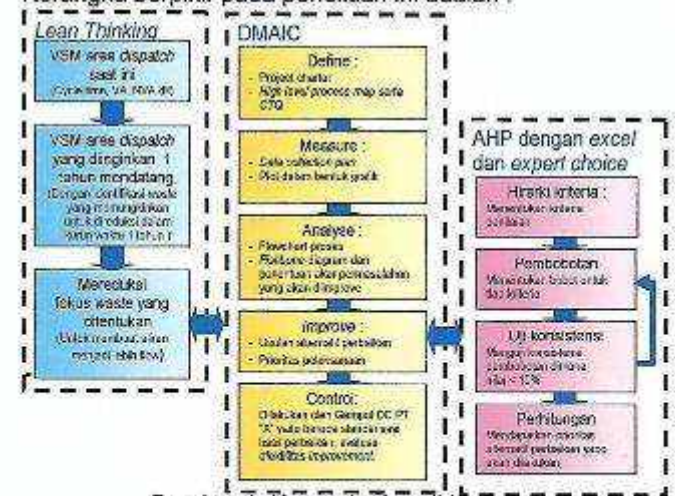
Tabel 3. Nilai Indeks Random

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41

n	9	10	11	12	13	14	15
RI	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

## KERANGKA BERPIKIR

Kerangka berpikir pada penelitian ini adalah :



Gambar 1. Kerangka berpikir

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Jenis penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah studi kasus dengan mempelajari keadaan obyek penelitian secara intensif di area *dispatch*.

### 2. Tempat dan waktu penelitian

Dilaksanakan di area *dispatch* Gempol DC PT "X" di Gempol, Jawa Timur. Penelitian tesis dilaksanakan bulan Desember 2008 hingga Mei 2009 ( termasuk penelitian di Gempol DC PT "X" yang dilakukan melalui program magang penuh pada minggu ke 10 – 19, 2009)

### 3. Data-data penelitian

Seperti yang tercantum pada gambar 2.

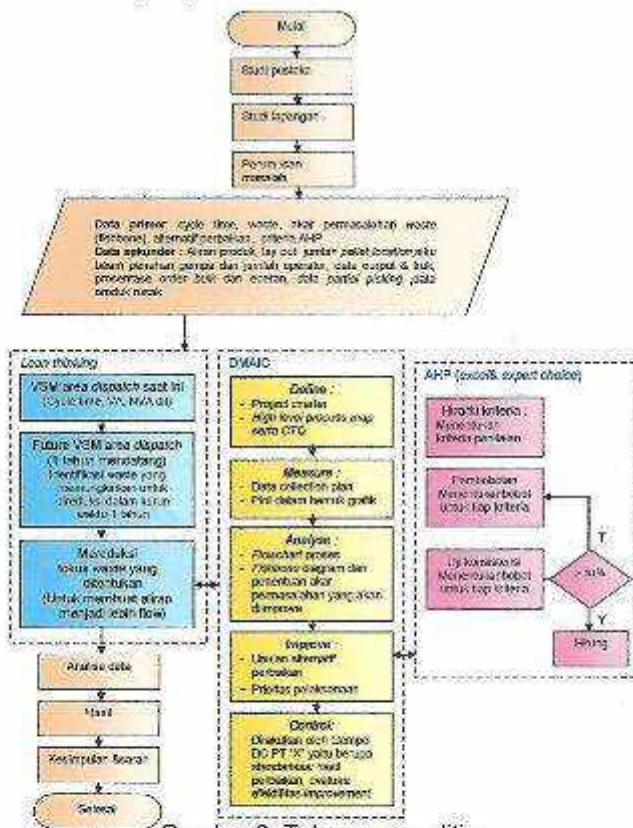
#### 4. Metode pengumpulan data

Teknik yang digunakan adalah teknik observasi, penelusuran literatur, wawancara, *focus group discussion* (FGD) dan dokumentasi.

#### 5. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan antara lain *stopwatch*, kamera, *white board*, alat tulis, *software expert choice commercial Ver. STR45* dan *9.47v79, SAP* (pada Gempol DC PT "X"), *Microsoft office excel 2003*

#### 6. Tahapan penelitian

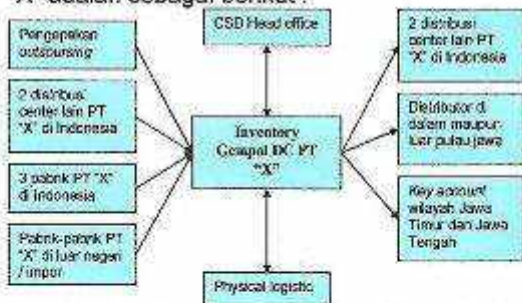


Gambar 2. Tahapan penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Data umum perusahaan

Pendistribusian produk ke dan dari Gempol DC PT "X" adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Pendistribusian produk dari dan ke Gempol DC PT "X"

Gempol DC PT "X" memiliki total area 70 ha. dengan luas bangunan 24.513,64m<sup>2</sup> yang terdiri dari 27.684 lokasi *pallet*, dengan rincian berikut ini :

Tabel 4. Jumlah lokasi *pallet* pada *racking*

LOKASI	Jumlah Lokasi <i>pallet</i>
1. Double deep	23408
2. Single deep	3724
3. Cool room	252
4. Petfood	192
5. Damage	108
<b>TOTAL</b>	<b>27684</b>

Penelitian difokuskan pada rak *double deep* dan *single deep* yang mempunyai jumlah *pallet* lokasi jauh lebih banyak.

#### 2. Value stream mapping (VSM)

Area pada Gempol Dc PT "X" dibagi menjadi 2 area besar yaitu area *inbound* (area tempat penerimaan, pengecekan fisik, penentuan lokasi rak hingga peletakan produk pada rak) dan area *dispatch* (area tempat proses pendistribusian kembali dilakukan mulai dari *order picking* baik untuk bentuk *bulk* dari *bulk* area maupun eceran dari *pick face* area (hasil *replenishment*), pengecekan fisik hingga proses *loading* ke truk).

Pada penelitian ini, pembahasan lebih difokuskan pada area *dispatch*, dengan data pendukung sebagai berikut :

- Rata-rata jumlah *output* per *shift* berdasarkan data *output* minggu ke 2-10, 2009 = 17671 cs/*shift* (sesuai KPI ditargetkan *output dispatch* = 20.000 cs / *shift*)
- Rata-rata jumlah produk per truk berdasarkan data *output* minggu ke 2-10, 2009 = 834 cs/truk.
- Rata-rata jumlah truk per *shift* berdasarkan data *output* minggu ke 2-10, 2009 = 22 truk/*shift* (apabila disesuaikan dengan target KPI 20.000 cs/ *shift* maka jumlah truk yang dilayani setiap *shift* adalah 24 truk/*shift*).
- Berdasarkan data *output* Januari dan Februari, 2009 (dari SAP), perbandingan jumlah cases bentuk *bulk* : eceran = 56 % : 44 %
- Berdasarkan data perusahaan *standard pallet*, perhitungan konversi 1 *pallet* = 32 cases.
- 3 rotasi *shift* pada hari senin – rabu @ 8 jam, dan 2 rotasi pada hari kamis – sabtu @ 8 jam.

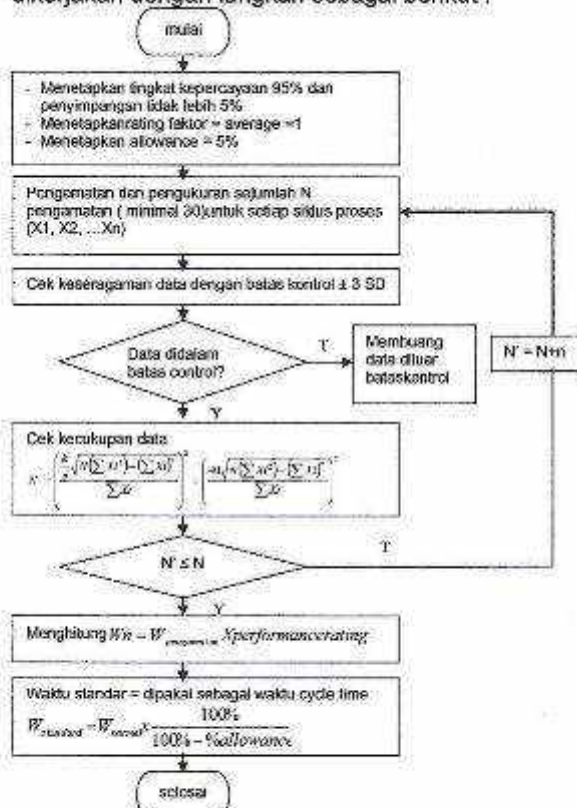
Proses operasi pada area *dispatch* adalah sebagai berikut :

- Order picking* bentuk *bulk* / *full pallet*, dilakukan berdasarkan *bulk picking list* dengan mengambil bentuk *bulk* / *full pallet* secara langsung dari *bulk* area selanjutnya meletakkannya di *cages*.
- Order picking* dalam bentuk eceran / tidak *full pallet*, dilakukan berdasarkan *picking list* order eceran dengan mengambil bentuk *cases* pada area *pick face* Ketika *pallet* penuh maka akan diletakkan di *cages* yang ditentukan. Area *Pick face* ini akan disupply oleh bagian *replenishment*.
- Replenishment*, dilakukan sesuai *replenishment list* (berdasar min-max safety stock) dengan mengambil bentuk *full pallet* dari area *bulk* dan meletakkannya di area dekat *pick face*. *Replenishment* ini untuk memenuhi permintaan

order eceran di *pick face* dimana sistem pada *pick face* adalah merupakan sistem tarik.

