



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERBAIKAN PROSES PERAKITAN YC-439S(TR) DENGAN
MENERAPKAN KONSEP LEAN**

SKRIPSI

**RIFI WIJAYANTI DUAL ARIFIN
0806367475**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
DESEMBER 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERBAIKAN PROSES PERAKITAN YC-439S(TR) DENGAN
MENERAPKAN KONSEP LEAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana teknik**

**RIFI WIJAYANTI DUAL ARIFIN
0806367475**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
DESEMBER 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Rifi Wijayanti Dual Arifin
NPM : 0806367475
Tanda Tangan :
Tanggal : 8 Januari 2010



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Rifi Wijayanti Dual Arifin

NPM : 0806367475

Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : PERBAIKAN PROSES PERAKITAN YC-439S(TR) DENGAN
MENERAPKAN KONSEP LEAN

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Komarudin ST, M.Eng

Penguji : Ir. M. Dachyar, MSc

Penguji : Ir. Amar Rachman, MEIM

Penguji : Ir. Rakhmat Nurcahyo M.EngSc

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 8 Januari 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmatNya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Komarudin selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Fauzi Dianawati selaku pembimbing akademis atas dukungannya selama masa kuliah.
3. Kedua orang tua saya tercinta dan keluarga saya, yang telah memberikan dukungan doa, serta suami tercinta yang mendukung dan memberi semangat yang sangat berarti dalam hidup saya.
4. Pihak perusahaan yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
5. Semua teman-teman TIUI 08 ekstensi salemba atas waktunya dalam membantu dan memberikan semangat selama saya melakukan penelitian.

Akhir kata, penulis berharap kepada Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan saudara-saudara semua. Dan semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 22 Desember 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rifi Wijayanti Dual Arifin

NPM : 0806367475

Program Studi : Teknik Industri

Departemen : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Perbaikan Proses Perakitan YC-439S(TR) dengan menerapkan konsep *Lean*”

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 8 Januari 2010

Yang menyatakan

(Rifi Wijayanti D A)

ABSTRAK

Nama : Rifi Wijayanti Dual Arifin
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Perbaikan Proses Perakitan YC-439S(TR) dengan menerapkan konsep *Lean*

Penelitian proses perakitan YC-439S(TR) yang dianalisa berdasarkan proses dengan nilai tambah dan proses tanpa nilai tambah. Proses nilai tambah merupakan proses yang memberikan suatu nilai pada produk. Sedangkan proses tanpa nilai tambah adalah proses yang terjadi namun tidak menambah nilai pada suatu produk. Proses tanpa nilai tambah di kategorikan menjadi dua kategori yakni pemborosan akibat proses desain dan pemborosan selama proses perakitan berlangsung. Dalam menganalisa pemborosan akibat proses desain digunakan metode *Line Architecture Design Methodology* (LADM) yang merupakan bagian dari konsep *Lean*. Adapun konsep *lean* lain yang digunakan adalah pemetaan perakitan dengan VSM dan analisa pergerakan proses dengan metode *Method Time Measurement*. Sehingga hasil dari analisa-analisa tersebut adalah melakukan perbaikan pada proses yang membutuhkan agar dapat mengurangi pemborosan serta penghematan yang didapat setelah melakukan perbaikan.

Kata kunci:

Lean, Lean Manufacturing, LADM

ABSTRACT

Name : Rifi Wijayanti Dual Arifin
Study Program: Industrial Engineering
Title : Assembling Process Improvement of YC-439S (TR) by
implementing the concept of Lean

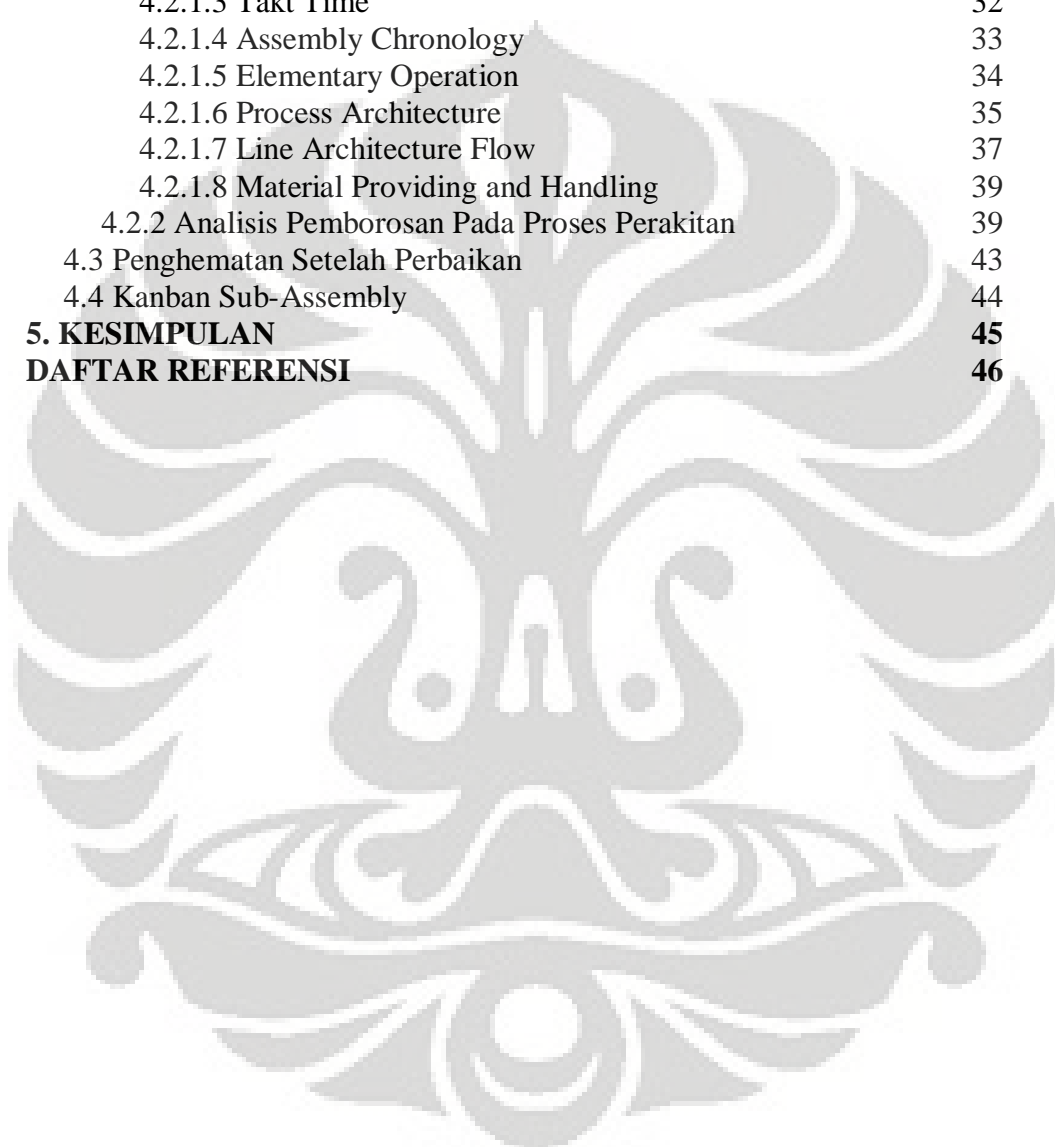
Assembling process examination of YC-439S(TR), which is analyzed based on the value-added process and no value-added processes. The process of value-added is a process that gives a value to the product. While the no value-added process is a process that occurs but does not adding a value to a product. The no value-added process are categorized into two categories, waste that issued by design process and waste during the assembly process. One of Lean concept, Line Architecture Design Methodology (LADM), was used in analyzing waste that issued by design process. As for another lean concept, VSM was used to map the assembly process and Method Time Measurement was used to analyze the movement process. Thus, to execute improvements in order to reduce the waste and improvement saving are the output of these analytical.

Key words:
Lean, Lean Manufacturing, LADM

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
2. LANDASAN TEORI	6
2.1 Evolusi Lean	6
2.2 Pengertian Waste	7
2.3 Valus Stream Mapping	8
2.4 Method Time Measurement (MTM)	9
2.5 Line Architecture Design Methodology (LADM)	11
2.5.1 Data	11
2.5.2 Takt Time Reference	12
2.5.3 Assembly Chronology	12
2.5.4 Process Analysis	12
2.5.4.1 Elementary Operation	12
2.5.4.2 Time Reference	12
2.5.5 Process Architecture	15
2.5.6 Metodologi dan Aturan SPS	16
2.5.7 Line Architecure Flow	16
2.5.8 Material Providing and Handling	16
2.6 Kanban	18
3. PENGUMPULAN DATA	20
3.1 Pengenalan Produk YC-439S(TR)	20
3.2 Value Stream Mapping	20
3.3 Tahapan Proses Perakitan YC-439S(TR)	22
3.4 Assembly Chronology	22
3.5 Standard Waktu Kerja	23
3.6 Identifikasi Pemborosan	25

3.6.1 Pemborosan Dalam Proses Desain	26
3.6.2 Pemborosan Selama Proses Perakitan Berlangsung	27
4. PENGOLAHAN DATA	31
4.1 Analisis Data Kondisi Aktual	31
4.2 Analisis Pengurangan Pemborosan	31
4.2.1 Analisis Pemborosan Akibat Proses Desain	31
4.2.1.1 Customer Demand	31
4.2.1.2 Organization	32
4.2.1.3 Takt Time	32
4.2.1.4 Assembly Chronology	33
4.2.1.5 Elementary Operation	34
4.2.1.6 Process Architecture	35
4.2.1.7 Line Architecture Flow	37
4.2.1.8 Material Providing and Handling	39
4.2.2 Analisis Pemborosan Pada Proses Perakitan	39
4.3 Penghematan Setelah Perbaikan	43
4.4 Kanban Sub-Assembly	44
5. KESIMPULAN	45
DAFTAR REFERENSI	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah	2
Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian	6
Gambar 2.1 Standard Time Pada Perakitan Manual	14
Gambar 3.1 Diagram Komponen YC-439S(TR)	20
Gambar 3.2 Peta Current State VSM YC-439S(TR)	21
Gambar 3.3 Assembly Chronology YC-439S(TR)	23
Gambar 3.4 Elementary Operation YC-439S(TR)	28
Gambar 3.5 Pareto Chart Pemborosan Proses Perakitan Bulan Juli – September 2010	30
Gambar 4.1 Waktu Proses Sub-Assembly Beserta Analysis Line Balancing	36
Gambar 4.2 Waktu Proses Main Assembly	37
Gambar 4.3 Elementary Operation Setelah Line Balancing	38
Gambar 4.4 Waktu Proses Setelah Pengurangan Pemborosan dan Hasil Line Balancing	38
Gambar 4.5 Line Architecture Flow	39
Gambar 4.6 Mesin Press	41
Gambar 4.7 Mesin Test	42
Gambar 4.8 Mesin Stapples	42
Gambar 4.9 Persentase Mesin Rusak	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Form Analisa Gerakan	12
Tabel 3.1 Detail Proses	25
Tabel 3.2 Tipe Pemborosan Pada Proses Perakitan	27
Tabel 3.3 Daftar Pemborosan Pada Bulan Juli – September 2010	29
Tabel 3.4 Jumlah Pemborosan Pada Bulan Juli –September 2010	29
Tabel 4.1 Standar Waktu Proses Perakitan YC-439S(TR)	31
Tabel 4.2 Customer Demand YC-439S(TR) Tahun 2011	32
Tabel 4.3 Plant Production Organization	33
Tabel 4.4 Takt Time Seri 439	33
Tabel 4.5 Process Architecture Perakitan YC-439S(TR)	36
Tabel 4.6 Material Handling Sub-Assembly	40
Tabel 4.7 Material Handling Main-Assembly	40
Tabel 4.8 Cycle Time Mesin Press	41
Tabel 4.9 Waktu Pemborosan Mesin Pada Saat Proses	43
Tabel 4.10 Penghematan Pergerakan Proses	44
Tabel 4.11 Efisiensi Lini Perakitan	44
Tabel 4.12 Perhitungan Kartu Kanban YC-439S-1	45

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 Current analysis of Method Time Measurement for YC-439S(TR)
- LAMPIRAN 2 Working Instruction YC-439S(TR)
- LAMPIRAN 3 Tabel MTM 1
- LAMPIRAN 4 Future analysis of Method Time Measurement for YC-439S(TR)
- LAMPIRAN 5 Future State VSM YC-439S(TR)



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tekanan pada organisasi manufaktur untuk terus berkembang dan meningkatkan efisiensi produksinya menunjukkan semakin besar, banyak perubahan-perubahan yang drastis dan juga banyak ketidakpastian yang tidak dapat dipastikan didalamnya dimana terdapat faktor-faktor yang berada di luar perkiraan kita sama sekali. Untuk itu agar perusahaan dapat bertahan dan mampu bersaing dalam dunia bisnis di dunia yang penuh perubahan ini, perusahaan tersebut harus mampu beradaptasi dengan cepat dalam menyikapi perubahan. Dan juga perusahaan sebaiknya mampu mengelola serta mengimplementasikan strateginya.

PT X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang *electrical device* yaitu pembuatan saklar, stop kontak dan produk panel listrik. Selain itu juga perusahaan ini memproduksi Injection mould & stamping tool. Orientasi produk pada perusahaan ini adalah 60 % untuk export (German, dan Australia) sisanya adalah pangsa pasar lokal. Pada tahun 2006 PT X di akuisisi oleh perusahaan electric multi nasional corporation, dimana banyak mengalami perubahan baik dalam organisasi dan sistem perusahaan ataupun metode yang digunakan produksinya.

