



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**IMPLEMENTASI LEAN MANUFACTURING PADA  
PROSES ASSEMBLY YC-413(WE)CMPLT**

**SKRIPSI**

**CHRISTINE VITA SARI SEMBIRING**

**0706200951**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
DESEMBER 2009**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**IMPLEMENTASI LEAN MANUFACTURING PADA  
PROSES ASSEMBLY YC-413(WE)CMPLT**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**CHRISTINE VITA SARI SEMBIRING**

**0706200951**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

**DEPOK**

**DESEMBER 2009**

ii

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama : Christine Vita Sari Sembiring**

**NPM : 0706200951**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : Desember 2009**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Christine Vita Sari Sembiring  
NPM : 0706200951  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Implementasi Lean Manufacturing Pada Proses  
Assembly YC-413(WE)CMPLT

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.Ir.T. Yuri M Zagloel, MEngSc (  )  
Penguji : Arian Dhini, ST, MT (  )  
Penguji : Ir. Amar Rachman, MEIM (  )  
Penguji : Ir. M. Dachyar, MSc (  )

Ditetapkan di : Salemba  
Tanggal : 31 Desember 2009

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. 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) Dr.Ir.T.Yuri M.Zagloel MEngSc, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Bapak dan mamak, kak Dora, bang John, kak Eva, dek Cilik dan dek Deni untuk semua doa, kebanggaan dan kepercayaan yang diberikan;
- (3) PT Merten Intec Indonesia yang telah banyak memberikan saya kelonggaran selama pengerjaan skripsi ini dan kesempatan yang telah diberikan untuk melakukan percobaan dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (4) Rekan kerjaku *Method Engineering team* Pak Fathoni, Ulus, Eko, Rifi yang bersedia membantu dalam mengerjakan skripsi ini agar terimplementasi;
- (5) Rio Sihombing yang selalu ada dan membuat hidup saya lebih berwarna serta mendukung saya untuk menyelesaikan skripsi ini, Bapak Bastian Sihombing, teman-teman DEG fadil, imam, yadi, alona, puspi, risa yang selalu membantu saya baik dalam materi maupun spirit sehingga saya dapat mendapatkan gelar S1.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Kasih berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 23 Desember 2009

Penulis

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

---

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

Nama : Christine Vita Sari Sembiring  
NPM : 0706200951  
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 Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Implementasi Lean Manufacturing Pada Proses Assembly YC-413(WE)CMPLT

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola 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 : Salemba  
Pada tanggal : 31 Desember 2009

Yang menyatakan



(Christine Vita Sari Sembiring)

## ABSTRACT

Name : Christine Vita Sari Sembiring

Department : Industrial Engineering

Title : Implementation of Lean Manufacturing in Process Assembly  
YC- 413(WE)CMPLT

Line Architecture Design Methodology is one of the tools of Lean Manufacturing to optimize production process in order to achieve the target. Achievement of the target can be done in many ways, some ways with reducing waste by operators in production area. Waste reduction done by provider jig, timeliness in 5S, working instruction, and material handling in accordance with the frequency of feeder. This paper discusses the background of lean manufacturing, especially relating to the assembly process of YC-413 (WE) CMPLT by identifying waste which exist there and to find ways to reduce them and to calculate the time savings.

Key words:

*Lean Manufacturing, LADM, waste*

## ABSTRAK

Nama : Christine Vita Sari Sembiring

Program Studi : Teknik Industri

Judul : Implementasi Lean Manufacturing Pada Proses Assembly  
YC-413(WE)CMPLT

*Line Architecture Design Methodology* merupakan salah satu *tools* dari *lean manufacturing* untuk mengoptimalkan proses produksi agar mencapai target yang ditentukan. Pencapaian target dapat dilakukan dengan banyak cara, beberapa cara yaitu mengurangi waste yang dilakukan oleh operator dalam produksi. Pengurangan waste tersebut dilakukan dengan penyediaan jig, ketepatan waktu dalam 5S, *working Instruction*, dan *material handling* yang sesuai dengan frekuensi jalan *feeder*. Karya tulis ini membahas latar belakang lean manufacturing terutama yang berkaitan dengan proses assembly YC-413(WE)CMPLT dengan mengidentifikasi *waste* yang terdapat pada proses tersebut dan melakukan analisis untuk menguranginya serta menghitung penghematan waktu yang didapat.