4. *Unwrapping* dan *confirm* yaitu melepas plastik dan mengkonfirmasi dengan RF tentang lokasi rak di *pick face* untuk hasil *replenishment*.
5. Transfer ke area *pick face*, merupakan aktivitas pemindahan produk *full pallet* hasil *replenish* ke area *pick face* pada nomor rak yang sesuai dengan konfirmasi RF.
6. Cek fisik oleh *attendant* yaitu pengecekan antara fisik barang dengan *picking list* dan *loading list* tentang kesesuaian jenis material, no *batch* dan jumlahnya. Cek fisik ini dilakukan di *cages*.
7. Cek fisik oleh krani dari *transporter* yaitu cek ulang produk yang telah di cek oleh *attendant*, biasanya hanya kesesuaian material dan jumlah antara fisik produk dengan *loading list*.
2. Transfer *pallet* beserta produk hasil *order picking* bentuk *bulk* maupun eceran dari *cages* ke area *loading*.
3. Transfer *pallet* beserta produk dari area *loading* ke pintu truk.
4. *Loading*  
Memindahkan *pallet* dan produk ke tempat penataan produk selanjutnya menata produk dari *pallet* baik dari *order picking* dalam truk secara curah (tanpa *pallet*).

Untuk penghitungan *cycle time* menggunakan pengukuran waktu kerja secara langsung dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) dimana peneliti melakukan pengamatan dan mengukur langsung pada tempat dimana pekerjaan yang diukur dikerjakan dengan langkah sebagai berikut :



Gambar 4. Flow chart penentuan *cycle time*

Dari hasil perhitungan untuk waktu *standard* atau *cycle time* dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 5 Alokasi operator dan *cycle time* / CT (*menit/pallet*) area *dispatch*

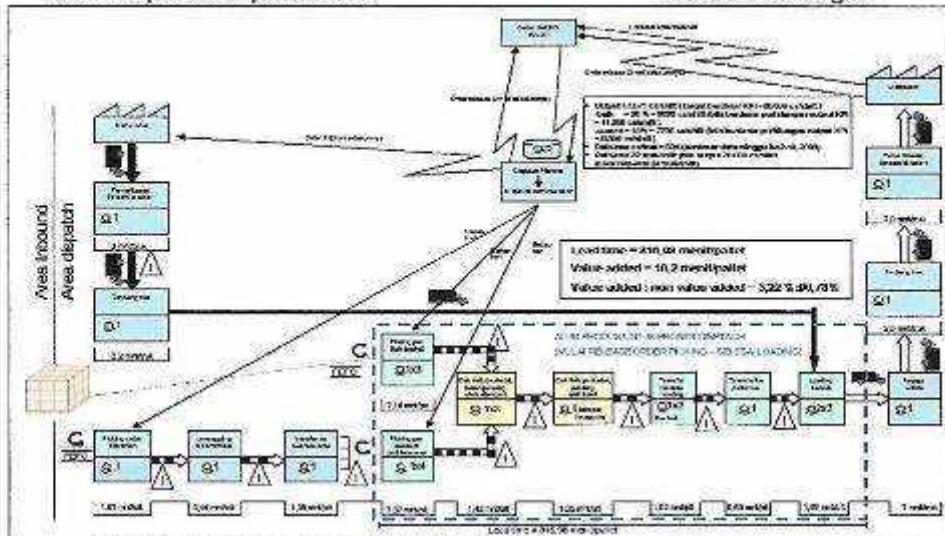
No	Proses	Alat bantu	PIC	Tot org ishift	CT
1	Loading produk ke truk	Hand jack & manual	2 Kuli	14	1,58
2	Transfer dari area <i>loading</i> ke pintu truk.	CB	1 karyawan	1	0,53
3	Transfer dari <i>cages</i> ke area <i>loading</i> .	Hand jack	1 Sopir, 1 kenek	Tiap truk 2 orang	1,02
4	Cek fisik oleh krani	Manual	1 Krani	min 1 krani/transporter	1,05
5	Cek fisik oleh <i>attendant</i> .	Manual	1 Karyawan	3	1,42
6	Order <i>picking</i> bentuk <i>bulk</i>	RT dan ETT	1 Karyawan	3	2,16
7	Order <i>picking</i> eceran	ETT	1 Karyawan	4	7,07
8	Transfer hasil <i>replenish pickface</i> ke	ETT	1 Karyawan	1	1,08
9	<i>Unwrapping</i> dan <i>confirm</i>	Cutter dan RF	1 Karyawan	1	0,44
10	<i>Replenishment</i>	RT	1 Karyawan	1	1,81

*Value stream mapping* (VSM) memudahkan kita untuk melihat aliran produk secara keseluruhan. *Value stream mapping* tidak hanya membantu kita dalam pengidentifikasian *waste* tetapi juga dapat mengetahui dimana sumber atau tempat terjadinya *waste*. Dengan memvisualisasi seluruh proses operasi secara terintegrasi dan mengaitkan alur produk dan alur informasi didalamnya maka dibuat *value stream mapping* untuk kondisi saat ini sebagaimana pada gambar 5.

Untuk alur produk pada proses *dispatch* di area *dispatch* dimulai dari *release order* sampai dengan selesai *loading* ke dalam truk. Aktivitas yang bernilai tambah atau *value added* diidentifikasi dari kacamata pelanggan yaitu proses dimana pelanggan mau membayar untuk proses tersebut. Dalam kaitannya dengan produksi yang dimaksud dengan aktivitas yang bernilai tambah adalah aktivitas yang mengubah bentuk suatu material sedangkan pada pergudangan adalah proses pendistribusian produk dari satu tempat ke tempat lain. Dalam Gempol DC PT "X", yang menjadi *value added* adalah proses *order picking*, transfer dan *loading*. Untuk penghitungan aktivitas yang bernilai tambah adalah didasarkan pada penjumlahan:

1. Total aktivitas bernilai tambah yang dilakukan secara seri yaitu transfer ke area *loading*, transfer ke pintu truk dan *loading* ke truk.
2. Waktu terlama untuk aktivitas bernilai tambah yang dilakukan secara paralel. Proses *order picking bulk* dan eceran yang dilakukan merupakan proses paralel. Maka yang dipakai adalah waktu terlama yaitu *order picking order* bentuk eceran (7,07 *menit/pallet*)

Dari hasil perhitungan *cycle time* didapatkan aktivitas yang bernilai tambah / *value added* / VA per *pallet* produk = 10,2 menit/*pallet*. Sedangkan nilai *non value added activities* merupakan selisih antara rata-rata *lead time* proses *dispatch* dengan nilai *value added*. Sehingga didapatkan perbandingan antara *value added* dan *non value added* adalah 3,22 % : 96,78 %. Nilai perbandingan ini selanjutnya akan menjadi *baseline* untuk melakukan proses *continuous improvement* penurunan *non value added* dimasa mendatang. Menurut Sayer (2007:86), penetapan *value added* dan *non value added* akan menjadi *guideline* ketika memulai proses *improvement*.



Gambar 5. Value stream mapping saat ini

Dengan melakukan pengamatan terhadap alur produk dan informasi melalui *value stream mapping* dapat lebih mempermudah peng-identifikasi *waste* dan sumber terjadinya *waste*. Dalam penelitian ini *waste* yang memungkinkan untuk direduksi maupun dihilangkan dalam kurun waktu 1 tahun kedepan adalah sebagai berikut :

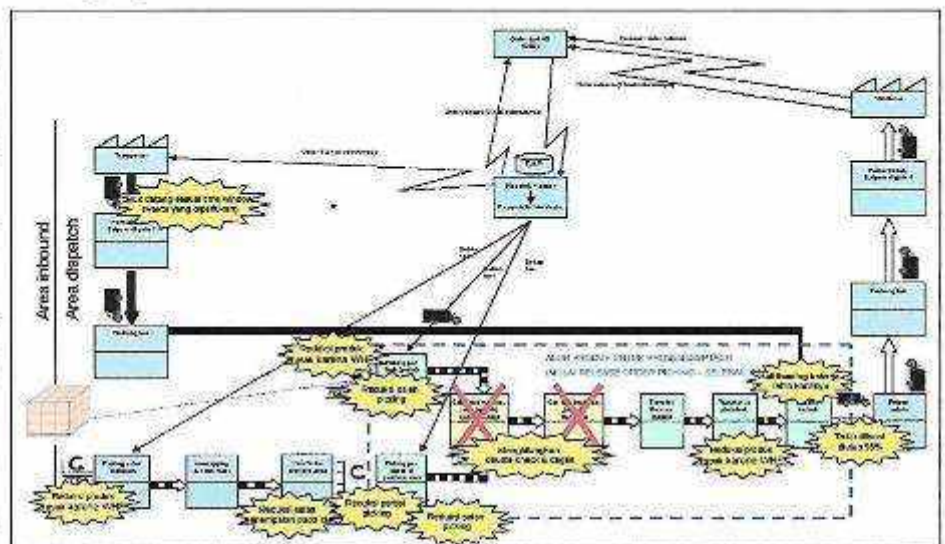
1. *Partial picking* pada *picking* eceran
2. Produk yang rusak karena kesalahan penanganan di gudang (*warehouse fault*)
3. *Double check* untuk jenis, *batch* maupun jumlah produk
4. Truk datang tidak pada waktu yang diperlukan
5. Kuli *loading* menunggu *counter balance* melayani truk lain.
6. Adanya kesalahan *picking* baik dari jenis, *batch* maupun jumlah produk.