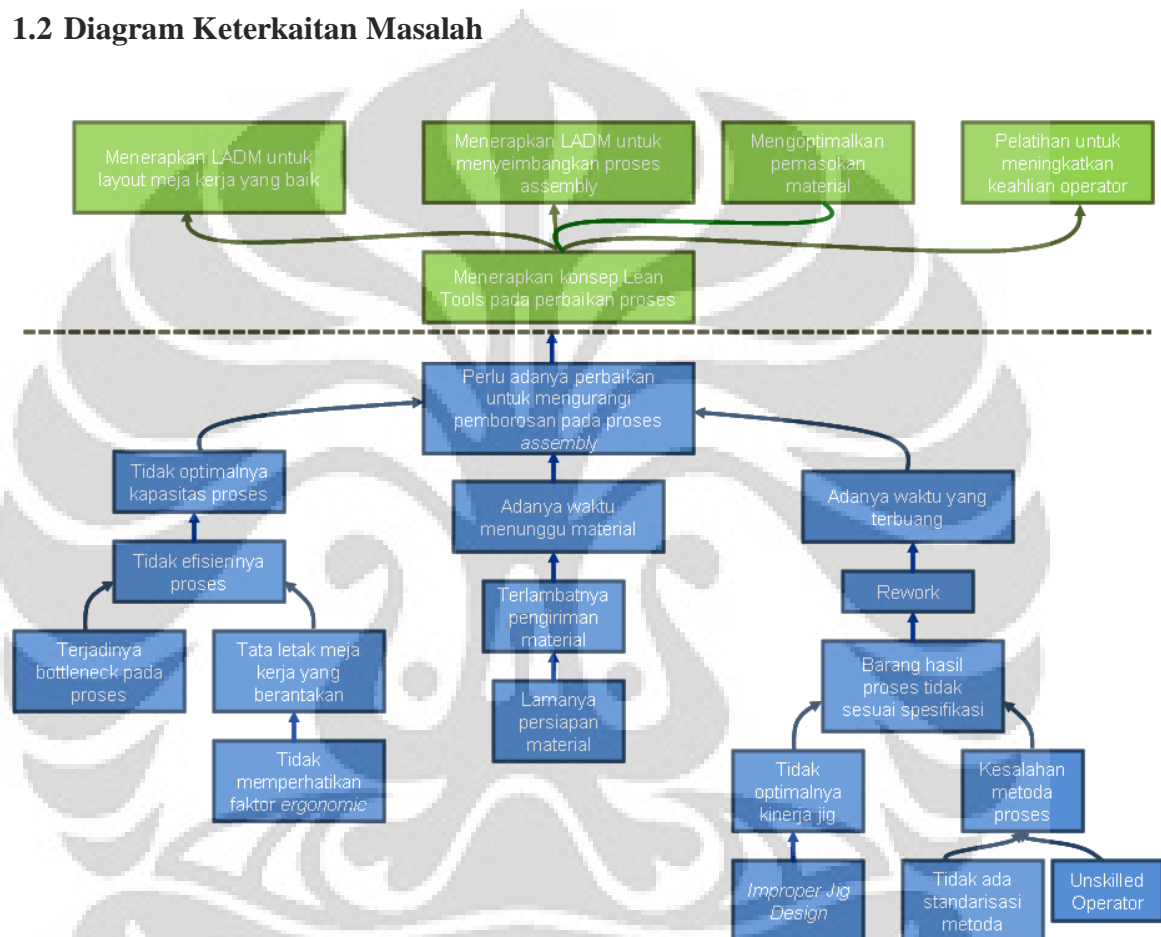
Konsep *Lean* yang berasal dari Metode *Lean Manufacturing* ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi didalam aktifitas produksi. Metode ini terdiri dari beberapa alat-alat penunjang. Penggunaan alat-alat dalam metode ini terkadang mempunyai keterikatan satu sama lainnya sehingga beberapa alat dapat digunakan dalam mengetahui inti masalah yang terjadi serta mengetahui langkah yang harus diambil dalam memutuskan adanya suatu perbaikan. .

Proses perakitan YC-439S(TR) memperlihatkan koefisien efisiensinya hanya berkisar antara 50~60%. Hal ini terjadi akibat banyaknya proses tanpa nilai tambah, seperti waktu yang terbuang karena jig yang rusak, material yang datang terlambat ke lini perakitan, *rework*, desain meja kerja yang kurang memperhatikan faktor *ergonomic*.

Dengan pemikiran diatas maka metode yang akan diterapkan pada proses perakitan yang akhirnya diangkat oleh penulis untuk menjadi Tugas akhir dengan judul:

”Perbaikan Proses Perakitan YC-439S(TR) dengan menerapkan konsep Lean”

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dijadikan fokus adalah pemborosan yang terjadi pada proses perakitan YC-439S(TR) dengan menerapkan konsep *Lean*. Hal ini juga bermanfaat untuk mengetahui seberapa besar nilai tambah (*value added*) yang ada dan mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada proses perakitan, bagaimana menguranginya dan seberapa besar penghematan yang didapatkan.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi proses-proses tanpa nilai tambah.
2. Mendapatkan usulan perbaikan proses perakitan dan menghitung penghematan yang didapat setelah adanya perbaikan

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diperlukan agar penelitian dan penulisan skripsi ini lebih terarah antara lain:

1. Area penelitian dibatasi pada proses perakitan YC-439S(TR)
2. Usulan perbaikan hanya mengenai konsep *Lean*

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian adalah:

1. Mengidentifikasi masalah

Bagaimana meningkatkan produktifitas pada proses perakitan YC-439S(TR) dengan mengurangi pemborosan yang terjadi, guna meningkatkan kepuasan pelanggan.

2. Studi *literature*

Pada tahap ini dipelajari segala sesuatu yang akan menjadi dasar teori dan referensi dalam penyusunan tugas akhir, baik berupa buku, jurnal, artikel maupun sumber-sumber lainnya dari internet yang mempunyai keterkaitan.

3. Menentukan tujuan penelitian

Tujuan yang didefinisikan akan dihubungkan dengan permasalahan yang ada agar dapat memberikan solusi terhadap masalah tersebut.

4. Pengumpulan data kondisi actual

Sebagai langkah awal dari penerapan *lean*, dilakukan pengumpulan data awal mengenai kondisi actual dari aktifitas pada proses perakitan yang dilakukan dengan metoda *time study* (MTM).

5. Analisa data

Dilakukan untuk mendapatkan gambaran actual proses perakitan. Analisa dilakukan dengan metoda LADM.

6. Analisa pengurangan Pemborosan

Usulan perbaikan dibuat untuk mengurangi pemborosan yang terjadi dan menghitung penghematan waktu yang didapatkan.

7. Kesimpulan

Berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

Metodologi penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 1.2.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas dan mempermudah dalam memahami isi maka selanjutnya penulisan penelitian ini akan disusun dalam suatu sistematika penulisan yang secara garis besar dapat digambarkan sebagai berikut:

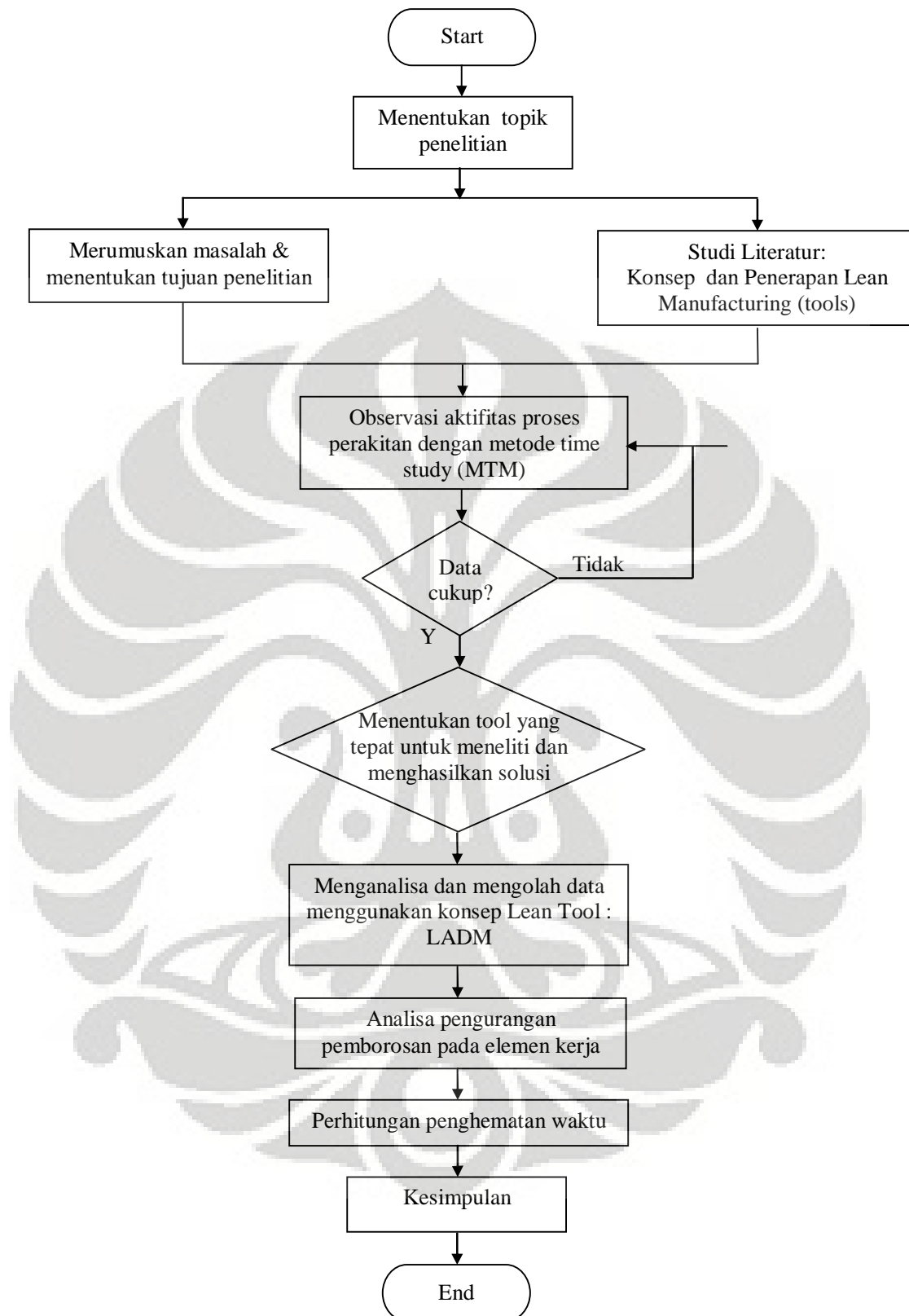
Pada Bab I Pendahuluan memaparkan latar belakang permasalahan serta keterkaitan permasalahan tersebut dengan faktor lain yang terkait dalam perusahaan, juga dijelaskan tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian yang dipakai untuk penelitian ini dan sistematika penulisan laporan.

Pada Bab II Landasan Teori berisi penjelasan tentang teori *lean manufacturing* beserta alat-alatnya yang digunakan, konsep dan sejarahnya, pengertian pemborosan, serta metode pengumpulan data.

Selanjutnya pada Bab III Pengumpulan data, berisi tentang data yang digunakan dalam penelitian, department perakitan, deskripsi proses, dan memperlihatkan setiap tahapan yang dilalui selama proses, metoda apa saja yang digunakan sehingga memberikan gambaran kondisi aktual.

Pada Bab IV Pengolahan Data akan menjelaskan bagaimana data diolah berdasarkan sampai dengan pengurangan waste dan perhitungan penghematan waktu yang didapat.

Dan pada bab terakhir yaitu Bab V Kesimpulan akan menjelaskan kesimpulan yang didapatkan oleh penulis setelah melakukan penelitian ini. Hasil yang dicapai, permasalahan dan solusinya dan analisa yang telah dilakukan akan dirangkum menjadi satu dalam bab ini.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Evolusi *Lean*

Lean Manufacturing adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi waktu yang dimulai saat pemesanan barang hingga barang yang dipesan diterima oleh pelanggan dengan cara menghilangkan sumber pemborosan. Dimana *Lean* itu sendiri dapat diartikan sebagai penghapusan pemborosan¹. Tujuan dari *lean manufacturing* adalah kesempurnaan yang ditunjang oleh penurunan biaya yang kontinuitas, tidak ada cacat, tidak ada persediaan, dan variasi produk yang tak terbatas².

Pada tahun 1913 Henry Ford menciptakan konsep *interchangeable parts*, yakni standard kerja dan aliran produksi seperti sistem konveyor. Kemudian Henry Ford dan tangan kanannya Charles E. Sorensen menciptakan strategi manufaktur yang sangat sukses dan menjadi trend di seluruh dunia. Sistem tersebut dibuat untuk mengatur pekerja, mesin, peralatan, produk dalam membuat mobil model T.

Pada tahun 1926, Ford menyadari akan ketidakmampuannya untuk menyediakan produk mobil Model T dengan beragam warna dan beragam spesifikasi model. Ini menggambarkan bahwa Ford tidak menerapkan proses pergantian tool (*change overs*). Hal itu diamati oleh Alfred P. Sloan dari General Motors. Dimana dia mampu mengembangkan strategi untuk mengelola perusahaan dalam skala besar dan menghadapi berbagai perubahan.

Pada pertengahan decade 1930-an General Motors mengalahkan Ford dalam dominasi pasar otomotif. Setelah perang dunia II, para pemimpin Toyota mengunjungi Ford dan GM untuk mempelajari jalur perakitan dengan seksama. Mereka menguji sistem ban berjalan, mesin pemrosesan yang presisi, dan ide mengenai skala ekonomi pada produksi mesin tenun mereka. Toyota menyadari bahwa kondisi bisnis mereka sangat berbeda dengan Ford dan GM. Dimana Ford dan GM menggunakan produksi massal,

¹ Jeffrey K. Liker, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, 2004, McGraw-Hill, bahan tidak diterbitkan.

² Womack, James P.; Daniel T. Jones, and Daniel Roos, *The Machine That Changed the World*, 1990, bahan tidak diterbitkan.

skala ekonomi, dan peralatan besar untuk memproduksi komponen sebanyak mungkin dengan harga semurah mungkin.

Ohno mulai bereksperimen dengan mengangkat *team leader* untuk setiap tim dalam setiap area operasi, meluangkan waktu secara berkala bersama-sama tim untuk memecahkan masalah yang dihadapi oleh tim dan menghentikan aliran produksi secepatnya saat timbul masalah. Kebiasaan-kebiasaan tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa seringkali aliran produksi berhenti namun hasil produksi hampir mencapai 100%. Sistem selanjutnya yang dikembangkan oleh Ohno adalah sistem kanban. Sistem ini tidaklah mudah untuk diterapkan namun sistem ini dapat menghilangkan semua persediaan. Yang kemudian menjadi dasar prinsip-prinsip *Lean* pada tahun 1960-an.