Kata kunci:

*Lean Manufacturing, LADM, waste*

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah .....	3
1.3. Perumusan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Batasan Permasalahan .....	4
1.6. Metodologi Penelitian .....	4
1.7. Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>8</b>
2.1. Sejarah Lean Manufacturing .....	8
2.2. Pengertian Waste .....	10
2.3. Method Time Measurement (MTM) .....	13
2.4. LADM .....	19
2.4.1. Data .....	14
2.4.2. Takt Time Reference .....	14
2.4.3. Assembly Chronology .....	14
2.4.4. Differentiation Tree .....	15
2.4.5. Processus Analysis .....	15
2.4.5.1. Elementary Operation .....	15
2.4.5.2. Time Reference .....	15
2.4.6. Process Architecture .....	17
2.4.7. Methodology dan SPS Rules .....	18
2.4.8. Line Architecture Flow .....	18
2.4.9. Material Providing and handling .....	19

<b>BAB 3 PENGUMPULAN DATA .....</b>	<b>21</b>
3.1. Gambaran Umum PT. Merten Intec Indonesia .....	21
3.1.1. Sejarah Perusahaan .....	21
3.1.2. Departemen Produksi .....	21
3.1.3. Tahapan Proses Assembly YC-413(WE)CMPLT .....	22
3.2. Standard Waktu Kerja Dalam Proses Assembly .....	23
3.3. Identifikasi Waste pada Proses Assembly .....	32
3.3.1. Waste Akibat Proses Design .....	33
3.3.2. Waste yang Terjadi Pada Proses Assembly Berlangsung .....	34
<b>BAB 4 PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>37</b>
4.1. Analisa Data dan Gambaran Kondisi Aktual .....	37
4.2. Analisa Pengurangan Waste .....	37
4.2.1. Analisa Pengurangan Waste Akibat Proses Design .....	38
4.2.1.1. Customer Demand .....	38
4.2.1.2. Organization .....	39
4.2.1.3. Takt Time .....	40
4.2.1.4. Assembly Chronology .....	40
4.2.1.5. Elementary Operation .....	40
4.2.1.6. Process Architecture .....	40
4.2.1.7. Line Architecture Flow .....	43
4.2.1.8. Material Providing and Handling .....	44
4.2.2. Analisa Pengurangan Waste Pada Proses Assembly ...	46
4.3. Rangkuman Analisis Pengurangan Waste .....	52
<b>BAB 5 KESIMPULAN .....</b>	<b>54</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Produk YC-413(WE)CMPLT .....	2
Gambar 1.2	Diagram Keterkaitan Masalah .....	3
Gambar 1.3	Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	6
Gambar 2.1	Lima Prinsip Lean .....	8
Gambar 2.2	Standard Time pada Manual Assembly .....	15
Gambar 3.1	Process Assembly YC-413(WE)CMPLT .....	23
Gambar 3.2	Standard Time pada Manual Assembly .....	32
Gambar 3.3	Elementary Operation Process Assembly YC-413(WE)CMPLT .....	34
Gambar 3.4	Pie Chart Waste September 2009 .....	36
Gambar 4.1	Assembly Chronology 413 .....	40
Gambar 4.2	Process Architecture 413 .....	41
Gambar 4.3	Line Balancing .....	42
Gambar 4.4	Elementary Operation setelah Line Balancing .....	42
Gambar 4.5	Line Architecture Flow .....	44
Gambar 4.6	Jig Rusak .....	46
Gambar 4.7	Jig Testing 413 .....	47
Gambar 4.8	Cara Kerja Water Spider .....	49

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Form Analisa Gerakan dan Kode .....	13
Tabel 3.1	Hasil MTM WS-1 .....	24
Tabel 3.2	Hasil MTM WS-1 Lanjutan .....	25
Tabel 3.3	Hasil MTM WS-2 .....	26
Tabel 3.4	Hasil MTM WS-3 .....	27
Tabel 3.5	Hasil MTM WS-4 .....	28
Tabel 3.6	Hasil MTM WS-5 .....	29
Tabel 3.7	Hasil MTM WS-6 .....	29
Tabel 3.8	Hasil MTM WS-6 Lanjutan .....	30
Tabel 3.9	Hasil MTM WS-6 Lanjutan .....	31
Tabel 3.10	Hasil MTM WS-6 Lanjutan .....	32
Tabel 3.11	Kode Waste .....	35
Tabel 3.12	Waste yang terjadi pada September 2009 .....	35
Tabel 4.1	Standard Waktu Proses Assembly YC-413(WE)CMPLT .....	37
Tabel 4.2	Data Customer Demand 2009 .....	38
Tabel 4.3	Plant Production Organization .....	39
Tabel 4.4	Takt Time 413 .....	39
Tabel 4.5	Surface Saving .....	43
Tabel 4.6	Operator Saving .....	43
Tabel 4.7	Hasil MPH Proses Assembly YC-413(WE)CMPLT .....	45
Tabel 4.8	Rangkuman Waste .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel MTM-1 .....	56
Lampiran 2	Form Hourly Output .....	58
Lampiran 2	Working Instruction .....	59