7. Kesalahan lokasi rak pada penempatan produk di area *pick face*.
8. Truk utilisasi kurang maksimal, masih dibawah 95% (yang ditargetkan).

Rencana strategi Gempol DC PT "X" yang dituangkan dalam *future VSM* dibuat untuk kurun waktu 1 mendatang seperti pada gambar 6. Selanjutnya adalah menentukan target awal reduksi *waste* yang telah teridentifikasi. Setelah 1 tahun mendatang akan dievaluasi lagi tentang hasil yang telah dicapai. Berdasarkan kondisi tersebut maka dibuat lagi *future VSM* yang baru untuk tahun berikutnya, hal tersebut dilakukan secara berkesinambungan.

Dari delapan *waste* yang teridentifikasi di atas, pimpinan Gempol DC PT "X" memfokuskan *waste* yang akan di reduksi terlebih dahulu adalah

1. *Partial picking* pada *picking* eceran
2. Produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang / *Warehouse fault*.



Gambar 6. Future value stream mapping(1 tahun mendatang)

### 3. Reduksi *waste* dengan tools DMAIC dan AHP

Pada penelitian ini dilakukan empat tahapan DMAIC untuk mereduksi *waste* yang ditentukan yaitu *define*, *measure*, *analyze* dan *improve* (usulan alternatif perbaikan beserta prioritasnya (dengan AHP)), sedangkan pelaksanaan perbaikan dan

tahap *control* berupa standarisasi hasil perbaikan serta evaluasi efektifitas *improvement* dilakukan Gempol DC PT "X".

**A. Reduksi waste *Partial picking* pada *picking* eceran.**

**1. Tahap *define***

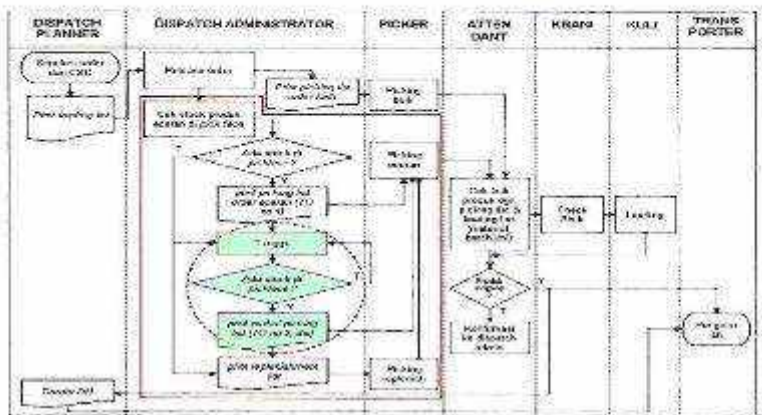
**a. Identifikasi *project charter*.**

Dalam penelitian ini *project charter* yang dibuat meliputi nama proyek, deskripsi permasalahan (apa, dimana dan kapan terjadinya, seberapa besar dan apa dampaknya), tujuan proyek (target terukur yang diinginkan serta batasan waktu pelaksanaan proyek dan batasan waktu pelaksanaan penelitian (sampai usulan & prioritas alternatif perbaikan)) dan *stakeholder* (dapat diidentifikasi dari penggambaran *cross functional mapping*). Pada reduksi waste *partial picking* pada *picking* eceran, untuk *project charter* dan *cross functional mapping* adalah sebagai berikut :

Tabel 6. *Project charter* untuk reduksi waste *partial picking*

<b>Nama proyek</b>	Mereduksi <i>partial picking</i> pada <i>picking</i> eceran	
<b>Deskripsi permasalahan</b>	Adanya <i>partial picking</i> pada <i>order picking</i> eceran di <i>pick face</i> . Yang dimaksud dengan <i>partial picking</i> adalah jika pada <i>shipment</i> yang sama, <i>order picking</i> eceran tidak dapat dilakukan sekaligus (ditandai dengan nomor transfer order TO <i>picking eceran</i> > 1). Dalam hal ini pada <i>picking list</i> dengan nomor transfer order / TO yang pertama hanya mengambil sebagian produk dan untuk sebagian yang lain diambil menurut <i>picking list</i> dengan nomor TO berikutnya didasarkan pada ketersediaan produk di area <i>pick face</i> . Pada proses <i>picking eceran</i> pada tanggal 2 – 4 Maret 2009, didapatkan <i>partial picking</i> sebesar 79,65% (137 dari 172 <i>shipment</i> ) yang mengakibatkan proses <i>dispatch</i> menjadi lebih lama serta mengakibatkan <i>picker</i> dan <i>attendant</i> akan bekerja lebih banyak dari yang seharusnya.	
<b>Tujuan proyek</b>	Mereduksi <i>partial picking</i> sebesar 70% (dari 79,65% menjadi 23,89 %) selama Maret – September 2009 namun untuk penelitian ini hanya dilakukan sampai dengan tahapan <i>improve</i> , dilakukan pada bulan Maret - Mei 2009.	
<b>Stake holder</b>	a. Manajemen Gempol DC b. <i>Dispatch planner</i> c. <i>Dispatch administrator</i> d. <i>Picker</i>	e. <i>Attendant</i> f. <i>Transporter</i> (termasuk krani) g. Kuli

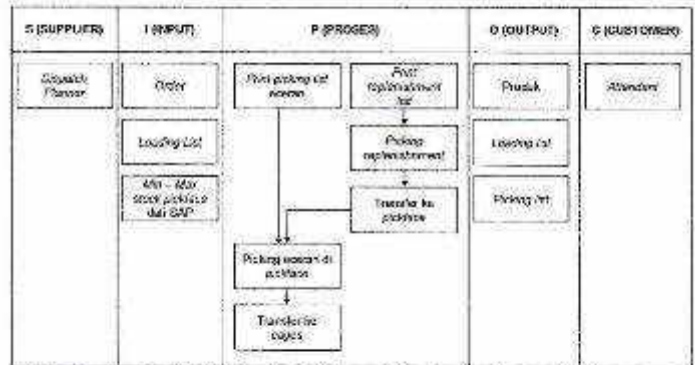
*Stakeholder* ini dapat diidentifikasi melalui *cross functional mapping* seperti pada gambar 7 berikut ini :



Gambar 7. *Cross functional mapping* terkait dengan reduksi waste *partial picking*

**b. *High level process map* dan *CTQ***

*High level process map* menggambarkan proses umum yang berkaitan dengan *partial picking* seperti pada gambar 8. SIPOC diagram dan penentuan CTQ dari *output* dan *customer* pada SIPOC digunakan untuk membantu memverifikasi batasan proyek



Gambar 8. SIPOC terkait reduksi waste *partial picking*

Tabel 7. Analisa kano dan frekuensi bermasalah dari CTQ terkait dengan reduksi *partial picking*.

Output / Customer	Desain (Kano)	Spesifikasi (CTQ)	Konsep CTQ	Kategori (Kano analisis)	Frekuensi (Must, Should, Desire to be)	Sebagaimana? (Sebagaimana, Sangat Sering, Sangat Jarang/Tidak)
Produk Allocated Picking List	Produk yang diambil oleh kapal yang telah dan akan diperbarui pada saat ini, produk yang akan dikirimkan ke produk	1. Topik yang telah dan akan diperbarui pada saat ini, produk yang akan dikirimkan ke produk	1	V		Sebagaimana
Loading list	Dalam 1 <i>shipment</i> order 1 TO <i>picking list</i> per <i>shipment</i> harus bisa beroperasi untuk <i>picking eceran</i> (produk yang hanya diambil di pickface dan dikirimkan)	2. Dalam 1 <i>shipment</i> order 1 TO <i>picking list</i> per <i>shipment</i> harus bisa beroperasi untuk <i>picking eceran</i> (produk yang hanya diambil di pickface dan dikirimkan)	2	V		Sangat sering
	Apakah setiap <i>shipment</i> order 1 TO <i>picking list</i> per <i>shipment</i> harus bisa beroperasi untuk <i>picking eceran</i> (produk yang hanya diambil di pickface dan dikirimkan)	3. Apakah setiap <i>shipment</i> order 1 TO <i>picking list</i> per <i>shipment</i> harus bisa beroperasi untuk <i>picking eceran</i> (produk yang hanya diambil di pickface dan dikirimkan)	3	V		Sebagaimana

Berdasarkan analisa CTQ dengan kano dan frekuensi CTQ tersebut bermasalah maka CTQ bahwa 1 TO *picking list* per *shipment* untuk *picking eceran* adalah termasuk dalam kriteria *must be* dan sangat sering bermasalah. Fokus grup menyatakan benar bahwa permasalahan awal yaitu *partial picking* memang diprioritaskan untuk direduksi.