Filosofi yang dianut oleh Toyota mengenai ukuran ruangan tempat bekerja yang dibutuhkan berdasarkan volume produksi yang diberikan adalah kebalikan dari General Motor. Toyota percaya memiliki ruang yang kecil akan memudahkan antar pekerja untuk saling berkomunikasi³. Sehingga tidak ada ruang untuk menyimpan persediaan. Sebaliknya, GM percaya bahwa ruang yang besar diperlukan untuk para pekerja yang memperbaiki kendaraan dan menyimpan persediaan dalam jumlah besar dapat menunjang kelancaran produksi.

2.2 Pengertian Waste

Waste adalah semua aktifitas yang tidak bernilai tambah, pemborosan atau *muda*, dalam bahasa jepang, adalah setiap aktivitas yang tidak bernilai tambah yang pelanggan tidak mau membayarnya⁴. Di dalam penelitian ini, perusahaan menggunakan istilah *Red* untuk aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah dan *Green* untuk aktifitas yang memberikan nilai tambah.

Pemborosan yang paling utama pada Toyota *Production System* di kelompokkan ke dalam 7 kategori (Ohno, 1988; Womack dan Jones, 1990):

1. *Waste of over production*

Memproduksi lebih awal dari yang dijadwalkan dan memproduksi lebih banyak dari yang diminta yang akan menyebabkan persediaan meningkat.

³ Womack, James P.; Daniel T. Jones, and Daniel Roos, *The Machine That Changed the World*, 1990, bahan tidak diterbitkan

⁴ Pascal Dennis, *Lean Production Simplified*, 2002, Productivity Press, hal. 20.

2. *Waste of time on hand (waiting)*

Waktu menunggu bahan baku, menunggu untuk proses selanjutnya, menunggu karena mesin rusak, menunggu diakibatkan operator mengerjakan aktifitas lain yang akan menyebabkan waktu penyerahan (lead time) meninggi.

3. *Waste in transportation*

Alur (Flow) yang tidak efisien dari orang, informasi dan material akan mengakibatkan banyaknya waktu, tenaga dan biaya yang terbuang.

4. *Waste of processing itself*

Penggunaan alat, prosedur dan sistem yang rumit.

5. *Waste of persediaan on hand (inventory)*

Persediaan barang (*inventory*) yang berlebihan dan penundaan pengiriman, akan mengakibatkan besarnya biaya penyimpanan dan pelayanan yang buruk pada pelanggan.

6. *Waste of movement*

Penataan area kerja yang tidak mengikuti kaidah-kaidah ergonomis, menyebabkan karyawan bekerja tidak nyaman, dan cepat lelah. Merupakan salah satu faktor menurunnya kualitas produk.

7. *Waste of making defective products*

Munculnya masalah kualitas produk, buruknya performa pengiriman (*delivery performance*), kesalahan administrasi, dll.

(Liker,2004) menambahkan pemborosan yang ke 8 yaitu : *Unused employee activity*, hilangnya waktu, ide, keahlian, kesempatan, perbaikan karena tidak mendengarkan usulan karyawan.

2.3 *Value Stream Mapping (VSM)*

Value Stream Mapping merupakan salah satu alat *lean manufacturing* yang digunakan untuk menganalisis aliran bahan dan informasi yang saat ini diperlukan

untuk memberikan informasi produk atau layanan kepada konsumen. Alat ini dapat digunakan dalam setiap proses yang perlu perbaikan⁵.

Tahapan menggunakan VSM:

1. Mengenali produk, keluarga produk, ataupun jasa yang akan di analisis.
2. Gambarlah peta *current state* VSM , yang menunjukkan tahapan proses saat ini, keterlambatan, dan arus informasi yang diperlukan untuk menyediakan produk atau jasa. Seperti aliran produksi (dari bahan baku hingga konsumen) atau aliran desain (dari konsep hingga mulai dikerjakan). Dalam penggambarannya, menggunakan simbol yang telah distandarisasikan yang mewakili rantai pemasok.
3. Menaksir peta *current state* sehingga memunculkan aliran yang dapat menghilangkan pemborosan.
4. Gambarlah *future state* VSM.
5. Mulailah menerapkan kondisi *future state*.

2.4 *Method Time Measurement* (MTM)

MTM, dikembangkan oleh Maynard, Stegemarten, dan Schwab pada tahun 1948, mungkin adalah *predetermined system* paling terkenal digunakan saat ini. MTM (*Method time measurement*) yaitu suatu sistem penetapan awal waktu baku yang dikembangkan berdasarkan studi gambar gerakan-gerakan kerja dari suatu operasi kerja industri yang direkam dalam film⁶. Sistem ini didefinisikan sebagai suatu prosedur untuk menganalisis setiap operasi atau metoda kerja ke dalam gerakan-gerakan dasar yang diperlukan untuk melaksanakan kerja tersebut, kemudian menetapkan standar waktu dari masing-masing gerakan tersebut berdasarkan macam gerakan dan kondisi-kondisi kerja masing-masing yang ada⁷.

MTM ini merupakan salah satu solusi yang baik, karena metoda ini mempunyai keunggulan *pre-determined* artinya metoda ini dapat mendeteksi waktu penyelesaian suatu pekerjaan dalam suatu metoda yang diusulkan sebagai alternatif,

⁵Rother, Mike and John Shook, Learning to See: value-stream mapping to create value and eliminate muda

⁶ Motion and Time Study for Lean Manufacturing, Third Edition, Fred E. Meyers and James Stewart, 2002, Prentice Hall, hal 131

⁷ MTM training module by Schneider Electric

sebelum metoda kerja tersebut diterapkan atau dijalankan. Dengan metoda MTM-1 ini dapat diketahui gerakan-gerakan yang dilakukan oleh operator dalam melakukan pekerjaan, baik yang dikerjakan dengan tangan kiri maupun tangan kanan dan meminimasi waktu yang dibutuhkan bagi seorang pekerja dalam melaksanakan pekerjaannya. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data dengan menggunakan alat bantu *handycam* untuk merekam proses assembly berdasarkan gerakan tangan kanan dan tangan kiri, lalu diolah dalam bagan analisa sehingga dapat diketahui total waktu keseluruhan dari aktivitas operator.

TMU merupakan satuan waktu yang digunakan dalam MTM (*methods time measurement*). Definisi TMU ialah unit pengukuran waktu, dimana 1 TMU = 0,00001 jam dan 1 TMU = 0,036 detik. Dalam metoda MTM-1 (*Methods Time Measurement-1*) terdapat 10 elemen gerakan dasar dan 1 jenis penggunaan tekanan dalam pergerakan (Yudiantyo, 1994) :

1. *Reach* (R)
2. *Move* (M)
3. *Apply pressure* (AP)
4. *Turn* (T)
5. *Grasp* (G)
6. *Release* (RL)
7. *Position* (P)
8. *Disengage* (D)
9. *Eye time* yang terdiri dari *eye travel* (ET) dan *Eye Focus* (EF)
10. *Crank* (C)
11. *Body, leg & foot motion*

Untuk penjelasan elemen gerakan dasar MTM dapat dilihat pada lampiran 1. Ada jarak, kasus, dan kelas yang dapat mengubah nilai dalam tabel sehingga terdapat sekitar 1700 cara untuk mendapatkan nilai yang berbeda, ada juga cara untuk menentukan gerakan yang dapat dilakukan secara simultan. Tabel. 2.1 merupakan form yang digunakan untuk memudahkan saat menganalisa gerakan.

Tabel 2.1 Form Analisa Gerakan

Production line :		Date :		
Station name :		merten		
Operation :				
Left Hand		frequency	Right Hand	
Description	Code		Code	Description

Sumber : MTM form dari SPS Modul

2.5 Line Architecture Design Methodology (LADM)

Line Architecture Design Methodology (LADM) adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengaplikasi prinsip *lean* dalam proses industri yang meliputi desain *line* produksi, penanganan persediaan material dan *key performance indicators*. Desain suatu *line* produksi memperhatikan perhitungan *Cmax*, *takt time*, *elastisitas line* dan *balancing*, sedangkan untuk *key performance indicator* terdapat lima pendekatan yaitu *quality*, *delivery performance*, *cost*, *inventory* dan *activity*.

LADM memiliki langkah-langkah utama dalam proses pengerjaannya. Langkah-langkah tersebut yang akan menuju ke arah analisa LADM dan analisa LADM tersebut yang nantinya akan dipergunakan untuk mengambil keputusan dalam merancang sebuah lini produksi.

2.5.1 Data

LADM memerlukan data-data penunjang untuk mencapai suatu analisa LADM. Data-data yang diperlukan yaitu :

1. *Customer demand*

Rata-rata permintaan konsumen tiap bulan atau tiap tahun yang digunakan sebagai bahan perancangan organisasi perusahaan.

2. *Organization*

Organisasi perusahaan yang dimaksud adalah jumlah jam kerja per shift, jumlah shift per hari, jumlah jam kerja selama satu hari, satu minggu, dan satu tahun. Pengorganisasian ini sangat diperlukan untuk memenuhi permintaan konsumen yang telah diterima sebelumnya oleh perusahaan.

2.5.2 *Takt Time Reference*

Dasar yang paling penting dalam penerapan *lean* adalah *takt time*.⁸ *Takt time* yaitu jarak waktu kerja yang tersedia terhadap volume produksi yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pelanggan.

2.5.3 *Assembly Chronology*

Assembly chronology adalah kronologi produksi dari suatu produk. Tujuan dari pembuatan *assembly chronology* yaitu :

1. Untuk mengontrol urutan proses perakitan suatu produk
2. Untuk menggambarkan kronologi suatu produk.

2.5.4 *Process Analysis*

2.5.4.1 *Elementary Operation*

Elementary operation adalah proses dasar yang harus dilalui oleh suatu produk. Operasi ini memuat informasi tentang proses yang harus dilalui, waktu per operasi, dan simbol operasi.

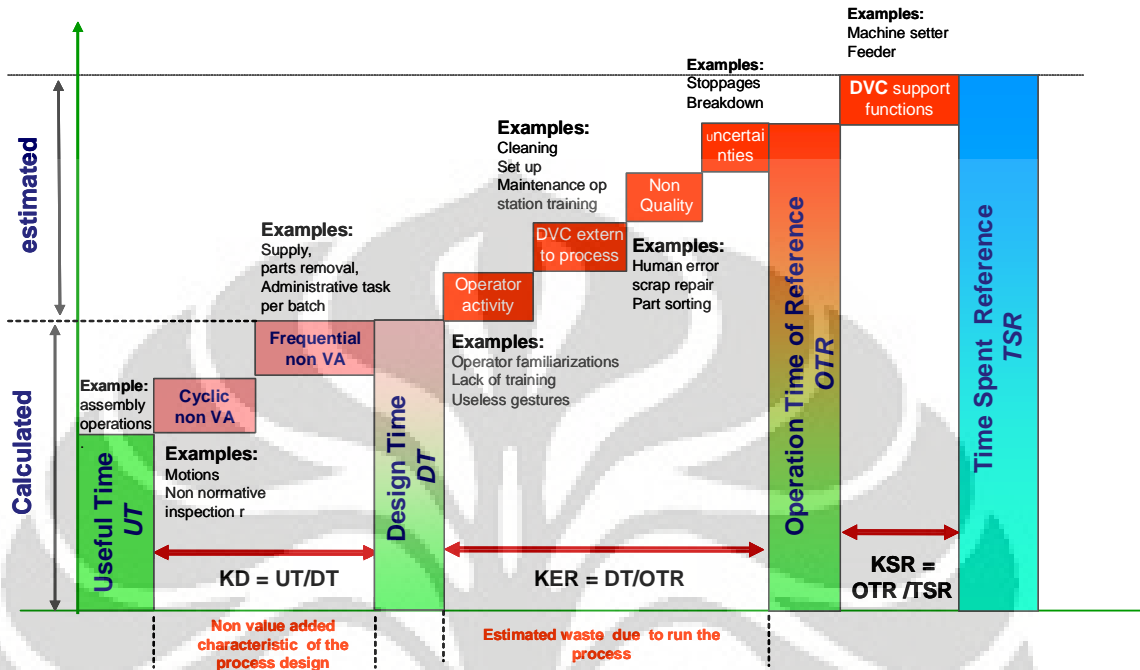
2.5.4.2 *Time Reference*

1. *Design Time (DT)*

Design time (DT) adalah jumlah keseluruhan dari semua waktu yang telah ditentukan untuk sebuah operasi. DT berisi tentang :

⁸ An Introduction to Six Sigma & Process Improvement, First Edition, James Robert Evans and William M. Lindsay, 2005, Thomson/South-Western

- Value added time “UT”(Useful Time)
- Non value-added time dalam kaitannya dengan desain proses (*cyclic element* atau *frequential element*)



Gambar 2.1 Standard Time pada perakitan manual

Sumber : *Time Standards for Manual Assembly* dalam SPS modul

Aplikasi DT antara lain :

- Untuk menyeimbangkan *line* dengan menetapkan jumlah output minimum
- Untuk mengukur pemborosan dalam hubungannya dengan *Operation time*
- Untuk mengukur *potential savings*

2. Design Koefficient (KD)

Design coefficient adalah rasio dari *Useful time* / *Design time*. KD menunjukkan efisiensi dari desain proses (*added value* dari sebuah proses)

3. Operation Time Reference (OTR)

Operation Time Reference (OTR) adalah jumlah keseluruhan dari *Design Time* dan pemborosan yang diperkirakan, OTR antara lain berisi tentang :

- *Value-added time* 'UT' (*Useful Time*)
- Jumlah keseluruhan dari *non value added time* dalam kaitannya dengan desain proses dan pemborosan

Aplikasi OTR antara lain :

- Bermanfaat dalam menentukan ukuran *workstation* (jumlah operator dan peralatan)
- Menghitung beban kerja DVC di dalam satu *workstation*

4. ***Efficiency coefficient for Reference (KER)***

Efficiency coefficient for Reference (KER) adalah rasio *Design Time/Operating time for reference*.

5. ***Time Spent for Reference (TSR)***

Time Spent for Reference (TSR) adalah jumlah keseluruhan dari *Operating time for reference* dan total dari waktu *support function* DVC. TSR menggunakan ukuran waktu DVC untuk satu *workstation* yang mencakup operator dan fungsi pendukung.