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Masalah

Menurut Covey (2004), dunia sekarang ini mengalami perubahan yang sangat drastis. Ketidakpastian dan persaingan yang begitu ketat, membuat bangsa yang tidak cerdas akan ditindas oleh bangsa yang lebih pintar, secara langsung atau tidak langsung. Dalam dunia industri juga terjadi pergeseran paradigma, suatu istilah yang dipopulerkan oleh Kuhn dalam bukunya *The Structure of Scientific Revolution* (1962). Bergeser dari system tradisional – organisasi adalah hirarki – yang sangat terpaku pada urutan kedudukan dalam organisasi dimana para karyawan bermental “ tabel organisasi”, selalu berpatokan pada jenjang kedudukan, divisi, departemen dan jabatan fungsional lainnya, sekarang bergeser menjadi sistem modern – organisasi adalah proses – merupakan suatu urutan bagaimana mengubah penawaran (*quote*) menjadi uang, *quote to cash*. Manajemen berkonsentrasi memikirkan bagaimana cara mengelola proses agar bisa mengalir tanpa halangan dengan efisien, dan berusaha untuk mengurangi waktu penyerahan (*lead time*).

Sangat penting untuk diingat adalah makin cepat *lead time*, makin kompetitif sebuah perusahaan. Perusahaan yang bisa memuaskan pelanggannya dengan dapat mengirimkan produk lebih cepat dibandingkan pesaingnya akan bertahan, sebaliknya akan tersingkir.

Konsep Lean manufacturing, yang banyak diadopsi oleh perusahaan-perusahaan di dunia dewasa ini, membantu manajemen dalam mengupayakan agar – *quote to cash* paradigm – ini dapat terlaksana dengan baik. Setiap proses perlu dilihat lebih detail, proses yang tidak memberikan nilai tambah (*value added*) bagi pelanggan dikurangi, kalau bisa dihilangkan. Pemborosan (*waste*) yang bisa dikatakan bertebaran di setiap proses harus segera dieliminasi. Pemborosan menurut *Toyota Production System* dibagi menjadi 7 pemborosan atau dikenal sebagai *7 waste*. 7 pemborosan ini meliputi :

1. Kelebihan produksi / *overproduction*

2. Menunggu / *waiting*
3. Transportasi / *transportation*
4. Kelebihan proses / *extra processing*
5. Persediaan / *inventory*
6. Pergerakan yang tidak diperlukan / *motion*
7. Produk cacat / *rework*

PT. Merten Intec Indonesia adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang *electrical* yang menghasilkan product *switch* dan *socket outlet*. Setelah bergabung dengan Schneider Electric pada tahun 2006 bergabung dengan, PT Merten Intec Indonesia mengenal dan mempelajari *lean manufacturing* serta menerapkannya sebagai sistem produksi. Produk YC-413(WE)CMPLT adalah salah satu socket yang paling tinggi penjualan yaitu 2 juta *socket* per tahun.