**II. Tahap Measure**

Tahapan pengumpulan data untuk mengetahui kondisi proses saat ini (berdasar data dan bukan hanya dugaan)

**a. Data collection plan**

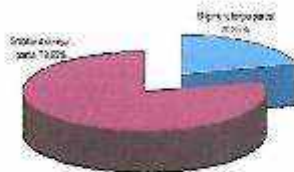
Tabel 8. Data collection plan untuk reduksi waste *partial picking*

No	Parameter	Keterangan
1	Pengukuran proyek <i>partial picking</i>	Prosentase <i>partial picking</i> pada <i>picking</i> eceran dan lama waktu proses <i>dispatch</i> pada <i>shipment</i> dengan dan tanpa <i>partial picking</i>
2	Definisi operasional	Jika dalam 1 <i>shipment</i> , <i>picking list</i> eceran lebih dari 1 nomer TO (transfer order)
3	Sumber	SAP
4	Jumlah sampel	2-4 Maret 2009 sebanyak 172 <i>shipment</i> dengan <i>picking</i> eceran(100%)
5	Prosedur	Download data no <i>shipment</i> , no TO, <i>storage type</i> jam awal create TO, jam terakhir TO di konfirmasi di SAP Identifikasi <i>storage type</i> 324 ( <i>order picking</i> eceran) yang memiliki TO lebih dari 1 sebagai <i>partial picking</i> Menghitung jumlah dan % <i>shipment</i> dengan dan tanpa <i>partial picking</i> serta lama waktu proses <i>dispatch</i> tiap <i>shipment</i> yaitu selisih jam terakhir TO di <i>confirm</i> (selesai loading) dan awal <i>create picking list</i> ( <i>release order</i> )
6	Analisis	Diagram pie, balok dan grafik line

**b. Grafik hasil pengolahan data**

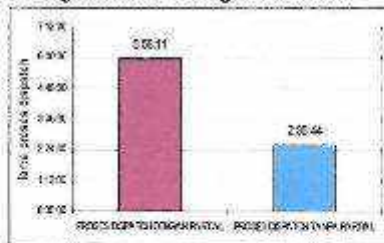
Berdasarkan pengolahan didapatkan data berikut:

1. Prosentase untuk *shipment* dengan dan tanpa *partial picking*. Dari 172 *shipment* didapatkan 137 adalah *shipment* dengan *partial picking* dan 35 tanpa *partial picking* seperti pada gambar 9.



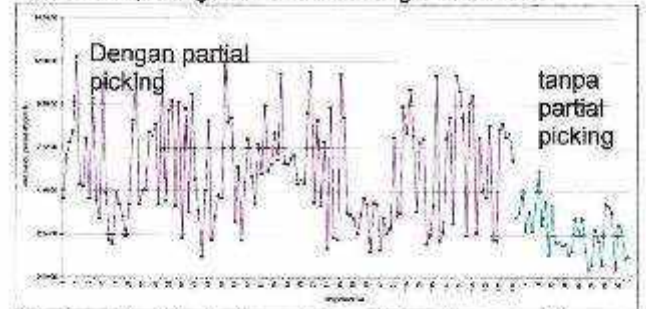
Gambar 9. Diagram pie prosentase banyaknya *shipment* dengan dan tanpa *partial*

2. Rata-rata lama waktu proses *dispatch* pada *shipment* untuk *picking* dengan *partial picking* adalah 05:58:11 atau 358,18 menit dan tanpa *partial picking* 02:35:44 atau 155,73 menit. Apabila digrafikkan sebagai berikut:



Gambar 10. Diagram balok rata-rata lama proses *dispatch* dengan dan tanpa *partial picking*

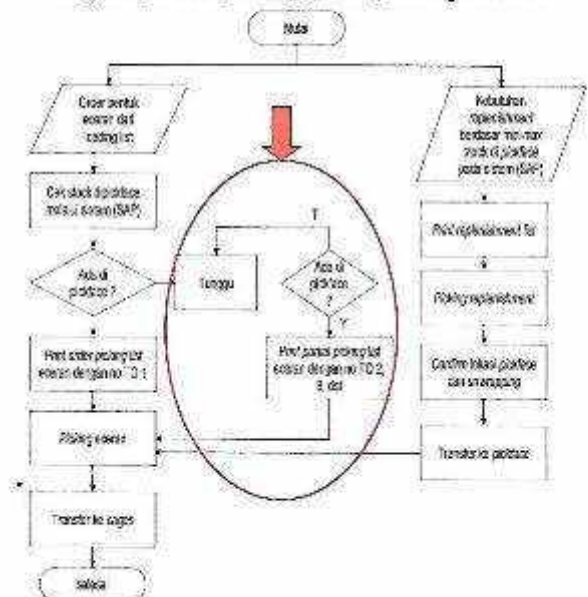
Dari data diatas menunjukkan bahwa waste *partial picking* memang harus direduksi karena data menunjukkan bahwa rata-rata lama proses *dispatch* pada *shipment* dengan *partial picking* lebih lama dari *shipment* tanpa *partial picking*. Untuk mengetahui data *shipment* dengan dan tanpa *partial picking* serta lama waktu proses tiap *shipment* tersebut dapat digambarkan dalam grafik berikut :



Gambar 11. Grafik line *shipment* dan lama waktu proses *dispatch* dengan dan tanpa *partial picking*

**III. Tahap Analisa**

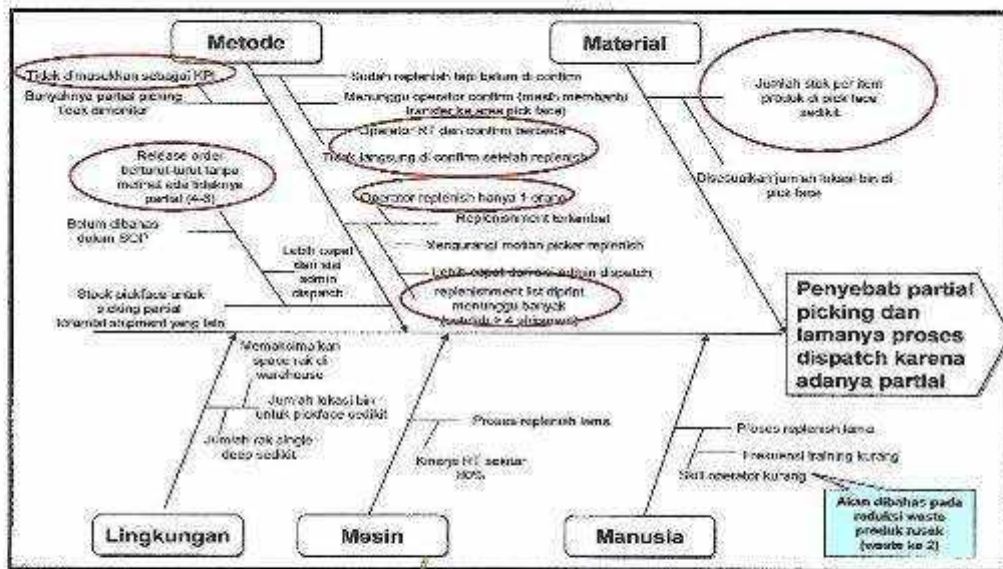
**a. Aliran proses lebih detail dari SIPOC ketika terjadi *partial picking* pada *picking* eceran**



Gambar 12. Flowchart terjadinya *partial picking*

**b. Analisa fishbone diagram**

Melakukan analisa sebab akibat melalui *brainstorming*. Pada analisa ini dianalisa penyebabnya terjadinya *partial picking* dan lamanya proses *dispatch* karena adanya *partial picking*. Selanjutnya melalui *focus group discussion* mengkategorikan hasil *brainstorming* yang berpotensi menjadi penyebab *partial picking* dan lamanya proses *dispatch* karena adanya *partial picking* ke dalam 4M (Man, Machine, Metode, Material) dan 1E (Environment) sebagai berikut :



Gambar 13. Fishbone diagram terkait reduksi waste *partial picking*

#### c. Pemilihan akar permasalahan yang akan diperbaiki / improve

Berdasarkan *fishbone* diagram diatas, maka melalui *focus group discussion* dipilih 5-6 akar permasalahan yang paling penting untuk dianalisa lebih lanjut. Akar permasalahan yang terpilih untuk dianalisa terdapat dalam tabel 9.