6. ***Support Coefficient for Reference (KSR)***

Support Coefficient for Reference (KSR) adalah ratio *Operating time for reference/ Time Spent for Reference*. KSR menunjukkan ketutuhan fungsi pendukung waktu DVC.

7. ***Operation Time (OT)***

Operation Time (OT) adalah waktu DVC yang dihabiskan oleh operator di dalam *workstation*. OT digunakan untuk menganalisa pemborosan dari *Design Time for Reference*.

8. ***Efficiency Coefficient (KE) atau Efisiensi***

Universitas Indonesia

Efficiency Coefficient (KE) adalah rasio *Design Time/Operation Time*. KE menunjukkan pencapaian dari sebuah *workstation* atau dari sebuah proses.

2.5.5 Process Architecture

Proses yang optimal adalah menanggapi permintaan pelanggan (*Takt Time*) dengan organisasi dan efisiensi yang optimal, berdasarkan kualitas dan *lead time*. Keseimbangan dan keelastisitasan dari suatu *line* juga mempengaruhi suatu arsitektur dari suatu produksi, dengan adanya keseimbangan *line* maka akan mengurangi waktu tunggu, *Work In Process*, persediaan, dan adanya peningkatan kualitas. Suatu *line* yang efektif adalah *line* dengan model U (*U-line*) dan adanya fleksibilitas dari operator, hal ini disebabkan terdapat pergerakan operator dan jarak pergerakan dari operator semakin kecil karena jarak antar *workstation* yang dekat. Dengan demikian efisiensi semakin besar.

Dalam mendorongnya upaya pemborosan dapat keluar dari *line*, harus dimengerti proses yang harus diprioritaskan untuk dilakukan perubahan. Prioritas utama yang harus didahulukan adalah dengan cara meningkatkan *workstation* dalam produksi tersebut kemudian meningkatkan aliran (*flow*) yang berada di sekitar *workstation* produksi, dan yang terakhir adalah peningkatan dari keseluruhan dari *supply chain*. Untuk dapat meminimalkan pergerakan operator yang merupakan pemborosan misalnya mengambil material sendiri maka solusi yang diberikan adalah dengan menggunakan *feeder* atau *water spider*. Diharapkan dengan adanya *feeder* tersebut, produktivitas dari operator akan meningkat karena keseluruhan kegiatan yang dilakukan operator tersebut merupakan kegiatan yang memberikan nilai tambah ke dalam produk yang dihasilkan.

2.5.6 Metodologi dan Aturan SPS

Perusahaan ini memiliki metodologi tersendiri dalam menentukan kebijakan-kebijakan untuk line produksinya. Kebijakan-kebijakan itu diatur di dalam sebuah sistem.

$$\text{Takt Time Ref} = \frac{\text{Available production time}}{\text{Maxi Demand} = C \max} \quad (2.1)$$

Jumlah operator maksimum yang bekerja dalam satu U-workstation adalah sebanyak 8 orang.

$$\text{Resources} = \frac{\text{Operating Time Ref}}{\text{Takt Time Ref}} \quad (2.2)$$

Elastisitas yang di perbolehkan adalah sebesar 30%.

$$\text{Number of Operations} = \text{Resources} \times \text{Elasticity} \quad (2.3)$$

$$\text{Cycle time per operation} = \frac{\text{Design Time}}{\text{Number of Operations}} \quad (2.4)$$

Ketidaksinambungan diantara waktu siklus operasi yang paling bawah dengan yang paling atas tidak lebih dari 20%.

2.5.7 Line Architecture Flow

Line Architecture Flow membantu dalam memahami semua aliran yang ada, yaitu aliran produk (*product flow*), aliran komponen (*component flow*), aliran operator (*operator flow*), dan aliran informasi (*information flow*). *Line Architecture Flow* secara keseluruhan berbicara tentang semua aliran yang terjadi di area produksi baik aliran produk (*product and component flow*), aliran manusia (*operator flow*), dan aliran informasi (*information flow*).

2.5.8 Material Providing and Handling

Sasaran hasil yang ingin dicapai oleh *material providing and handling* antara lain:

1. Memfokuskan operator kepada aktivitas yang bernilai tambah
2. Menyediakan semua komponen sedekat mungkin dari operator
3. Ukuran (lebar, tinggi) dari setiap station kerja sebelum konstruksi tata letak

Beberapa hal atau komponen yang diperlukan sebagai penunjang dalam *material providing and handling* antara lain :

- a). *Bill of material* dan *work instruction*

Kedua hal ini diperlukan untuk mengidentifikasi semua komponen yang diperlukan di stasiun kerja

- b). Tipe kontainer
- c). Ukuran kontainer
- d). Petunjuk untuk keselamatan dan *ergonomic*

Memeriksa kestabilan antara ukuran kontainer dan area yang tersedia di *station* (lebar, tinggi)

- e). Kapasitas maksimum : C_{max}
- f). Frekuensi pemasokan material berdasarkan aturan perusahaan, misal 20 menit < frekuensi < 480 menit
- g). Jumlah komponen yang digunakan per siklus
- h). Jumlah yang sebenarnya per kontainer
 - Mendefinisikan jumlah minimum dari komponen untuk menghindari kekurangan persediaan = otonomi kontainer
 - Memeriksa kestabilan antara ukuran kontainer dan area yang tersedia di *station* (lebar, tinggi)

Dalam pengiriman suatu komponen ke setiap stasiun kerja yang ada, ada beberapa hal yang harus diperhatikan sehubungan dengan jumlah komponen yang dibutuhkan :

- a). Tidak ada kekurangan persediaan
- b). Mengoptimalkan persediaan dan area
 - Menerapkan konsep Kanban dengan dua kontainer per komponen (*full box, empty box*) di stasiun kerja
 - Mengirimkan kontainer yang baru setelah persediaan berkurang agar tidak terjadi kekurangan pada saat pengiriman komponen. Adapun perhitungan jumlah komponen per kontainer dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Quantity} = \frac{(C_{max} \times n)(2 \times F)(1 + S)}{(N-1)} \quad (2.5)$$

Keterangan :

Universitas Indonesia

<i>Consumption</i>	: C_{max}	(Kapasitas per jam)
<i>Feeding Period</i>	: F	(waktu di antara siklus dua “ <i>Water Spider</i> atau <i>Feeder</i> ”)
<i>Quantity/product</i>	: n	(jumlah komponen yang diperlukan untuk menghasilkan satu produk jadi)
<i>Boxes quantity</i>	: N	(<i>SPS Rules</i> , 2 box per reference)
<i>Safety rate</i>	: S	(tingkatan untuk menghindari kekurangan komponen)

2.6 Kanban

Sistem Kanban adalah suatu sistem informasi yang secara serasi mengendalikan proses produksi dari produk yang diperlukan pada waktu yang diperlukan dalam setiap proses pabrik dan juga di antara perusahaan⁹.

Fungsi Kanban yaitu:

1. Memberikan informasi pengambilan dan pengangkutan
2. Memberikan informasi produksi
3. Mencegah kelebihan produksi atau kelebihan pengangkutan
4. Berlaku sebagai perintah kerja yang ditempelkan langsung pada barang
5. Mencegah produk cacat dengan mengenali produk yang membuat cacat
6. Mengungkapkan masalah yang ada dan mempertahankan pengendalian persediaan

Jumlah optimum penggunaan kanban berdasarkan persamaan yang diberikan oleh Schroeder sebagai berikut:

$$k = \frac{\text{rata-rata permintaan selama } lead\ time \text{ ditambah } safety\ stock}{\text{ukuran container}} \quad (2.6)$$

$$k = \frac{d(w+p)(1+\alpha)}{c}$$

dimana:

k = jumlah set kartu permintaan/penarikan produksi untuk satu komponen

d = permintaan harian yang diharapkan untuk komponen, dalam unit

⁹ Yasuhiro Monden, *Op. Cit*, hal 21.

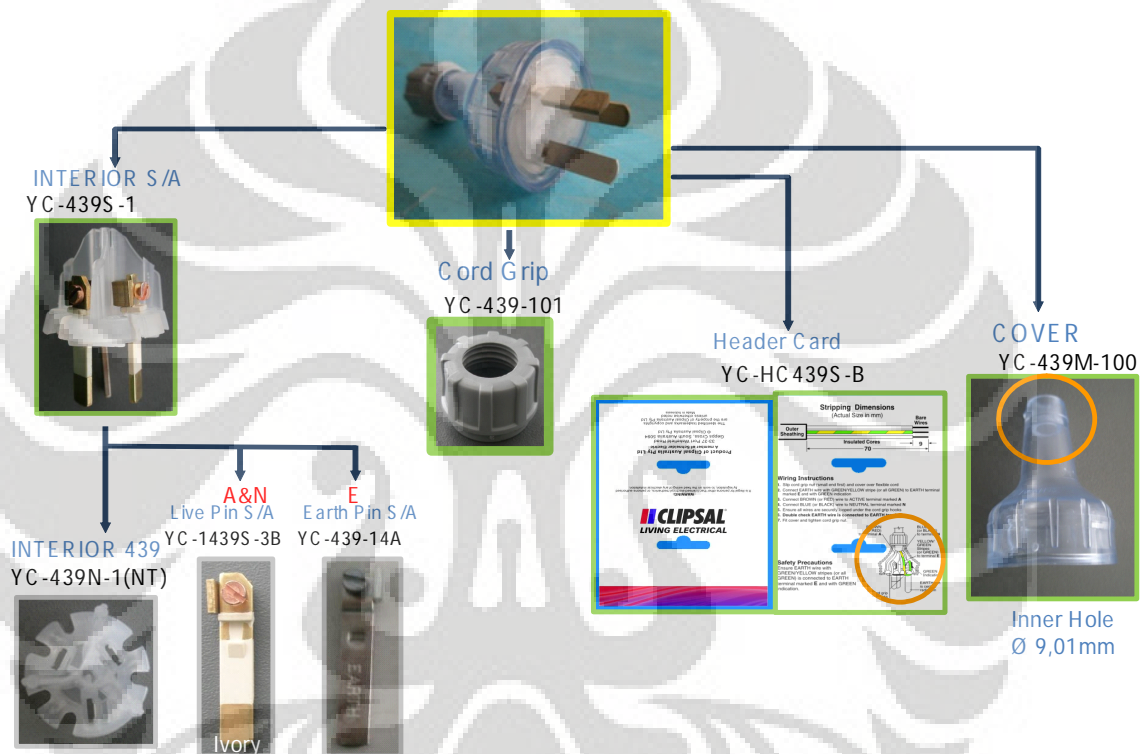
- w = rata-rata waktu tunggu sepanjang proses produksi ditambah waktu penanganan material, dalam fraksi per hari
- p = waktu proses rata-rata per kontainer, dalam fraksi per hari
- c = jumlah dalam container standar per komponen
- α = *safety stock*



BAB 3 PENGUMPULAN DATA

3.1 Pengenalan Produk YC-439S(TR)

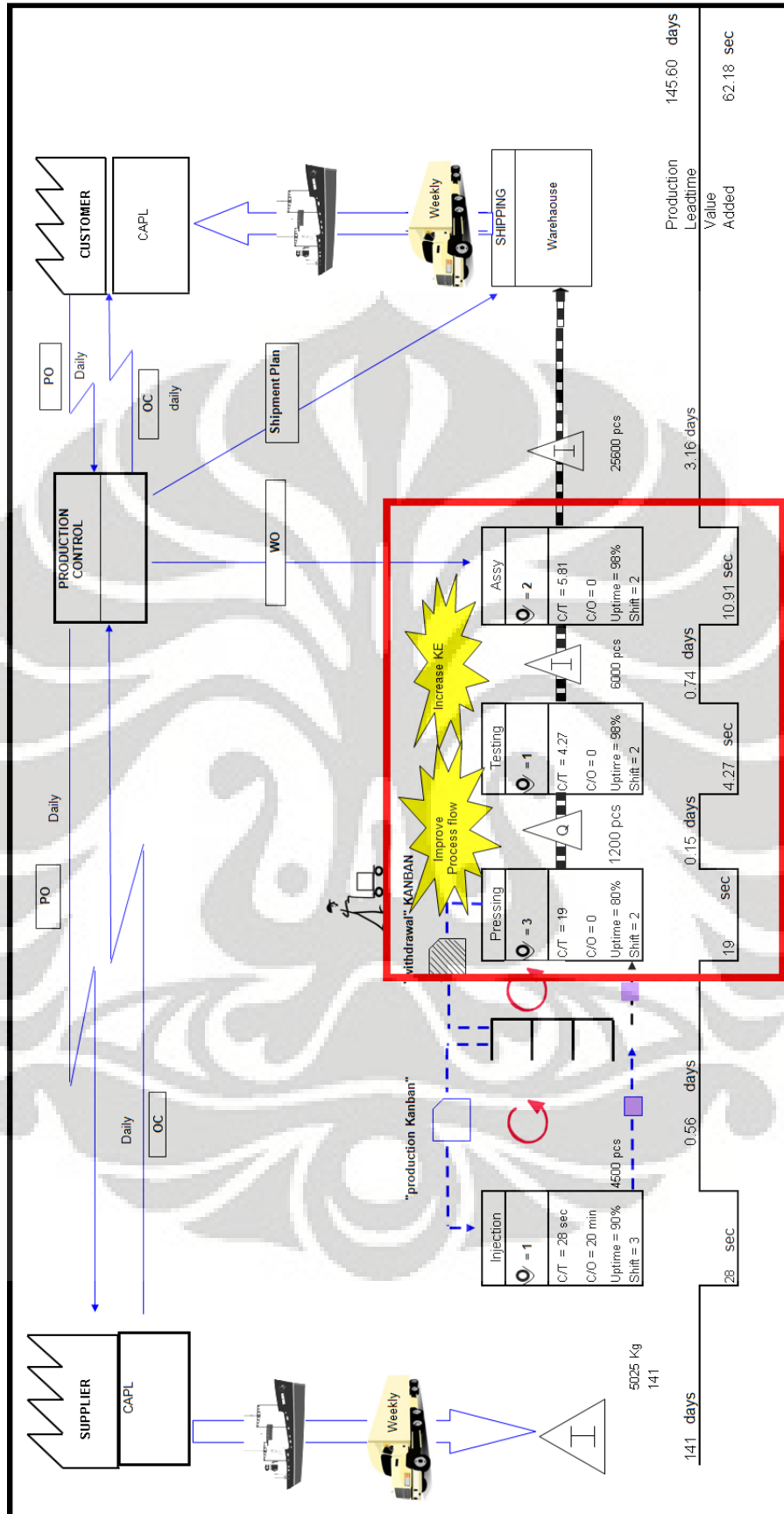
Produk ini terdiri dari 4 komponen utama dan 3 komponen dari bagian *interior*. Bentuk dari komponen tersebut dapat dilihat dalam Gambar 3.1 dimana gambar yang digaris tepi dengan warna kuning, merupakan hasil utama YC-439S(TR).