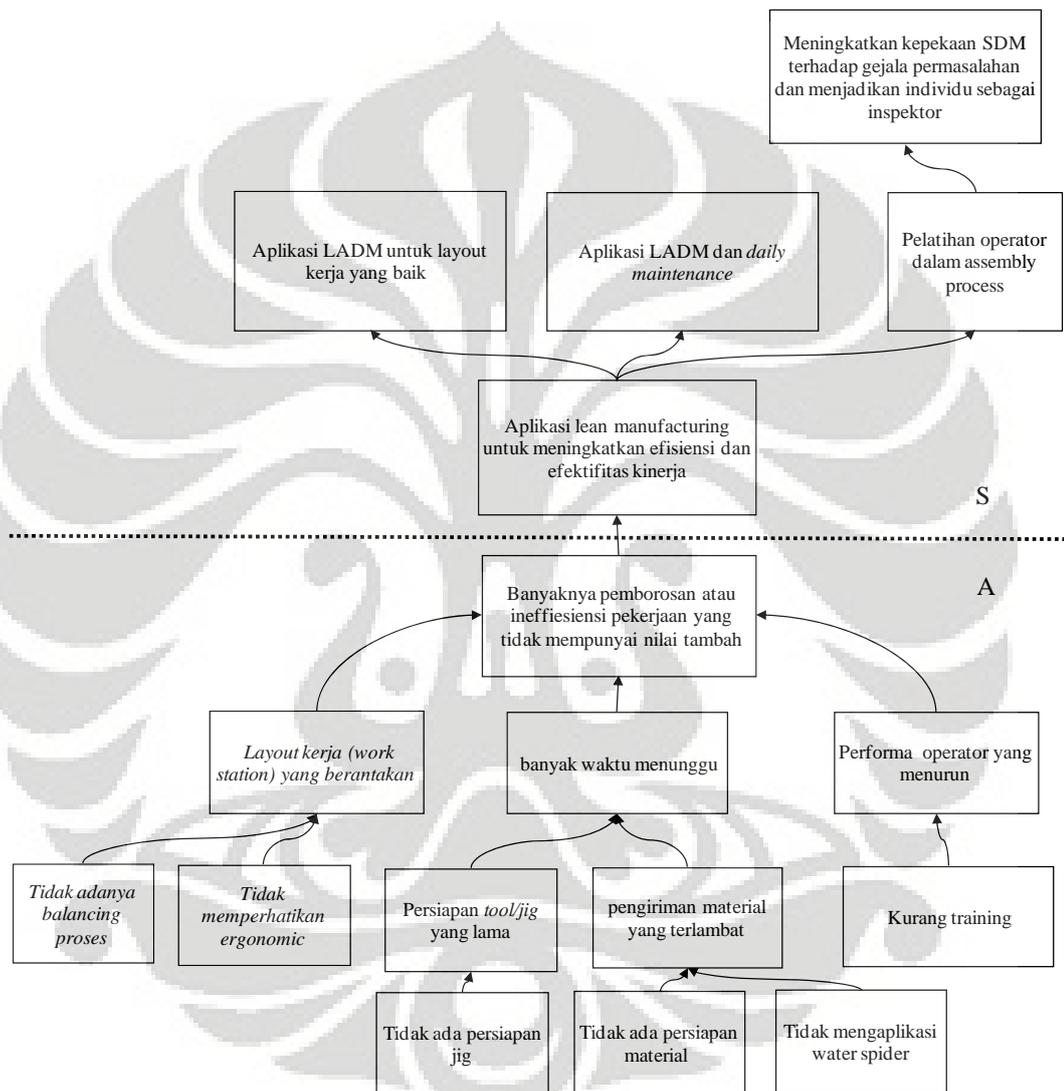


Gambar 1.1 Produk YC-413(WE)CMPLT

Dari data KE bulan September 2009, Koefisiensi efisiensi atau efisiensi pada proses assembly YC-413(WE)CMPLT hanya berkisar antara 30% sampai 60%. Permasalahan yang terjadi di lapangan adalah terjadinya ineffisiensi pada proses assembly yang disebabkan oleh banyaknya aktifitas *non value added* (*waste*) seperti waktu terbuang karena menunggu material, jig yang rusak, *rework* produk rusak dan *waste* yang terjadi yang diakibatkan oleh *design work station* yang tidak *ergonomic*. Perusahaan ingin menghilangkan waste pada lini produksi dan meningkatkan efisiensi agar proses produksi dapat berjalan lebih cepat, lebih

responsif terhadap permintaan pelanggan, dan lebih efisien. Adapun penelitian ini akan berfokus pada pengidentifikasi waste pada proses assembly YC-413(WE)CMPLT dengan implementasi *lean manufacturing*.

## 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah



**Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah**

### 1.3 Perumusan Masalah

Penelitian ini ditujukan untuk melakukan analisis terhadap *waste* yang terjadi pada proses assembly YC-413(WE)CMPLT dengan mengaplikasikan *Lean manufacturing*. Hal ini juga bermanfaat untuk mengetahui seberapa besar nilai tambah (*value added*) yang ada dan mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses assembly kemudian bagaimana menguranginya dan seberapa besar penghematan yang didapatkan.

### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi dan menganalisa penyebabnya
2. Mengetahui aktifitas yang memberikan nilai tambah dan atau yang tidak bernilai tambah
3. Menghitung penghematan waktu yang didapatkan.