#### IV. Tahap improve

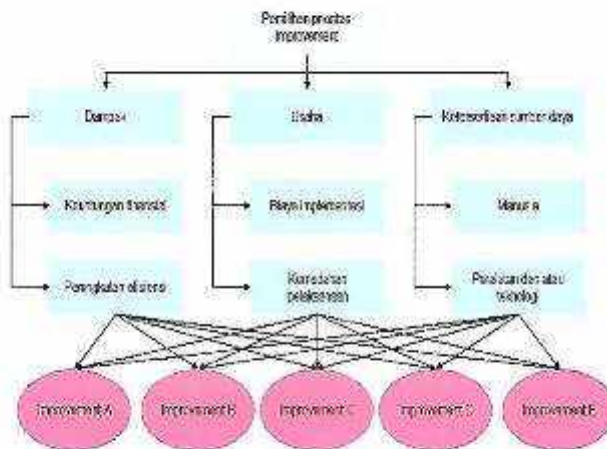
Pada penelitian ini tahapan *improve* dirancang sebatas usulan perbaikan dan prioritas pelaksanaan alternatif perbaikan (dengan AHP) yang akan dilakukan untuk memastikan agar tujuan perbaikan

dapat tercapai atau terlampaui. Perbaikan yang diusulkan di sesuaikan dengan target waktu proyek, sehingga perbaikan ini memungkinkan untuk diimplementasikan dalam waktu dekat dan dapat mengurangi banyaknya *partial picking* secara signifikan. Usulan perbaikan untuk akar permasalahan yang telah dipilih disajikan dalam tabel 9 beserta matrik saat ini dan prediksi sesudah dilakukannya *action plan*.

Tabel 9. Akar permasalahan terpilih dan usulan perbaikannya untuk reduksi waste *partial picking*

akar permasalahan	Matriks Saat ini	Opportunity to improve	Prediksi matrik sesudah action plan
Produk sudah di <i>replenish</i> tetapi belum <i>confirm</i> akibat menunggu operator <i>confirm</i> (RF) melakukan pekerjaan yang lain.	Proses <i>replenishment</i> dan <i>confirm</i> dilakukan oleh orang yang berbeda Waktu tunggu produk antara proses <i>replenish</i> dengan <i>confirm</i> sampai dengan 10 menit	Operator <i>replenishment</i> adalah orang yang akan melakukan <i>replenishment</i> dan <i>confirm</i> dengan RF ( <i>Improvement A</i> )	Menghilangkan waktu tunggu Proses <i>replenish</i> dan <i>confirm</i> dilakukan oleh picker <i>replenish</i>
<i>Replenishment list</i> di <i>print</i> menunggu produk yang <i>replenish</i> banyak (terkadang lebih dari 4 <i>shipment</i> ).	<i>Replenishment list</i> di <i>print</i> setelah <i>release</i> beberapa <i>shipment</i> (terkadang lebih dari 4) Belum dibahas dalam SOP	<i>Review</i> SOP yang ada dan mensosialisasikannya, dengan membahas ketentuan untuk <i>print replenishment list</i> (bila ada) serta cek <i>partial picking</i> dan memprioritaskan pengerjaannya sebelum <i>release order</i> untuk <i>shipment</i> baru ( <i>Improvement B</i> )	<i>Replenishment</i> <i>di print</i> pada setiap <i>shipment</i> (bila ada) <i>Release order</i> dilakukan setelah cek <i>partial picking</i> (bila ada), sehingga admin lebih terkonsentrasi pada <i>partial picking</i> baru <i>release order</i>
<i>Release order</i> berturut-turut tanpa melihat adanya <i>partial picking</i> .	<i>Release order</i> berturut-turut tanpa melihat adanya <i>partial picking</i>		
Jumlah stock per item produk di <i>pick face</i> sedikit karena menyesuaikan jumlah lokasi bin <i>pick face</i> .	Untuk <i>slow moving</i> (1-2 <i>pallet</i> ) dan <i>fast moving</i> (2-4 atau 6) Lokasi <i>pallet</i> untuk <i>pickface</i> = 532 lokasi (sedangkan untuk <i>bulk</i> 26600)	Menambah jumlah <i>pallet</i> min dan max produk dengan jalan memperluas <i>pick face area</i> ( min sebanyak SKU produk = 234 bin lokasi ) ( <i>Improvement C</i> )	Jumlah <i>pallet</i> min dan max di area <i>pickface</i> masing-masing ditambah 1 Lokasi <i>pallet</i> untuk <i>pickface</i> = 532 lokasi bertambah sebesar 234 lokasi <i>pallet</i>
Permasalahan <i>partial picking</i> tidak dimonitor sebagai KPI.	Banyaknya <i>partial</i> tidak dimonitor.	Permasalahan <i>partial picking</i> dimonitor sebagai KPI ( <i>Improvement D</i> )	<i>Partial picking</i> lebih termonitor
Jumlah picker <i>replenishment</i> kurang bila didasarkan output KPI	Terdapat 1 orang operator <i>replenishment</i>	Menambah 1 orang picker <i>replenishment</i> dari picker <i>bulk</i> untuk mengurangi keterlambatan <i>replenishment</i> dan pemerataan beban kerja ( <i>Improvement E</i> )	Terdapat 2 orang picker <i>replenishment</i>

Untuk mendapatkan prioritas pelaksanaan alternatif perbaikan dengan tools AHP maka melalui *focus group discussion* ditentukan beberapa kriteria dan sub-kriteria penilaian sebagaimana gambar 14.



Gambar 14. Struktur hirarki pemilihan alternatif perbaikan

Selanjutnya menghitung bobot masing-masing kriteria dan sub-kriteria dengan menggunakan skala perbandingan berpasangan berdasar Saaty (2006:73) dan mengevaluasi *improvement 1* perbaikan yang diusulkan dari setiap aspek diatas. Pada dasarnya penilaian dilakukan pada tingkat sub kriteria.

Pada penelitian ini AHP lebih difungsikan pada pemilihan prioritas alternatif perbaikan yang akan dilaksanakan terlebih dahulu. Didapatkan penilaian bobot masing-masing alternatif perbaikan berdasarkan sub kriteria sebagai berikut :

Tabel 10 Hasil penilaian bobot masing-masing alternatif perbaikan berdasarkan subkriteria dengan *excel* terkait reduksi *waste partial picking*

Kriteria/sub kriteria	Bobot	Improvement A	Improvement B	Improvement C	Improvement D	Improvement E
<b>Dampak</b>	<b>0,633</b>					
Keuntungan finansial	0,317	0,195	0,462	0,074	0,074	0,195
Peningkatan efisiensi	0,317	0,358	0,155	0,085	0,085	0,358
<b>Upaya</b>	<b>0,260</b>					
Biaya implementasi	0,217	0,241	0,241	0,034	0,241	0,241
Kemudahan pelaksanaan	0,045	0,241	0,241	0,034	0,241	0,241
<b>Ketersediaan sumber daya</b>	<b>0,105</b>					
Manusia	0,060	0,281	0,108	0,051	0,281	0,281
Teknologi	0,027	0,291	0,231	0,077	0,231	0,231
<b>Nilai berbobot</b>		<b>0,286</b>	<b>0,273</b>	<b>0,059</b>	<b>0,135</b>	<b>0,266</b>

Untuk lebih memastikan bahwa perhitungan AHP yang dilakukan dengan bantuan aplikasi *excel* benar, maka perhitungan juga dilakukan dengan *expert choice*. Hasil akhir dari keduanya mempunyai sedikit perbedaan di nilai berbobot di setiap *improvement*, namun nilai perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan. Hal ini karena pengaruh faktor pembulatan angka dalam

perhitungan. Dari keduanya memberikan hasil prioritas yang sama sebagaimana tabel berikut ini : Tabel 11. Prioritas masing-masing alternatif perbaikan dengan *excel* dan *expert choice* terkait dengan *waste partial picking*

Prioritas	Hasil nilai berbobot		Alternatif perbaikan
	Excel	Expert choice	
I	0,273	0,274	Improvement B
II	0,286	0,267	Improvement A dan E
III	0,135	0,134	Improvement D
IV	0,059	0,058	Improvement C

Yang menjadi prioritas pertama dari alternatif perbaikan yang diusulkan adalah *improvement B* yaitu review SOP tentang ketentuan *release order* untuk *shipment* baru. Namun apabila dianalisa dari hasil akhir nilai berbobot untuk *improvement A* dan *E* yaitu *confirm* dilakukan oleh operator *replenishment* dan pemindahan 1 orang picker *bulk* ke bagian *replenishment* memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Hal ini berarti bahwa ketiganya juga dapat dilakukan secara bersamaan.

## B. Reduksi waste produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang

Langkah mengenai tahapan DMAIC pada sub bab ini dilakukan sama dengan langkah point A diatas. Oleh karena itu tahap DMAIC pada bagian ini akan langsung menyajikan *point* di setiap tahap.