Gambar 3.1 Diagram komponen YC-439S(TR)

3.2 Value Stream Mapping

Data yang didapatkan dalam penggambaran VSM adalah data aktual yang terjadi pada YC-439S(TR). Peta VSM ini, melingkupi seluruh aliran proses material dan informasi, namun yang digunakan dalam proses penelitian ini hanya proses perakitan yang terjadi dalam YC-439S(TR). Peta *current state* VSM YC-439S(TR) dapat dilihat dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peta *Current State* VSM YC-439S(TR)

3.3 Tahapan Proses Perakitan YC-439S(TR)

Proses sub-perakitan memiliki 4 stasiun kerja, dengan prosesnya sebagai berikut:

1. *Work station 1*

Proses penggabungan komponen *live pin*, *earth pin* dan *interior*.

2. *Work station 2*

Proses penggabungan komponen *live pin*, *earth pin* dan *interior*.

3. *Work station 3*

Proses penggabungan komponen *live pin*, *earth pin* dan *interior*.

4. *Work station 4*

Proses pengetesan fungsi pin dan pengecekan komponen yang tidak terpasang dari hasil WS 1-4 yakni YC-439S-1.

Proses utama stasiun kerja dibagi kedalam 3 stasiun kerja:

1. *Work Station 5*

Proses penempatan hasil gabungan dari YC-439S-1 (hasil WS 1-4) dengan *cord grip* dan *cover* ke dalam *polybag*

2. *Work Station 6*

Proses *stappling* antara hasil dari WS 5 dengan *header card*.

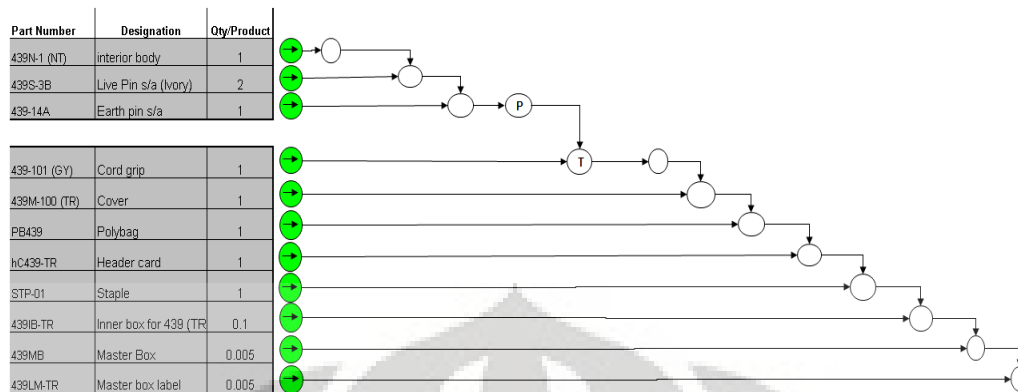
3. *Work Station 7*

Terdiri dari empat proses yaitu :

1. Proses *labeling inner box* yaitu proses pengidentifikasi nomor *batch* pada *inner box*.
2. Proses pengepakan sepuluh buah hasil WS 6 ke dalam *inner box*.
3. Proses pengepakan dua puluh set *inner box* ke dalam *master box*.
4. Proses *labeling master box* yaitu proses pengidentifikasi nomor produk pada *master box*.

3.4 Assembly Chronology

Kronologi perakitan YC-439S(TR) dibuat berdasarkan Bill of Material yang ada saat ini. Urutan perakitan ini pun memberikan informasi jumlah komponen yang digunakan untuk setiap produk serta alur perakitan yang dilalui. Kronologi perakitan untuk YC-439S(TR) dapat dilihat dalam Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Assembly Chronology YC-439S(TR)

3.5 Standard Waktu Kerja

Standard waktu kerja bertujuan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya, sehingga dapat diketahui metoda kerja operator secara detail dalam merakit produk sebuah produk. Adapun Langkah kerja yang dilakukan dalam pengukuran standard waktu kerja :

1. Merekam aktivitas proses perakitan yang terjadi pada delapan *work station*
2. Mengukur jarak pengambilan produk dari kotak material hingga tempat proses perakitan dilakukan.
3. Melakukan analisa MTM berdasarkan *motion* (pergerakan) yang dilakukan oleh operator pada saat proses perakitan, baik yang dikerjakan dengan tangan kiri maupun tangan kanan dan kemudian di terjemahkan kedalam kode-kode dengan menggunakan format Analisa dan gerakan. Hasil analisa di input ke dalam software MTM 2005 untuk mendapatkan waktu persetiap gerakan dan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk merakit suatu produk.

Dari observasi video, didapat lima proses utama yakni:

1. Proses *Pressing*
2. Proses *Testing*
3. Proses *Packing to polybag*
4. Proses *Stappling*

5. Proses *Packing to box*

Kelima proses utama diatas dapat dirinci lagi seperti dalam Tabel 3.1. Akan tetapi, hanya dengan tabel 3.1, analisa MTM belum dapat dilakukan karena proses tersebut belum mewakili satu gerakan tubuh yang spesifik. Untuk itu setiap proses dalam Tabel 3.1 dirinci lagi sebagaimana ditunjukkan pada lampiran 1 dimana lampiran ini juga menunjukkan kode-kode MTM yang bersesuaian sekaligus dengan data waktu prosesnya. Sebagai contoh, proses pertama pada Proses *Pressing* yakni “*Insert earth terminal and take ivory terminal*” memiliki pergerakan tangan yang dilakukan bersamaan antara tangan kanan dengan tangan kiri sebagai berikut:

- a. Gerakan tangan kanan : put on the jig
- b. Gerakan tangan kiri : prepare to reach earth terminal

Kemudian dengan merujuk Lampiran 3, dapat diketahui kode-kode yang bersesuaian dengan gerakan diatas yakni:

- a. P1SSE dimana;
 - P = Position No. 1 (tidak membutuhkan tekanan)
 - SS = Symetrical (bentuk benda),
 - E = Easy to Handle (tipe Kesulitan dalam memposisikan benda)
- b. (R10E) dimana;
 - () = digunakan apabila pergerakan tidak membutuhkan kefokuskan,
 - R = Reach (tipe gerakan : Meraih)
 - 10 = Jarak pergerakan tangan (satuan dalam CM)
 - E = Tipe kesulitan (meraih suatu lokasi yang tidak ditentukan)

Dengan menggunakan *software* MTM 2005 sebagai media untuk memudahkan dalam mendapatkan nilai sebuah kode tersebut, dimana satuan waktunya adalah TMU, sehingga waktu untuk kode diatas adalah sebagai berikut :

- a. 9.1 TMU dimana
 - 1 detik = 27.8 TMU
 - Maka, $9.1 \text{ TMU} / 27.8 = 0.32 \text{ detik}$
- b. 6.4 TMU maka
 - $6.4 \text{ TMU} / 27.8 = 0.23 \text{ detik}$

Dikarenakan gerakan a dan b dilakukan secara bersamaan maka waktu terbesar yang akan digunakan.

Tabel 3.1 Detail proses

1. Pressing Proses	
Insert live (ivory) and earth pin (white) to jig	
1	Insert Earth terminal and take ivory terminal
2	transfer ivory terminal from left to right hand
3	Insert Ivory terminal to jig
4	take White terminal
5	turn part use two hand
6	insert White terminal
Pressing, take interior body	
evacuate	
2. Testing Process	
take 439S-1 and evacuate	
push the jig	
piston time move down	
press push button	
piston time move up	
take 439S-1(2nd)	
push the jig (2nd)	
piston time move down (2nd)	
press push button (2nd)	
piston time move up (2nd)	
3. Packing to Polybag	
take dot, cord grip and 439S-1	
insert dot, cord grip, and 439S-1 to plastic	
4. Stappling Process	
take complete part and evacuate	
put header card	
Assy parts insert to jig	
steples process	
5. Packing to Box	
Paste Label for inner box	
put orange mark and write in inner box	
Stamp inner box	
make inner box	
fill inner box	
close inner box	
evacuate the inner box	

3.6 Identifikasi Pemborosan

Berdasarkan landasan teori pada Bab II mengenai *Time Reference*, maka dapat diketahui pemborosan yang terjadi. Dalam penelitian ini, penulis mengidentifikasi pemborosan kedalam dua kategori :

1. Pemborosan dalam proses desain yang diakibatkan oleh proses perakitan yang tidak seimbang sehingga terjadinya *bottleneck* pada proses (*waste of transportation*) dan proses perakitan yang rumit (*waste of processing it self*). Kedua akibat tersebut dipengaruhi juga oleh desain *work station* yang tidak mengikuti kaidah-kaidah *ergonomic* (*waste of movement*).
2. Pemborosan yang terjadi selama proses yang meliputi:
 - a. *Operator activity* meliputi operator yang masih dalam tahap pelatihan, dan operator menggunakan metoda yang salah pada saat memproses suatu produk (*waste in transportaion*).
 - b. *DVC extern process* meliputi waktu melatih operator mengenai cara kerja di *work station*, waktu yang dibutuhkan operator untuk menyiapkan *work station* sebelum proses dimulai dan membersihkan *work station* (*waste of time on hand*).
 - c. *Non Quality* yang meliputi *rework*, *sorting* dan *human error* (*waste of making defective products*).
 - d. *Uncertainties* meliputi waktu menunggu akibat terlambatnya pengiriman material kedalam *work station* dan menunggu akibat jig/tester yang rusak (*waste of time on hand*).

3.6.1 Pemborosan Dalam Proses Desain

Proses dasar yang dapat dilakukan untuk mengetahui pemborosan yang terjadi dalam proses desain adalah dengan membuat *assembly chronology* dan *elementary operation*. Mengkronologikan suatu proses memberikan informasi mengenai urutan proses. Sedangkan *elementary operation*, memuat informasi mengenai waktu per operasi, dan simbol operasi.

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara mengobservasi sebuah video aktifitas proses perakitan yang dilakukan oleh operator. Tujuannya adalah untuk mengetahui cara kerja operator secara detail dalam merakit suatu produk. Yang kemudian mengurutkan proses perakitan YC-439S(TR) untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas proses tersebut kedalam aktivitas yang menambah nilai atau aktivitas yang tidak menambah nilai serta melihat penyeimbangan *line* yang diterapkan dalam desain *workstation*. Selain video, *working instruction* juga

membantu untuk mengetahui proses yang terjadi. *Working instruction* dapat dilihat pada lampiran 2.

3.6.2 Pemborosan Selama Proses Perakitan Berlangsung

¹⁰Waste yang terjadi selama proses assembly berlangsung dikategorikan menjadi 4 bagian yakni :

1. *Operator activity*
2. *DVC extern to process*
3. *Non Quality*
4. *Uncertainties*

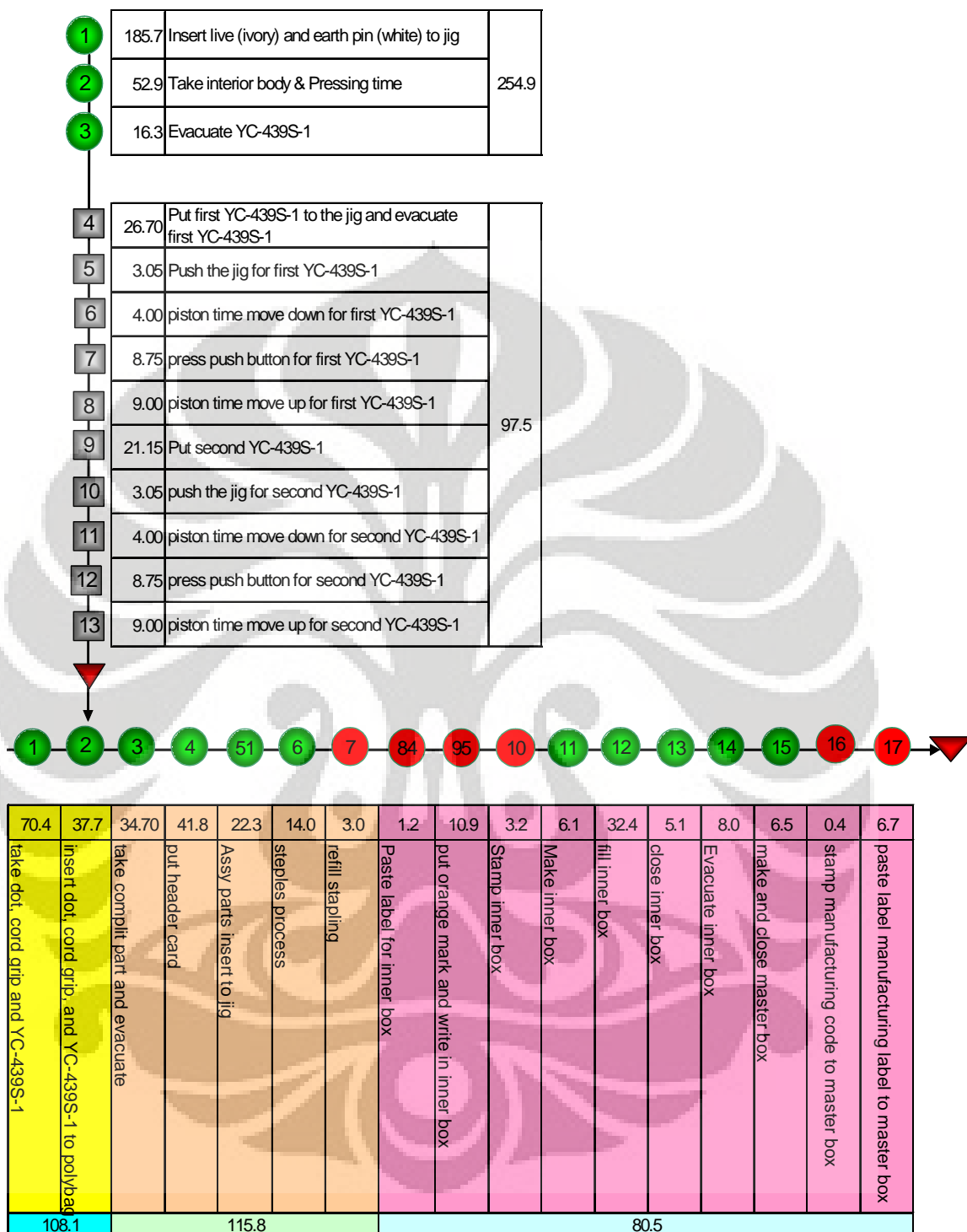
Proses pengambilan data pemborosan yang terjadi pada selama proses perakitan berlangsung dilakukan dengan menggunakan format *hourly output* yang berisi hasil produksi yang dicapai oleh operator per jam dan daftar pemborosan. Format *houly ouput* dapat dilihat pada lampiran 3. Pengisian format hourly output untuk mencatat hasil jumlah produksi oleh operator di lakukan setiap satu jam dan mencatat jumlah waktu yang diakibatkan menunggu material atau menunggu jig/tester diperbaiki.