### I. Tahap Define

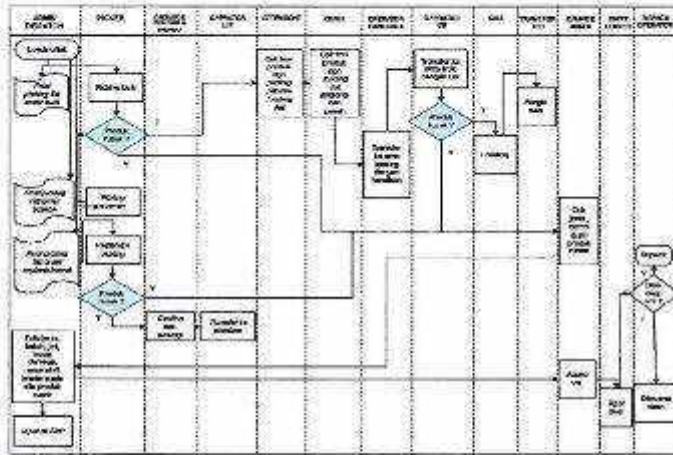
#### a. Identifikasi project charter.

Tabel 12. *Project charter* untuk reduksi *waste produk rusak*

<b>Nama proyek</b>	Mereduksi terjadinya produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang																
<b>Deskripsi permasalahan</b>	Terjadi kerusakan produk pada carton, plastik <i>shrink</i> , kaleng maupun kemasan produk di area <i>dispatch</i> karena kesalahan penanganan produk oleh operator di gudang atau WHF (warehouse fault) pada minggu ke 2 – 10 2009 sebanyak 119 kejadian (154 cs atau 0,0066% dari <i>output dispatch</i> ) yang mengakibatkan penambahan proses kerja yang tidak diperlukan, biaya tambahan dan ketersediaan produk untuk konsumen menjadi terganggu.																
<b>Tujuan proyek</b>	Mereduksi terjadinya produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang sebesar 50% selama Maret – Agustus 2009, untuk penelitian ini hanya dilakukan sampai tahapan <i>improve</i> , dilakukan pada bulan Maret - April 2009.																
<b>Stake holder</b>	<table border="0"> <tr> <td>a. Admin <i>dispatch</i></td> <td>g. Krani</td> </tr> <tr> <td>b. Picker</td> <td>h. Operator hand jack</td> </tr> <tr> <td>c. Operator <i>confirm</i> &amp; <i>unwrapping</i></td> <td>i. Operator Kuli</td> </tr> <tr> <td>d. Operator ETT</td> <td>j. Transporter</td> </tr> <tr> <td>e. <i>Attendant</i></td> <td>k. Damage admin</td> </tr> <tr> <td>f. Operator CB</td> <td>l. Shift leader</td> </tr> <tr> <td></td> <td>m. Repack operator</td> </tr> <tr> <td></td> <td>n. Pimpinan Gempol DC</td> </tr> </table>	a. Admin <i>dispatch</i>	g. Krani	b. Picker	h. Operator hand jack	c. Operator <i>confirm</i> & <i>unwrapping</i>	i. Operator Kuli	d. Operator ETT	j. Transporter	e. <i>Attendant</i>	k. Damage admin	f. Operator CB	l. Shift leader		m. Repack operator		n. Pimpinan Gempol DC
a. Admin <i>dispatch</i>	g. Krani																
b. Picker	h. Operator hand jack																
c. Operator <i>confirm</i> & <i>unwrapping</i>	i. Operator Kuli																
d. Operator ETT	j. Transporter																
e. <i>Attendant</i>	k. Damage admin																
f. Operator CB	l. Shift leader																
	m. Repack operator																
	n. Pimpinan Gempol DC																

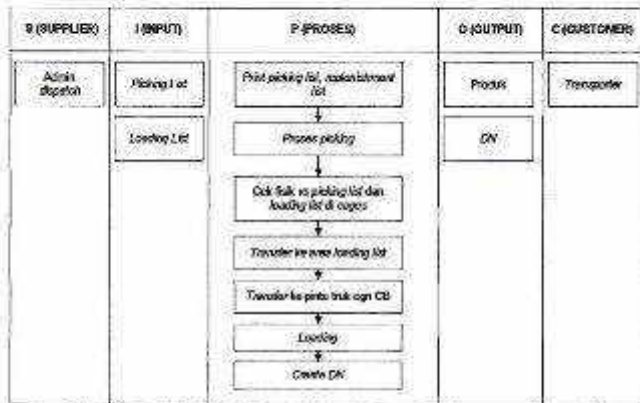


Cross functional mapping:



Gambar 15. Cross functional mapping untuk proses di area dispatch terkait dengan reduksi produk rusak

b. High level process map (SIPOC) dan CTQ



Gambar 16 SIPOC untuk proses di area dispatch terkait dengan produk rusak

Dengan cara yang sama pada tahap define di reduksi waste partial picking, maka berikut ini adalah hasil analisa kano dan frekuensi bermasalah dari CTQ yang terkait dengan CTQ melalui focus group discussion.

Tabel 13. Analisa kano dan frekuensi terjadinya masalah dari CTQ terkait dengan reduksi produk rusak

Gapur	Cairan	General (YOC)	Spesifik (CTQ)	No. CTQ	Kategori kano (Kano Analisa)		Sering bermasalah? (Sangat sering / Sering Kadang/Kadang)
					Must be	Should be	
Praktis	Tersedia	Berdepan/bagus	Tidak terdapat part yang rusak saat cetak pada alat cetak, sering muncul kerusakan produk	1	+	-	Sering
		Berkualitas tinggi	Terdapat part dan jumlah part yang tidak sesuai dengan list produk	2	+	-	Sering

Berdasarkan tabel diatas maka kedua CTQ diatas merupakan hal yang penting untuk direduksi karena termasuk dalam kriteria must be dan keduanya sering bermasalah. Namun

menurut pihak manajemen apabila dikaji dari sisi kerugian finansial yang diakibatkan maka produk rusak (CTQ 1) adalah lebih besar (Dalam penelitian ini tidak ditampilkan analisa dari sisi finansial dalam bentuk nilai (angka) sebagaimana kebijakan perusahaan). Karena itu penelitian ini tetap difokuskan untuk mereduksi produk rusak sedangkan waste pada CTQ no 2, berkaitan dengan kesalahan picking akan dianalisa oleh Gempol DC PT "X" di proyek reduksi waste tersendiri. Selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data berkaitan dengan waste produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang yang akan direduksi.

II. Tahap Measure

a. Data collection plan

Memuat rencana pengumpulan data sebagai berikut :

Tabel 14. Data collection plan untuk reduksi waste produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang (WHF)

No	Parameter	CTQ no 1
1	Pengukuran proyek produk rusak	Banyaknya kejadian produk rusak di area dispatch karena kesalahan penanganan di gudang (WHF)
2	Definisi operasional	Terjadi kerusakan produk pada carton, plastik shrink, kaleng maupun kemasan produk karena kesalahan penanganan di gudang
3	Sumber data	SAP, laporan produk rusak
4	Jumlah sampel	Minggu ke 2 – 10, 2009 (100%) untuk produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang
5	Prosedur	Download report damage (diambil untuk data tanggal, storage type(136 untuk WHF), material, kode penyebab kerusakan, jumlah yang rusak (dlm cs). Mengelompokkan code penyebab dan menghitung banyaknya kejadian untuk masing-masing kelompok penyebab. Menghitung prosentase dan penyebab penyebab terbesar (lebih dari 75%) produk rusak
6	Analisis	Diagram pareto

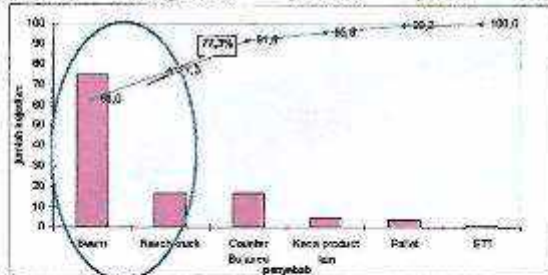
b. Grafik hasil pengolahan data

Dari pengolahan data produk rusak karena WHF yang didasarkan pada kelompok penyebab masalah :

Tabel 15. Hasil pengelompokan kode penyebab untuk produk rusak

Kelompokkan penyebab	Jumlah kejadian	%	Qty (cs)
Beam	75	63,0	101
Reach truck (RT)	17	77,3	21
Counter Balance	17	91,6	21
Kena product lain	5	95,8	6
Pallet	4	98,2	4
ETT	1	100,0	1
<b>Total</b>	<b>119</b>		<b>154</b>

Dari data diatas sebenarnya penyebab counter balance dapat dimasukkan pada urutan ke dua tetapi karena RT mempunyai kaitan erat dengan beam maka RT yang diurutkan ke dua untuk mempermudah analisa penyebabnya dan perbaikannya. Berdasarkan pengolahan data : 77,3% produk rusak diakibatkan karena penyebab beam/rack dan Reach truck sehingga analisa akan difokuskan pada beam dan Reach truck/RT. Terdapat keterkaitan antara kedua sebab diatas karena RT merupakan alat bantu yang digunakan untuk mengambil produk pada rack.