Adapun kode untuk memudahkan operator dalam pengisian tipe pemborosan, dapat dilihat dalam tabel 3.2

Tabel 3.2 Tipe Pemborosan pada proses perakitan

Waste List	
Operator Activity	
A1	Kurang training, salah metoda, kurang skill dari operator
DVC External to Process	
B1	Pembersihan tempat kerja (5S)
B2	Set up dan fleksibilitas
B3	Maintenance yang dilakukan oleh operator
B4	Work station training and process management meeting (SIM)
Non Quality	
C1	Repair produk rusak/reject
C2	Waktu terbuang karena memproduksi produk reject
C3	Rework produk dan mensortir material
Uncertainties	
D1	Waktu menunggu karena mesin/jig/tool rusak
D2	Waktu menunggu karena keterlambatan material

¹⁰ Standard time lean expert training, Schneider Electric



Gambar 3.4 Elementary Operation untuk produk YC-439S(TR)

Setiap akhir shift, *line leader* akan mengambil format *hourly output* dan mengolah data kedalam bentuk *excel*. Berikut adalah pemborosan yang terjadi pada bulan Juli- September 2010 pada tabel 3.3.

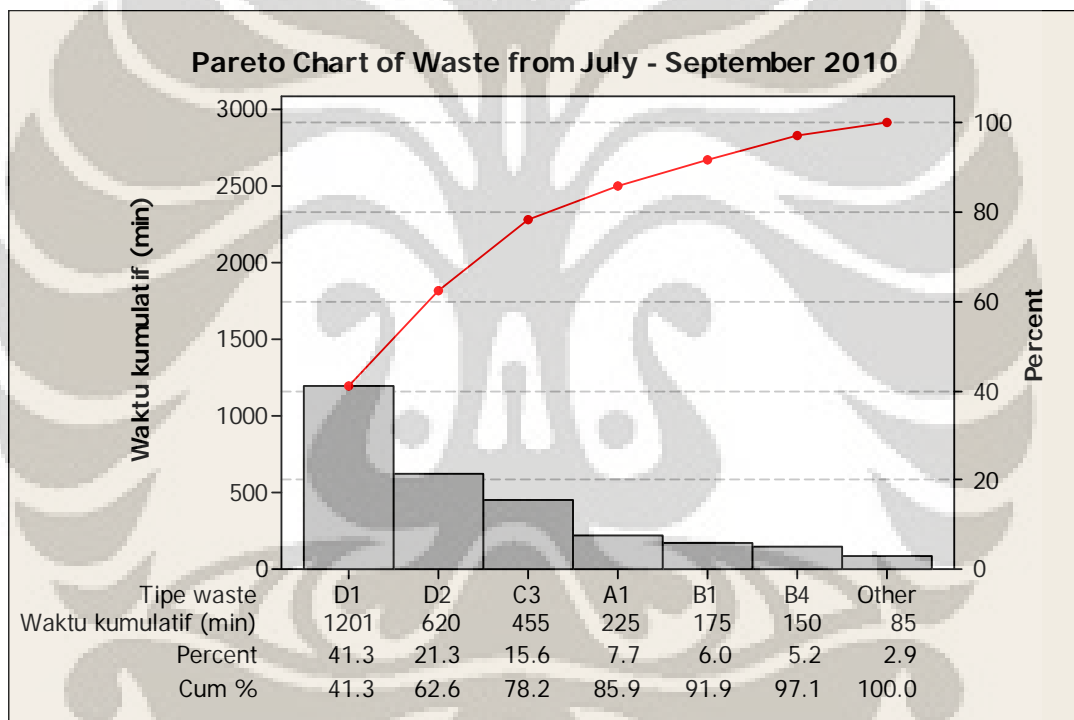
Tabel 3.3 Daftar pemborosan pada bulan Juli – September 2010

Date	Type of waste										
	A1	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	D1	D2	
July	13		5	15		10		5		65	80
	15		10			5				180	
	17		5			5				210	
August	4		5			5					90
	7		5			5				30	
	9	120	5			5					75
	17	90	5			5					
	19		5			5	20				30
	20		5			5				270	60
	25		10	15		5					90
	26		5			5				30	45
	30		5			5			120		
September	2		5			5		120			60
	3		10			5		30			45
	4		5			5		75		65	
	5		5			5				20	
	10	15	5			5		5		20	
	11		10			5				20	
	13		5	15		5				30	
	14		5			5				110	
	15		5			5	10				45
	16		5			5				45	
	17		10			5			30		
	18		5			5			80	17	
	19		10			5				32	
	22		5			5				7	
	23		5			5				30	
26		5			5						
30		5			5				20		

Tabel 3.4 Jumlah pemborosan pada bulan Juli – September 2010

Month	Operator Activities (min)	DVC External to Process (min)				Non Quality (min)			Uncertainties (min)		Total (min)
	A1	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	D1	D2	
July	0	20	15	0	20	0	5	0	455	80	595
Aug	210	50	15	0	45	20	0	120	330	390	1180
Sep	15	105	15	0	85	10	5	355	416	150	1156
Total	225	175	45	0	150	30	10	475	1201	620	2931

Dari data yang diperoleh, maka dapat diurutkan tiga pemborosan yang paling sering terjadi adalah D1 yakni waktu menunggu karena mesin/jig/alat rusak (41,3%), D2 yakni waktu menunggu karena keterlambatan material (21,3%), dan C3 yakni *rework* produk dan mensrotir material (15,6%).



Gambar 3.5 Pareto chart untuk pemborosan proses perakitan pada bulan Juli – September 2010

BAB 4 PENGOLAHAN DATA

4.1 Analisis Data Kondisi Aktual

Pada Bab III telah dijelaskan mengenai cara pengambilan waktu proses beserta pengolahannya. Data yang telah dikumpulkan dirangkum pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Standar waktu proses perakitan YC-439S(TR)

Time	Workstation						
	WS 1 (Pressing)	WS 2 (Pressing)	WS 3 (Pressing)	WS 4 (Testing)	WS 5 (Packing to)	WS 6 (Stappling)	WS 7 (Packing to)
Cycle time (Sec/pcs)	3.06	3.06	3.06	3.51	3.89	4.17	2.90
Takt Time (sec)	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25

4.2 Analisis Pengurangan Pemborosan

Analisis akan dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Menentukan penyebab utama terjadinya pemborosan pada proses perakitan
2. Melakukan analisis untuk mengurangi faktor penyebab tersebut
3. Menghitung penghematan setelah adanya pengurangan pemborosan.

4.2.1 Analisis Pemborosan Akibat Proses Desain

Analisis pengurangan pemborosan akibat proses desain dilakukan dengan menggunakan metode LADM (line Architecture Design Methodology). Pada Bab II telah dijelaskan bahwa metode ini mempunyai delapan langkah yang harus dilakukan yang hasil analisisnya akan mempengaruhi untuk mengambil keputusan dalam merancang lini produksi baru.

4.2.1.1 Customer Demand

Jumlah permintaan konsumen selama satu tahun atas produk yang dihasilkan akan dijadikan sebagai bahan perencanaan organisasi. Data permintaan customer pada tahun 2011 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 *Customer Demand* YC-439S(TR) pada tahun 2011

Month	Quantity (pcs)
January	160,000
February	180,000
March	261,200
April	160,000
May	160,000
June	160,000
July	160,000
August	160,000
September	160,000
October	160,000
November	160,000
December	160,000

Sumber: Forecast 2011, Supply Chain Dept PT. MII yang telah diolah kembali.

4.2.1.2 Organization

Dari data jumlah permintaan konsumen maka dapat menentukan jumlah hari kerja atau waktu yang diperlukan. Data organisasi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

4.2.1.3 Takt Time

Takt time adalah interval waktu kerja yang tersedia terhadap volume produksi yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pelanggan. Data perhitungan *Takt Time* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Dari table 4.4 dapat dilihat bahwa *cycle time* di setiap *workstation* pada proses perakitan YC-439S(TR) harus lebih kecil dari harga *takt time*. Jika melebihi dari harga *takt time* maka perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan. Harga *takt time* inilah yang akan menjadi acuan dalam *line balancing* pada proses perakitan YC-439S(TR).

Tabel 4.3 *Plant Production Organization*

Two Shift	
Plant Production Organization	
Work hours / shift 1	6.65
Work hours / shift 2,3	6.65
Total Shift hours	13.3
Days number / week	6
Days number / years	292
Hours / years	3884
Size for 1 batch :	
1 products	1 Polybag
10 products	1 Inner box
20 x Inner box	1 Outer box
64 x Outer box	1 Pallet
Total products in 1 palett	12800
Target service Level :	98.5%
Target lead time	14

Tabel 4.4 *Takt Time* seri 439

439 series Takt time		2011
Net demand :	pcs/Y	2,041,200
Maximum customer = Cmax :	pcs/Y	3,291,120
Working Hours :	H/Y	3883.60
Takt Time Ref	dmh	11.8
Takt Time Ref	s	4.25
Production per Hour	p/h	847

4.2.1.4 Assembly Chronology

Dari Bab III telah dijelaskan mengenai kronologi YC-439S(TR). Dari hasil kronologi tersebut dapat terlihat urutan komponen yang terlebih dahulu diproses.

4.2.1.5 Elementary Operation

Dari hasil *elementary operation* di Bab III, didapat lima proses utama yakni:

6. Proses *Pressing*
7. Proses *Testing*
8. Proses *Packing to polybag*
9. Proses *Stappling*
10. Proses *Packing to box*

Kelima proses utama diatas dianalisa dengan metode MTM untuk mendapatkan proses yang lebih spesifik. Selama analisa tersebut, diketahui proses tanpa nilai tambah dan proses tanpa nilai tambah. Untuk mengurangi proses tanpa nilai tambah, maka kelima proses utama dikaji ulang seperti dalam Lampiran 4. Dalam lampiran ini juga menunjukkan kode-kode MTM yang bersesuaian sekaligus dengan data waktu prosesnya Sebagai contoh, proses pertama pada Proses *Pressing* yakni "*Take base and white terminal*" memiliki pergerakan tangan yang dilakukan bersamaan antara tangan kanan dengan tangan kiri sebagai berikut:

- c. Gerakan tangan kanan : Take base
- d. Gerakan tangan kiri : prepare to reach white terminal

Yang juga dapat diketahui kode-kode yang bersesuaian dengan gerakan diatas yakni:

- c. R15C dimana;
 - R = *Reach* (tipe gerakan : Meraih)
 - 15 = Jarak pergerakan tangan (satuan dalam CM)
 - C = Tipe kesulitan (meraih suatu benda yang tergabung dengan benda-benda lain dalam satu tempat)
- d. (R10E) dimana;
 - () = digunakan apabila pergerakan tidak membutuhkan kefokuskan,
 - R = *Reach* (tipe gerakan : Meraih)
 - 10 = Jarak pergerakan tangan (satuan dalam CM)
 - E = Tipe kesulitan (meraih suatu lokasi yang tidak ditentukan)

Dengan menggunakan *software* MTM 2005 sebagai media untuk memudahkan dalam mendapatkan nilai sebuah kode tersebut, dimana satuan waktunya adalah TMU, sehingga waktu untuk kode diatas adalah sebagai berikut :

c. 10.0 TMU dimana

$$1 \text{ detik} = 27.8 \text{ TMU}$$

$$\text{Maka } 10.0 \text{ TMU} / 27.8 = 0.35 \text{ detik}$$

d. 6.4 TMU maka

$$6.5 \text{ TMU} / 27.8 = 0.23 \text{ detik}$$

Dikarenakan gerakan a dan b dilakukan secara bersamaan maka waktu terbesar yang akan digunakan.

Dari hasil *elementary operation* dapat kita lihat bahwa work station yang dibuat dapat kita perkecil kembali agar pergerakan operator lebih dekat sehingga pemborosan yang diakibatkan oleh pergerakan dapat dikurangi. Tetapi sebelum memutuskan untuk melakukan *redesign work station* harus terlebih dahulu melakukan analisis *process architecture*.

4.2.1.6 Process Architecture

Tujuan melakukan *process architecture* adalah untuk mendapat proses yang optimal maksudnya adalah menanggapi permintaan pelanggan (*takt time*) dengan organisasi dan efisiensi yang optimal, berdasarkan kualitas dan lead time. Keseimbangan dan keelastisitas dari suatu line juga mempengaruhi suatu arsitektur dari suatu produksi, dengan adanya keseimbangan line maka akan mengurangi waktu tunggu, WIP, persediaan, dan adanya peningkatan kualitas. Suatu line yang efektif adalah model *U-line* karena adanya fleksibilitas dari operator, hal ini dikarenakan terdapat pergerakan oleh operator dan jarak pergerakan dari operator semakin kecil karena jarak antar *work station* yang dekat. Dengan demikian efisiensi yang didapat akan semakin besar.