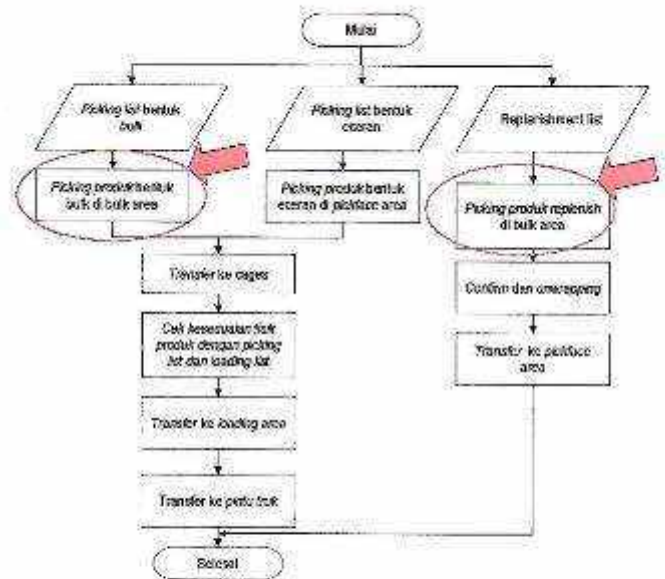


Gambar 17 Diagram pareto penyebab produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang

III. Tahapan Analyze

a. Aliran proses lebih detail dari SIPOC

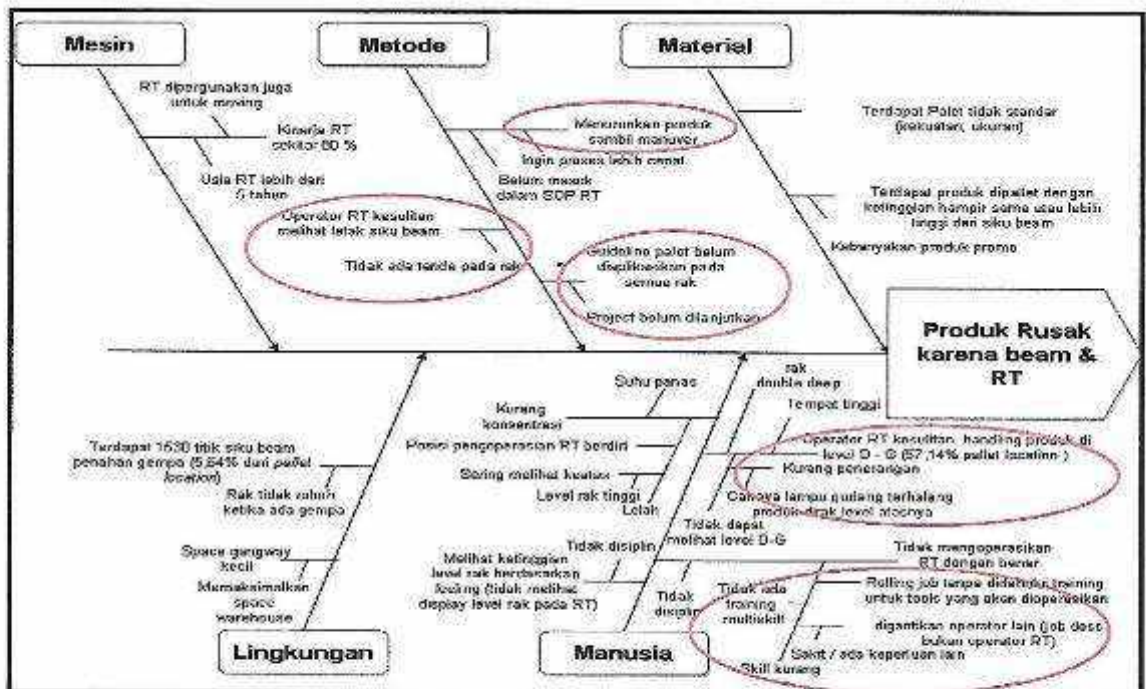
Flow chart untuk kerusakan produk karena beam dan RT terjadi pada rak area bulk yaitu pengambilan produk dari rak baik untuk order picking bentuk bulk maupun replenishment



Gambar.18 Flowchart proses tempat terjadinya produk rusak terkait dengan penyebab beam dan reach truck (di area dispatch)

b. Analisa fishbone diagram

Selanjutnya melalui focus group discussion, mengkategorikan hasil brainstorming yang berpotensi menjadi penyebab produk rusak karena beam dan reach truck (RT) ke dalam 4M (Man, Machine, Methode, Material) dan 1E (Environment) sebagaimana gambar 19



Gambar 19. fishbone produk rusak karena kesalahan penanganan digudang (beam dan RT)

### c. Pemilihan akar permasalahan yang akan diperbaiki / improve

Berdasarkan *fishbone* diagram diatas, maka melalui *focus group discussion* dipilih 5-6 akar permasalahan yang paling penting untuk dianalisa lebih lanjut. Akar permasalahan yang terpilih untuk dianalisa terdapat dalam tabel 16.

#### IV. Tahap improve

Pada penelitian ini tahapan *improve* dirancang sebatas usulan perbaikan dan prioritas pelaksanaan alternatif perbaikan (dengan AHP) yang akan dilakukan untuk memastikan agar tujuan perbaikan dapat tercapai atau terlampaui. Perbaikan yang diusulkan di sesuaikan dengan target waktu proyek, sehingga perbaikan ini memungkinkan untuk diimplementasikan dalam waktu dekat dan dapat mengurangi banyaknya produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang secara signifikan. Usulan perbaikan untuk akar permasalahan yang telah dipilih disajikan dalam tabel 16 beserta matrik saat ini dan prediksi sesudah dilakukannya *action plan*.

Untuk pemilihan prioritas pelaksanaan alternatif perbaikan menggunakan kriteria dan sub kriteria sama dengan gambar 14. Dari perhitungan dengan cara yang sama seperti pada polt A dengan bantuan aplikasi excel didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 17. Hasil penilaian bobot setiap alternatif perbaikan berdasarkan subkriteria dengan excel terkait reduksi waste produk rusak

Kriteria/sub kriteria	Bobot	Improve ment A	Improve ment B	Improve ment C	Improve ment D
Dampak	0,633				
Keuntungan finansial	0,317	0,201	0,201	0,079	0,516
Peningkatan efisiensi	0,317	0,203	0,122	0,057	0,558
Upaya	0,280				
Biaya implementasi	0,217	0,284	0,074	0,171	0,471
Kemudahan pelaksanaan	0,043	0,201	0,201	0,079	0,519
Ketersediaan sumber daya	0,106				
Manusia	0,080	0,167	0,167	0,167	0,500
Teknologi	0,027	0,201	0,201	0,079	0,519
<b>Nilai berbobot</b>		<b>0,226</b>	<b>0,146</b>	<b>0,099</b>	<b>0,519</b>

Tabel 16. Akar permasalahan terpilih dan usulan perbaikannya untuk reduksi waste produk rusak

Akar permasalahan	Matriks Saat ini	Opportunity to improve	Prediksi matrik sesudah action plan
Operator kesulitan melihat letak siku beam penahan gempa	Tidak ada tanda pada rak yang terdapat siku <i>beam</i> penahan gempa 	Memberi tanda ("warning") pada rak yang terdapat siku <i>beam</i> penahan gempa (Improvement A) 	- Operator bisa melihat dari tanda di rak bahwa pada rak tersebut terdapat siku <i>beam</i> penahan gempa
Guide pallet tidak teraplikasi di semua rak	Guide pallet hanya terpasang 20 %. Rak tanpa guide pallet seperti kondisi seperti pada gambar kemungkinan pengambilan produk mengenai beam lebih besar. 	Mengaplikasikan guide pallet pada semua rak (misalnya dengan scotlight) (Improvement B) 	- Guide pallet terpasang di semua rak 100%
Operator kesulitan handling produk di level D,E,F rak double deep karena penerangan kurang	Lampu pada RT tidak bisa menyala. Rak D,E,F tidak terlalu terang 	Mengaktifkan lampu pada area fork RT untuk semua unit RT yang berfungsi membantu operator RT untuk melihat posisi pallet terutama di level D,E,F dan rak double deep. (Improvement C)	- Semua lampu bisa diaktifkan sewaktu-waktu dibutuhkan terutama untuk menerangi level DE,E,F dari rak double deep
Staff operator dalam mengoperasikan RT kurang	- Training <i>forklift</i> (secara general) oleh provider yang telah ditunjuk oleh disnaker untuk mendapatkan SIO - Retraining <i>forklift</i> berkala (secara general) oleh internal trainer / 1 tahun / org	Training dan review SOP dimana mencakup : a. Retraining berkala / tahun oleh internal trainer pada tools yang dioperasikan b. Training multiskill untuk specific tools per 6 bulan sekali c. Review SOP setiap tahun dan disosialisasikan ditraining (membahas prosedur untuk tidak menurunkan produk dari rak sambil bermanuver ) (Improvement D)	- SOP dan materi training untuk <i>forklift</i> disosialisasikan untuk setiap <i>forklift</i> yang digunakan - Retraining untuk materi yang sama oleh internal trainer / tahun - Training multiskill diadakan setiap 6 bulan sekali - Didakan review SOP / tahun (termasuk membahas prosedur untuk tidak menurunkan produk dari rak sambil bermanuver
Menurunkan produk sambil bermanuver	- Prosedur untuk tidak menurunkan produk sambil bermanuver belum dibahas dalam SOP		

Dari perhitungan baik dengan excel maupun expert choice didapatkan hasil yang sama mengenai urutan prioritas alternatif perbaikan yang akan dilakukan untuk mereduksi waste produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang untuk penyebab beam dan RT.