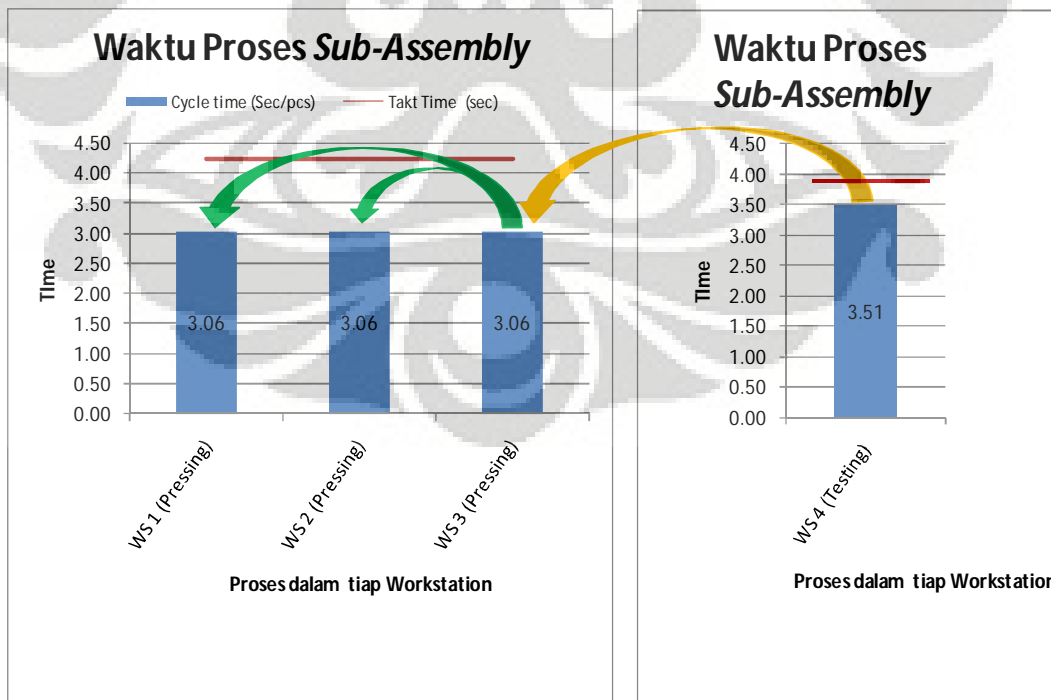
Dari hasil analisis *process architecture* didapat bahwa jumlah *work station* yang diperlukan hanya satu *workstation*. Hal ini terjadi karena *cycle time* lebih kecil dari 15 detik, seperti yang dianjurkan oleh perusahaan. Namun, apabila proses utama hanya dijadikan satu *workstation* maka dimensi *workstation* akan besar karena banyaknya komponen yang diletakan. Yang juga mempengaruhi cara bekerja

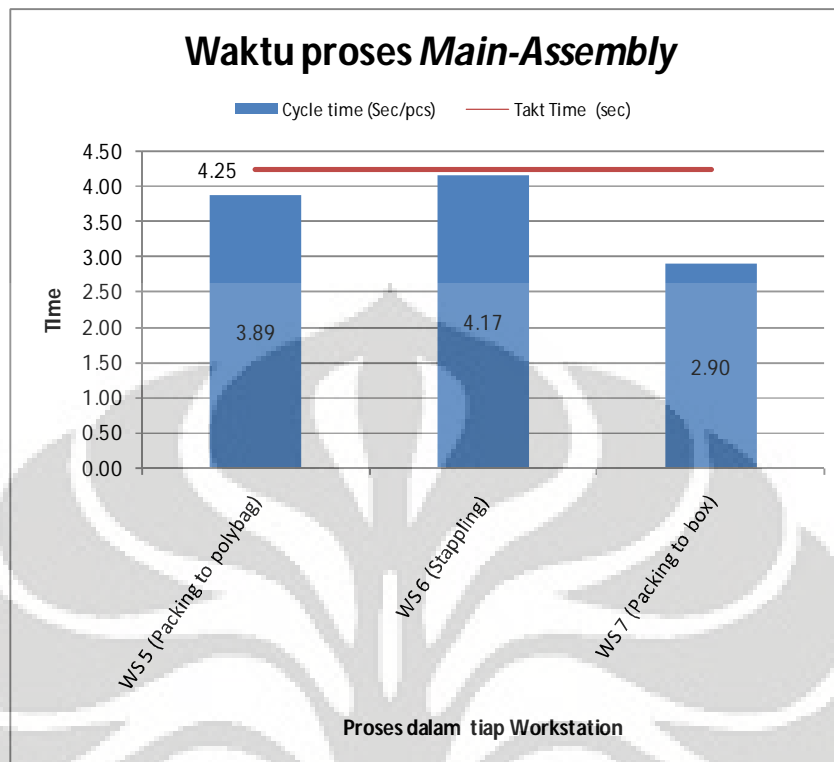
Universitas Indonesia

operator dengan dimensi workstation yang besar. Oleh karena itu penulis memutuskan untuk memecah menjadi 3 workstation dengan 3 operator. Maka dilakukan *line balancing* untuk lebih mengefektifkan proses perakitan. Hasil analisis *process architecte* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 *Process Architecture* perakitan YC-439S(TR)

SPS Rules		15s <Cycle Time< 60s	15.00	S unit	
		Elasticity	30%		
		Operator number per cell	8		
2011		Solution			
		DT	Qty	OTR	KER
Manual assembly		9.99	3,291,120	12.5	80%
Main Assy			P/h	TTRef	
			847	4.2	
Nb operator need				2.9	
Nb operation need				3.8	
Nb operation need percell		3		0.7	
cell number		1		5.7	
Nb operator need per cell		3		0.5	
Real Elasticity		0%			
DT Cycle Time per operation		3.33	s		
OTR Assembly time per operator		4.16	s		
Total capacity per hour		865	pcs		
Capacity per hour 1 cell p/h		865	pcs/hour		



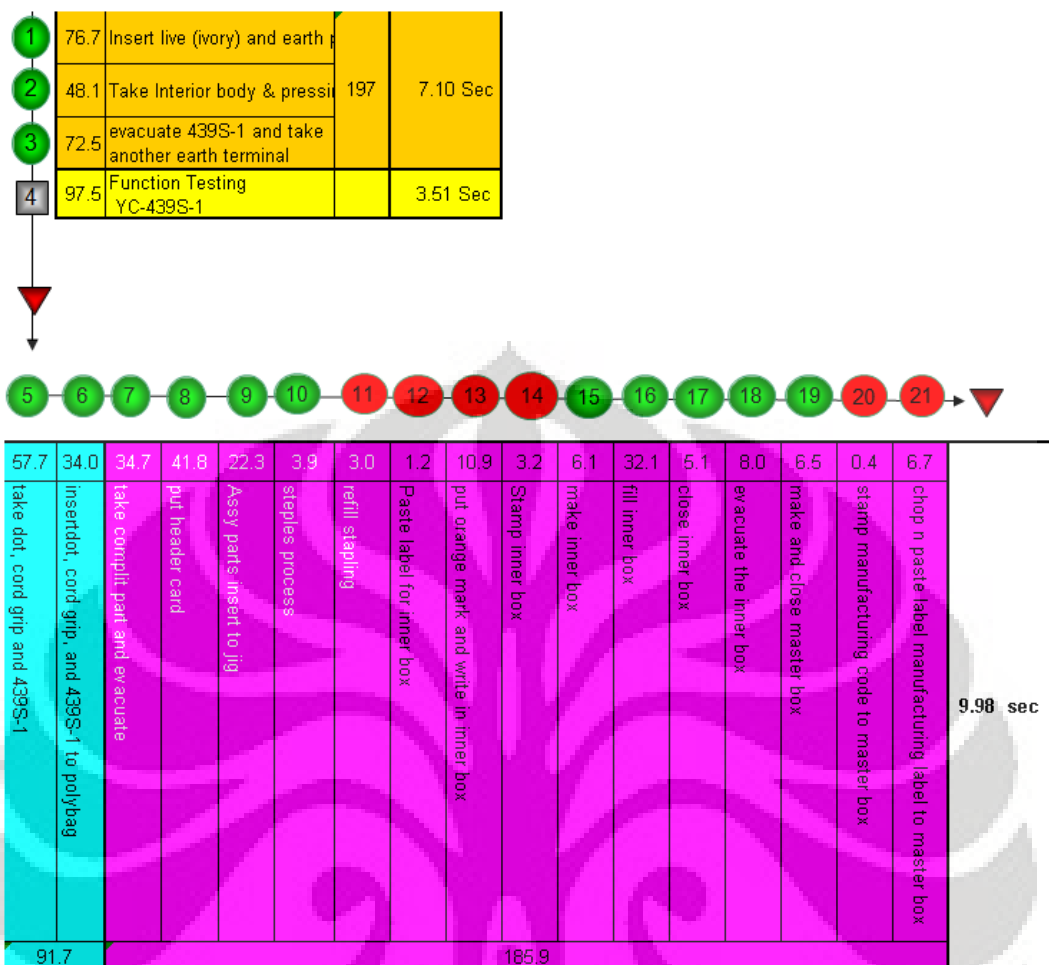
Gambar 4.1 Waktu proses *sub-assembly* beserta analisis *line balancing*Gambar 4.2 Waktu proses *main-assembly*

Setelah analisis *line balancing* dilakukan, maka *elementary operation* pun ikut berubah. Perubahan *elementary operation* juga sekaligus menganalisis pemborosan yang terjadi selama pergerakan, sehingga pemborosan dapat dikurangi ataupun dihilangkan seperti pada Gambar 4.3. Hasil *elementary operation* didapat setelah memperbaiki proses perakitan dengan metode MTM 1 yang dapat dilihat pada Lampiran 4.

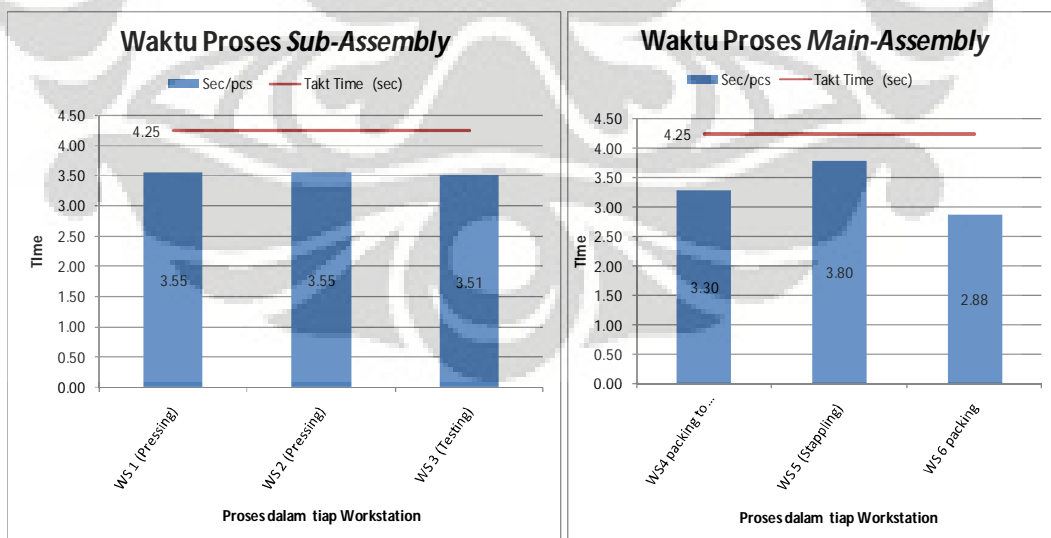
Gambar 4.4 menjelaskan hasil *elementary operation* yang telah di seimbangkan.

4.2.1.7 Line Architecture Flow

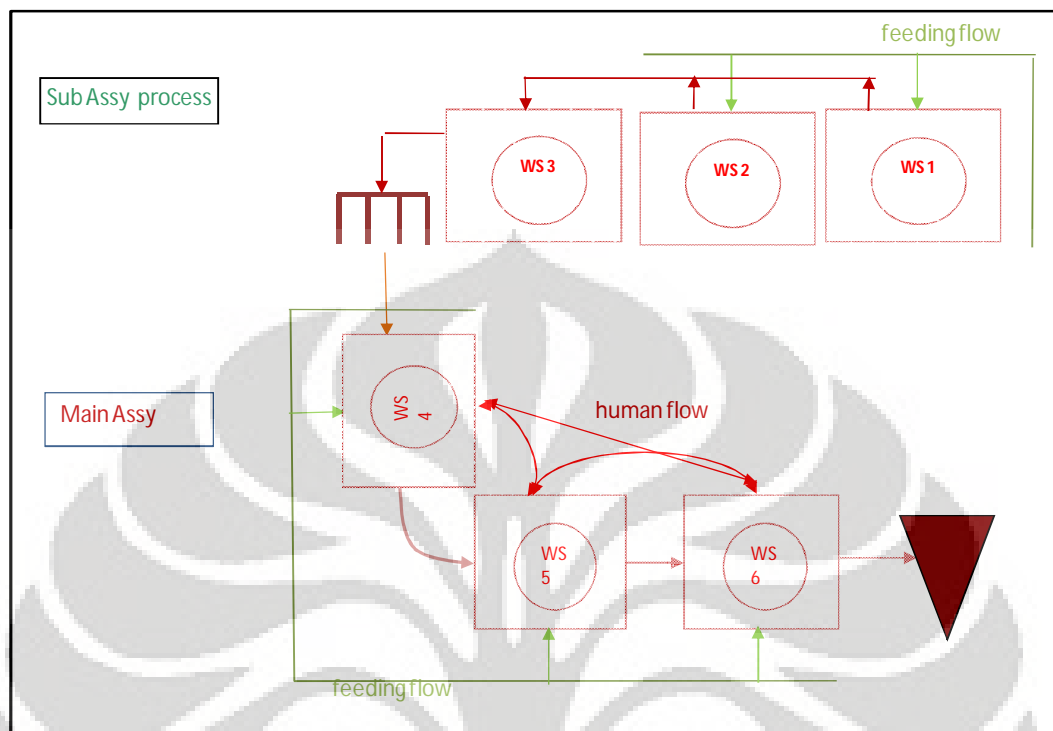
Setelah menentukan jumlah *workstation* yang akan dibuat maka langkah selanjutnya adalah membuat *line architecture* untuk memahami produk dan operator *flow* di lantai produksi. Gambar 4.5 menunjukkan aliran produk dan operator di *workstation* yang baru.