Tabel 17. Prioritas masing-masing alternatif perbaikan dengan excel dan expert choice terkait reduksi produk rusak

Prioritas	Total nilai berbobot		Alternatif perbaikan
	Excel	Expert choice	
I	0,519	0,523	Improvement D
II	0,236	0,235	Improvement A
III	0,146	0,144	Improvement B
IV	0,099	0,098	Improvement C

Dari hasil pembobotan terpilih bahwa improvement D yaitu tentang training dan review SOP merupakan hal yang akan dilakukan terlebih dahulu, karena dalam permasalahan ini memang skill dan kedisiplinan dari operator sangat berperan penting untuk dapat mengurangi produk rusak terutama yang disebabkan oleh beam dan reach truck. Sebenarnya kalau operator mempunyai skill yang bagus dalam menjalankan reach truck dan disiplin mengikuti SOP dalam bekerja, maka kemungkinan produk rusak tidak akan besar (dengan kondisi RT seperti saat ini). Penambahan guide atau alat lain secara visual akan lebih membantu operator dalam melakukan pekerjaannya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Data cycle time tiap proses di area dispatch adalah sebagai berikut :

Tabel 18 Cycle time tiap proses pada area dispatch dalam menit/pallet

No	Proses	Cycle time
1	Loading produk ke dalam truk.	1,58
2	Transfer dari area loading ke pintu truk.	0,53
3	Transfer dari cages ke area loading.	1,02
4	Cek fisik oleh krani	1,05
5	Cek fisik oleh attendant .	1,42
6	Order picking bulk	2,16
7	Order picking eceran	7,07
8	Transfer hasil replenish ke area pick face	1,08
9	Unwrapping dan confirm dengan RF / Radio	0,44
10	Replenishment	1,81

2. Perbandingan value added dan non value added activities untuk proses dispatch dari VSM saat ini di Gempol DC PT "X" adalah 3,22 % dibanding 96,78%. Hal ini akan menjadi baseline untuk melakukan continuous improvement penurunan NVA dimasa mendatang.

3. Usulan alternatif perbaikan berdasarkan urutan prioritas dengan AHP untuk:
  - a. Reduksi waste partial picking sebesar 70%

Tabel 19. Usulan alternatif perbaikan berdasarkan urutan prioritas dengan AHP untuk reduksi waste partial picking

Prioritas	Usulan perbaikan
1	Review SOP yang ada dan mensosialisasikannya, dengan membahas ketentuan untuk print replenishment list (bila ada) serta cek partial picking dan memprioritaskan pengerjaannya sebelum release order untuk shipment baru
2	Operator replenishment adalah orang yang akan melakukan replenishment dan confirm (dengan RF) serta Menambah 1 orang picker replenishment dari picker bulk untuk mengurangi keterlambatan replenishment dan pemerataan beban kerja di area tersebut.
3	Permasalahan partial picking dimonitor sebagai KPI
4	Menambah jumlah pallet min dan max produk dengan jalan memperluas pick face area ( min sebanyak SKU produk = 234 bin lokasi )

- b. Reduksi waste produk rusak karena kesalahan penanganan di gudang sebesar 40%

Tabel 20. Usulan alternatif perbaikan berdasarkan urutan prioritas dengan AHP untuk reduksi waste produk rusak

Prioritas	Usulan perbaikan
1	Training dan review SOP dimana mencakup : a. Retraining berkala / tahun oleh internal trainer pada tools yang dioperasikan b. Training multiskill untuk spesifik tools per 6 bulan sekali c. Review SOP setiap tahun dan disosialisasikan ditraining (membahas prosedur untuk tidak menurunkan produk dari rak sambil bermanuver )
2	Memberi tanda pada rak yang terdapat siku beam penahan gempol
3	Mengaplikasikan guide pallet pada semua rak dengan scotlight / cat
4	Mengaktifkan lampu pada area fork RT untuk semua unit RT

Adapun saran-saran yang berkaitan dengan penelitian ini untuk perusahaan dan peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan evaluasi oleh Gempol DC terhadap efektivitas usulan perbaikan setelah perbaikan tersebut dilaksanakan serta melakukan standarisasi hasil perbaikan agar tindakan perbaikan yang telah dicapai dapat dipertahankan dan proses tidak kembali ke kondisi semula.
2. Perlu dilakukan evaluasi *value stream mapping* serta perbandingan *value added* dan *non value added activities* kembali 1 tahun mendatang untuk mengetahui keberhasilan reduksi waste yang telah dilakukan (dibandingkan *baseline* saat ini) dan melihat peluang reduksi waste yang lain. Hal ini hendaknya dilakukan secara berkesinambungan sebagaimana prinsip *lean thinking*.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan metode *lean thinking* untuk mereduksi waste dengan menggunakan *tools* DMAIC dan AHP sehingga dapat mengetahui fleksibilitas penggabungan metode ini pada jenis industri yang lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Czabke, Jochen; Hansen, Eric N. and Doolen, Toni L. 2008. A multisite field study of lean thinking in U.S. and German secondary wood product manufacturers, *Forest Products Journal*, **58** (9): 77.
- Dreachsliin, Janice L. and Lee, Peggy D. 2007. Applying six sigma and DMAIC to Diversity Initiatives, *Journal of healthcare management*, **52**(6):361.
- Gasperz, Vincent. 2007. Organizational excellence, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gasperz, Vincent. 1998. Statistical process control, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- George, Michael L.; Rowlands, David; Price, Mark and Maxey, John. 2005. The lean sixsigma pocket tool book, McGraw-Hill, New York.
- Hines P. And Taylor D. 2000. Going lean : Guide for implementation, Lean enterprise research center, Cardiff business school, Cardiff.
- Imai, Masaaki. 2008. The kaizen power. Diterjemahkan oleh Prawato, Sigit, (2008). Think Yogyakarta.
- Liker, Jeffrey K., dan Meier, David. 2006. The toyota way fieldbook, The McGraw-Hill Companies. Diterjemahkan oleh Gania, Gina. 2007. Edisi pertama, Penerbit erlangga, jakarta.
- Liker, Jeffrey K., dan Meier, David. 2004. The toyota way, The McGraw-Hill Companies. Diterjemahkan oleh Gania, Gina. 2006. Penerbit erlangga, Jakarta.
- Lin, Shui-Shun and Juang, Ying-shen. 2008. Selecting green suppliers with analytic hierarchy process for biotechnology industri, *Operations and supply chain management journal*, **1** (2):115-129.
- Maddy, Kevin. 2007. Driving changes with lean manufacturing, *ProQuest Journal*, **21**(4):28.
- Manos, Tony. 2006. Value stream mapping, *Quality progress journal*, **39**(6):64.
- Nave, Dave. 2002. How to compare six sigma, lean and the theory of constraints, *Quality Progress Journal*, **35**(3).
- Pande, Peter S., Neuman, Robert P. and Cavanagh, Roland R. 2002. The six sigma way team fieldbook, The McGraw-Hill Companies, USA.
- Poppendieck, Mary. 2002. Principles of lean thinking. *Poppendieck LLC Journal*.
- Pujawan, I Nyoman. 2005. Supply Chain Management, Edisi pertama, Guna Widya, Surabaya.
- PQM consultant. DMAIC training module. 2009. Jakarta.
- Rother, Mike and Shook, John. 2004. Learning to see. Version 1.3. Lean enterprise institute, Massachusetts.
- Rushton, Alan; Oxley, John and Croucher, Phil. 2000. The handbook of logistics and distribution management, Second edition, Kogan page, London.
- Saaty, Thomas L. 2006. Fundamentals of decision making, 2nd edition, RWS publication, Pittsburgh.
- Sayer, Natalie J. and Williams, Bruce. 2007. Lean for dummies. Willey publishing, Inc., Indiana.
- Ugboma, Chinonye, ugboma, Ogochukwu and Ogwude, Innocent C. 2006. An analytic hierarchy process (AHP) approach to port selection decisions-empirical evidence from nigerian ports, *Palgrave Journals*, **8** : 251-266.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. Ergonomi studi gerak dan waktu, Edisi pertama, Guna widya, Surabaya.
- Womack, Jamaes P. and Jones, Daniel T. 2003. Lean Thinking, 2nd edition, Simon & Schuster, UK.
- Zheng, Guozhong and Jing, Youyin. 2008. Improved AHP method for selecting the optimal cool storage type in air-conditioning system, *Proquest Science Journals*, **105**(5).
- Zylstra, Kirk D. 2006. Lean Distribution, John Wiley & Sons. 2005. Diterjemahkan oleh Anastasia M., PPM Jakarta.