Gambar 4.3 Elementary operation setelah line balancing



Gambar 4.4 Waktu proses setelah pengurangan pemborosan dan hasil dari *line balancing*



Gambar 4.5 Line architecture flow

4.2.1.8 Material Providing and Handling

Ketepatan jumlah bin atau jumlah komponen yang berada di line produksi sehingga tidak terjadi shortage adalah inti dari material provided handling. Menentukan jumlah komponen dalam satu kontainer dengan memperhitungkan frekuensi *feeder* dan tingkat konsumsi tiap *workstation* menjadi langkah utama yang harus dilakukan untuk mewujudkan *material providing and handling*. Dalam Tabel 4.6 menjelaskan bahwa jumlah komponen ditingkatkan 20% untuk menutupi terjadinya shortage material.

4.2.2 Analisis Pemborosan Pada Proses Perakitan

Pemborosan yang terjadi di semua area produksi harus dikurangi atau dihilangkan sama sekali sesuai dengan jenis pemborosan dan kondisi *workstation* kerja yang ada. Pengurangan pemborosan dilakukan berdasarkan kegiatan yang terjadi di lapangan. Suatu kegiatan yang sebenarnya tidak perlu dilakukan oleh

operator dan dapat dihilangkan. Namun ada aktifitas-aktifitas tertentu yang tidak dapat dihilangkan namun dapat dipercepat dalam proses pengerjaannya.

Tabel 4.6 *Material Handling Sub-Assembly*

Ucell Capacity (p/H):	815
Efficiency coefficient	0.8
Capacity Cmax (p/H):	1018
Feeder Frequency (H):	0.50
Safety rate	5%

	Work Station 1-2			Work Station 3
	interior body	Live Pin s/a (white)	Earth pin s/a	439S-1
Family(reference)	1	1	1	1
Criticality				
Qty per product Specs	1	2	1	1
Total Theoretical Qty 1 box	1069	2139	1069	0
Box Type	RB No 6644	Lion Star No 300	Lion Star No 300	RB No 6644
Size: L*W*H	335*335*200	270*200*250	270*200*250	335*335*200
Qty / box	500	500	500	500
Autonomy per box	0.49	0.25	0.49	0.49
Box Qty on Station	3.1	5.3	3.1	2.0
Station Autonomy	1.5	1.3	1.5	1.0

Tabel 4.7 *Material Handling Main-Assembly*

Ucell Capacity (p/H):	865
Efficiency coefficient	0.8
Capacity Cmax (p/H):	1081
Feeder Frequency (H):	0.50
Safety rate	5%

	Work Station 4			Work Station 5		Work Station 6		
	Cord grip	Cover	Polybag	Header card	Staple	Inner box for 439 (TR)	Master Box	Master box label
Family(reference)	1	1	1	1	1	1	1	1
Criticality								
Qty per product Specs	1	1	1	1	1	0.1	0.005	0.005
Total Theoretical Qty 1 box	1135	1135	1135	1135	1135	113	6	6
Box Type	Rabbit No 2033	Rabbit No 2033	Lion Star No 300	Lion Star No 300	Lion Star No 300	-	-	Lion Star No 300
Size: L*W*H	640*420*200	640*420*200	270*200*250	270*200*250	270*200*250	-	-	270*200*250
Qty / box	500	500	500	500	500	50	2	2
Autonomy per box	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.37	0.37
Box Qty on Station	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.8	3.8
Station Autonomy	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4

Berdasarkan diagram pareto pada BAB III, pemborosan yang paling utama adalah waktu menunggu karena jig/mesin/alat rusak. Maka penelitian hanya menganalisa pemborosan waktu karena menunggu jig/mesin/alat yang rusak.

Dalam proses perakitan ini, ada tiga mesin yang digunakan:

1. Mesin Press

Mesin ini dinyatakan berfungsi dengan baik apabila, pada saat pemasangan komponen terhadap jig tidak mengalami kesulitan dan slider jig berjalan lancar. Bentuk dari mesin press ini daapt dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Mesin Press

Tabel 4.8 Cycle time mesin press

Nama Mesin	Nomor Mesin	Current Cycle time	After Cycle Time (sec)
Mesin Press 1	B00981	14	7.8
Mesin Press 2	B00982	19	-
Mesin Press 3	B00983	9	7.8

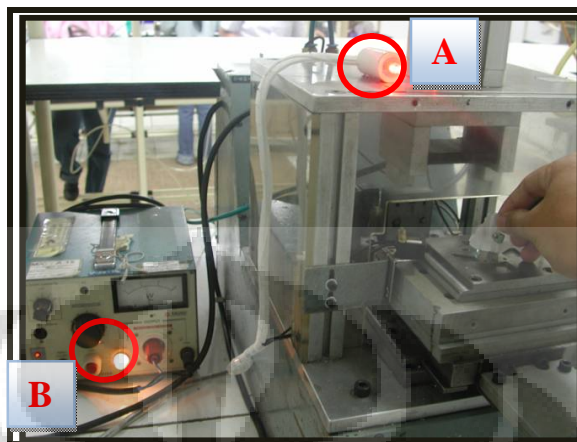
Dari data *cycle time* diatas, diketahui waktu ketiga mesin press berbeda-beda. Sehingga mesin tersebut di modifikasi untuk mendapatkan cycle time yang standar yakni 7.8 detik. Dikarenakan mesin yang akan digunakan hanya dua buah, maka diputuskan Mesin Press 2 tidak akan dapat digunakan karena latar belakang mesin yang sering rusak dan hanya sebagai cadangan.

2. Mesin Test

Mesin ini dinyatakan berfungsi apabila:

- A. Lampu indikator menyala saat YC-439S-1 ditempatkan pada jig mesin test.

B. Lampu indikator menyala saat YC-439S-1 berada di atas jig dan kemudian jig tersebut di dorong kearah dalam.



Gambar 4.7 Mesin *Test*

3. Mesin Stapples

Mesin stapples ini dinyatakan berfungsi dengan baik apabila hasil stapples saat menyatukan header card dengan polybag terbentuk dengan baik.



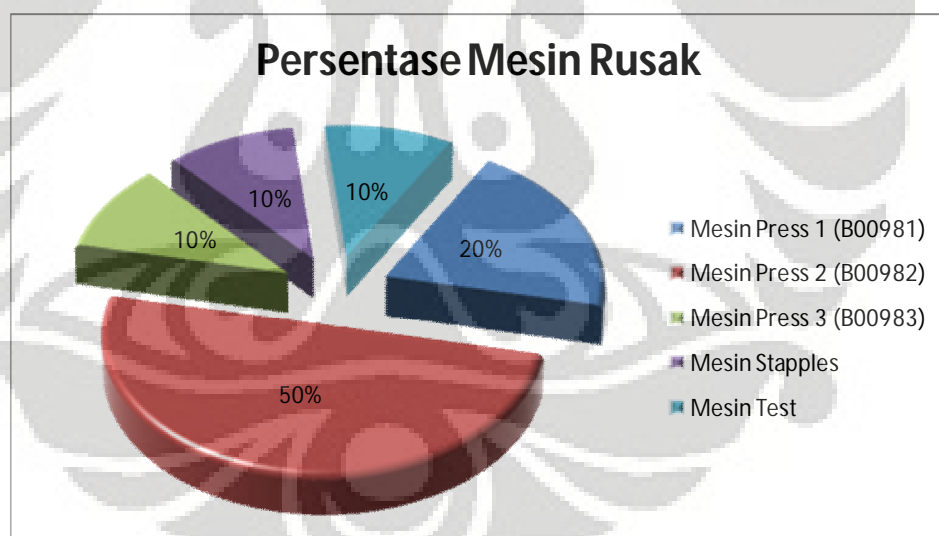
Gambar 4.8 Mesin *Stapples*

Dalam Tabel 4.9 terlihat mesin yang kerap sekali rusak. Pengambilan data hanya berlangsung selama 2 minggu dikarenakan tidak ada data sebelumnya. Pengambilan data ini menggunakan form yang sama dengan form *hourly output*.

Dari tabel 4.9, maka dapat diketahui mesin yang mempunyai persentase paling besar salaam penelitian terjadi. Persentase ini dihitung berdasarkan frekuensi mesin yang rusak.

Tabel 4.9 Waktu pemborosan mesin pada saat proses

Tgl	Waktu (menit)	Nama Mesin	Keterangan
15	5	Mesin Press 1	Listrik terputus
16	40	Mesin Press 2	Slider macet
17	10	Mesin Stapples	Salah satu pneumatic tidak jalan
18	-	-	-
19	20	Mesin Press 1 (10) + Mesin Press 2 (10)	1. Stopper tidak jalan 2. jig goyang
20	-		
21	Tidak ada produksi		
22	20	Mesin Press 2	Slider longgar
23	-	-	-
24	-	-	-
25	-	-	-
26	-	-	-
27	15	Mesin Press 2	Stopper tidak jalan
28	Tidak ada produksi		
29	15	Mesin Press 2	Stopper tidak jalan
30	30	Mesin Press 2	Stopper tidak jalan
31	20	Mesin Test	Indicator tidak nyala
	175	Total	



Gambar 4.9 Persentase mesin rusak

4.3 Penghematan Setelah Perbaikan

Penghematan yang didapat setelah adanya perbaikan yakni:

1. Penghematan Area Kerja

Proses perakitan sebelumnya memerlukan area kerja 12.80 m². Sedangkan area kerja untuk lini perakitan yang baru hanya memerlukan area kerja 8.96 m², sehingga selisih area kerja sebelum dan sesudah yakni 3.84 m².

2. Penghematan Pergerakan Proses

Persentase penghematan pergerakan proses yang terjadi setelah mengalami perbaikan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.10 Penghematan pergerakan proses

Deskripsi	Proses				
	Pressing	Testing	Packing to Polybag	Stappling	Packing to Box
Waktu sebelum (det)	9.17	3.51	3.89	4.17	2.90
Waktu sesudah (det)	7.10	3.51	3.30	3.80	2.88
Penghematan	22.60%	0.00%	15.13%	8.80%	0.54%

3. Penghematan pemborosan pada proses perakitan

Dari hasil analisa, pemborosan yang paling utama adalah mesin yang kerap sekali rusak. Maka untuk mengatasinya adalah dengan memperbaiki sekaligus memodifikasi mesin. Dari dua buah mesin yang dimodifikasi didapat efisiensi yang tertinggi dari Mesin Press 1 dengan *cycle time* sebelum adalah 14 detik, setelah di modifikasi maka *cycle time* sesudah berkurang menjadi 7.8 detik. Sehingga penghematan yang didapat adalah 44.28%.

4. Peningkatan Efisiensi Lini Perakitan

Efisiensi lini perakitan sebelum perbaikan adalah sebesar 80.95%, setelah perbaikan meningkat menjadi 90.30%. Sehingga peningkatan efisiensi sebesar 9.35%.

Tabel 4.11 Efisiensi lini perakitan

Deskripsi	CT tertinggi (det)	Total CT (det)	Jumlah Workstation	Efisiensi
Lini sebelum	4.17	23.63	7	81.02%
Lini sesudah	3.80	20.58	6	90.28%

4.4 Kanban Sub-Assembly

Berdasarkan future state VSM pada lampiran 5. hasil dari sub-assembly disimpan di sebuah supermarket. Untuk dapat mengawasi jumlah persediaan di supermarket, maka digunakan kartu kanban. Dalam Bab II, telah dijelaskan rumus

yang digunakan, sehingga dapat dihitung jumlah kartu kanban yang digunakan adalah 32 kartu.

Tabel 4.12 Perhitungan kartu Kanban untuk YC-439S-1

YC-439S-1	
Data	
cycle time (sec)	3.55
Demand/day (pcs)	6990
Component/box (pcs)	500
Safety Stock (day)	1
Production lead time	
Setup Time (min)	5
Transportation time (min)	30
Process Time (hour)	6.89
Total Production time (day)	1.12
Kanban Card	
# Kanban card	31.43
Roundup # Kanban card	32

BAB 5 KESIMPULAN

Dalam memetakan proses perakitan YC-439S(TR) dengan menggunakan metode VSM dan kemudian di analisa, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses tanpa nilai tambah dibagi menjadi 2 yaitu:
 - a. Pemborosan akibat proses desain seperti gerakan berlebihan, perpindahan material dan lini perakitan yang tidak seimbang..
 - b. Pemborosan selama proses perakitan berlangsung yakni akibat kerusakan mesin.
2. Perbaikan yang diusulkan, yakni :
 - a. Memperbaiki tata letak workstation sehingga akan mendapatkan keuntungan sebagai berikut:
 - Penghematan area kerja sebesar 3.84 m²
 - Meningkatnya efisiensi sebesar 9.35%.
 - b. Menghilangkan dan memperbaiki proses tanpa nilai tambah dalam pergerakan proses sehingga mendapatkan penghematan sebagai berikut:
 - Proses pressing sebesar 22.60%
 - Proses packing to polybag sebesar 15.13%
 - Proses stappling sebesar 8.80%
 - Proses packing to box sebesar 0.54%
 - c. Perbaikan mesin/jig/alat penunjang dengan memperbaiki mesin press sehingga mengurangi cycle time mesin sebesar 44.28%.

Khusus untuk point 2.c perbaikan sudah diterapkan di perusahaan.

DAFTAR REFERENSI

Dennis, Pascal. *Lean Production Simplified*, Productivity Press, 2002.

Evans, James Robert. William M Lindsay. *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. Thomson/South-Western. 2005.

Liker, Jeffrey K. *The Toyota Way*, New York: McGraw-Hill Co.Inc, 2004.

Lean Expert training module by Schneider Electric

Meyers, Fred E., Stewart, James R. *Motion and Time Study for Lean Manufacturing*, Third Edition, Prentice Hall, 2002.

Monden. Yasuhiro. Op.Cit.

MTM training module by Schneider Electric.

Rother, Mike., John Shook. *Learning to See: Value Stream Mapping to create value and eliminate Muda*.

Ohno, Taichi. *Toyota Production System-Beyond Large-Scale Production*, Cambridge, Norwalk: Productivity Press, 1988.

Womack, James P., Daniel T Jones and Daniel Roos. *The Machine That Changed The World*, 1990.

<http://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm> , tanggal akses: 10 Desember 2010.