### 1.5 Batasan Masalah

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

1. Area penelitian dibatasi pada proses assembly YC-413(WE)CMPLT
2. Penelitian ini hanya mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses assembly YC-413(WE)CMPLT.

### 1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian adalah:

1. Mengidentifikasi masalah  
Bagaimana meningkatkan produktifitas pada proses assembly YC-413(WE)CMPLT dengan mengurangi pemborosan (*waste*) 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 tahapan proses lean manufacturing, dilakukan pengumpulan data awal mengenai kondisi actual dari aktifitas pada proses *assembly* yang dilakukan dengan metoda *time study* (MTM).

5. Analisa data

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

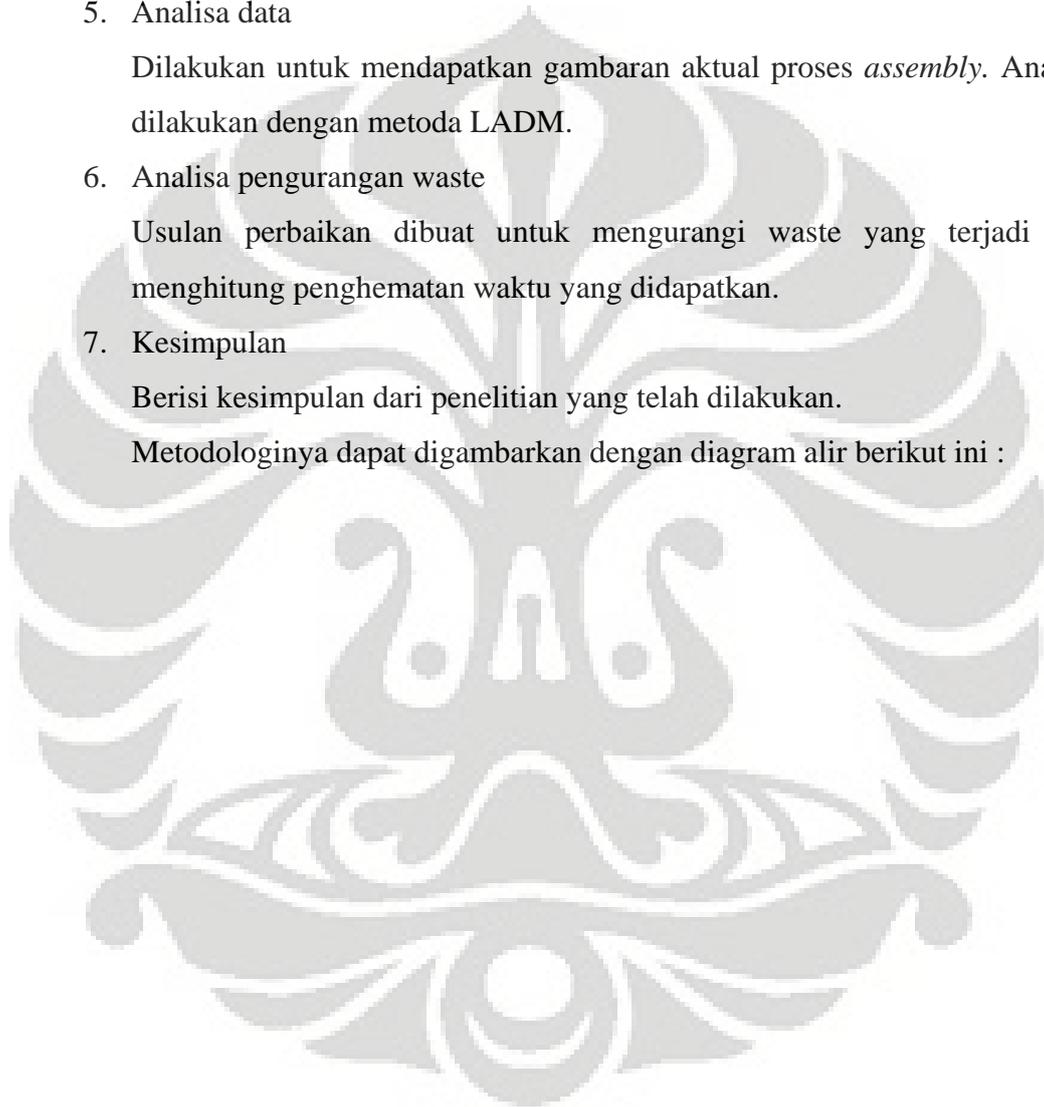
6. Analisa pengurangan waste

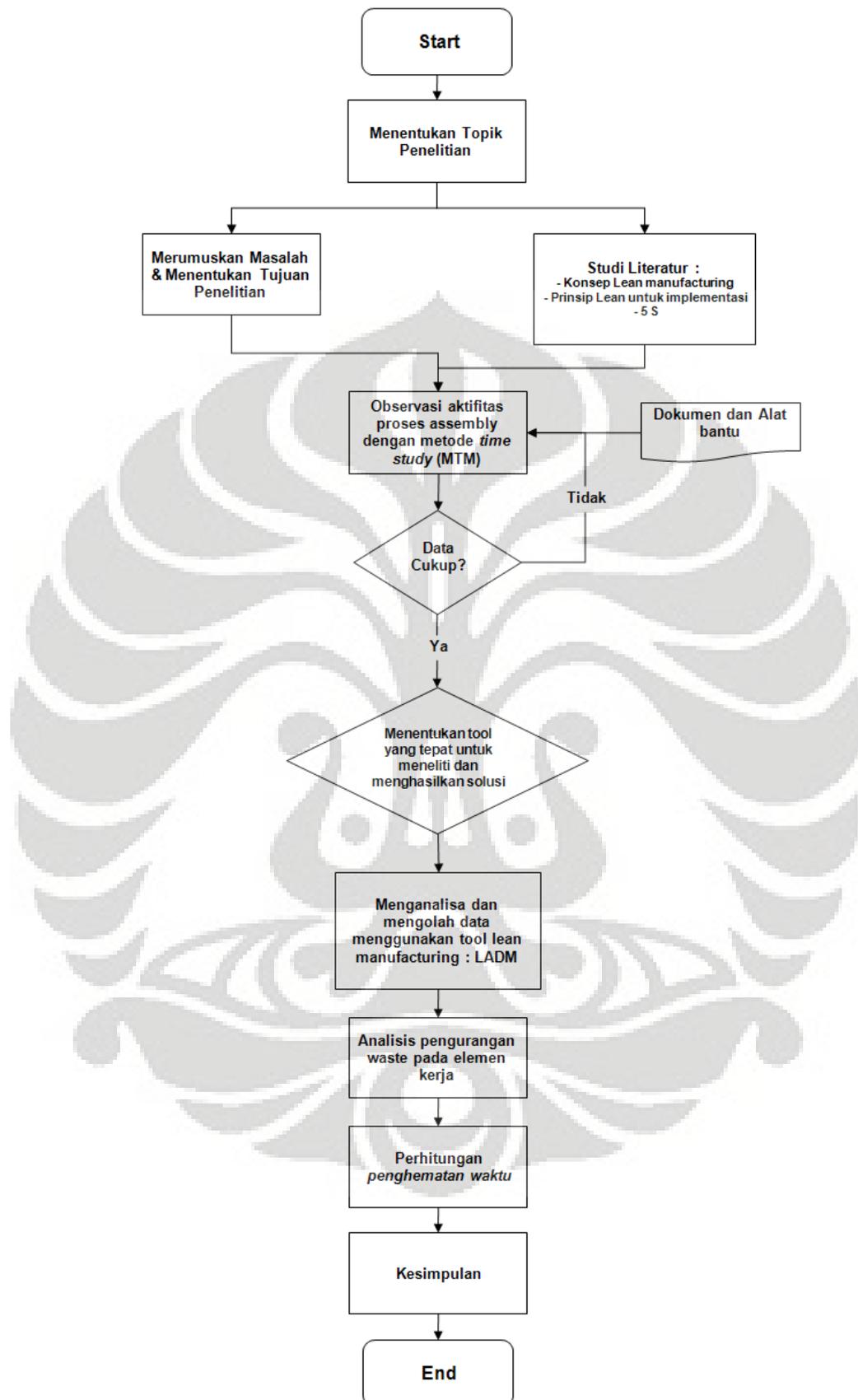
Usulan perbaikan dibuat untuk mengurangi waste yang terjadi dan menghitung penghematan waktu yang didapatkan.

7. Kesimpulan

Berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

Metodologinya dapat digambarkan dengan diagram alir berikut ini :





**Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian**

## 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 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 Landasan Teori berisi penjelasan tentang teori *lean manufacturing*, konsep dan sejarahnya, pengertian *waste*, serta metode pengumpulan data.

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

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

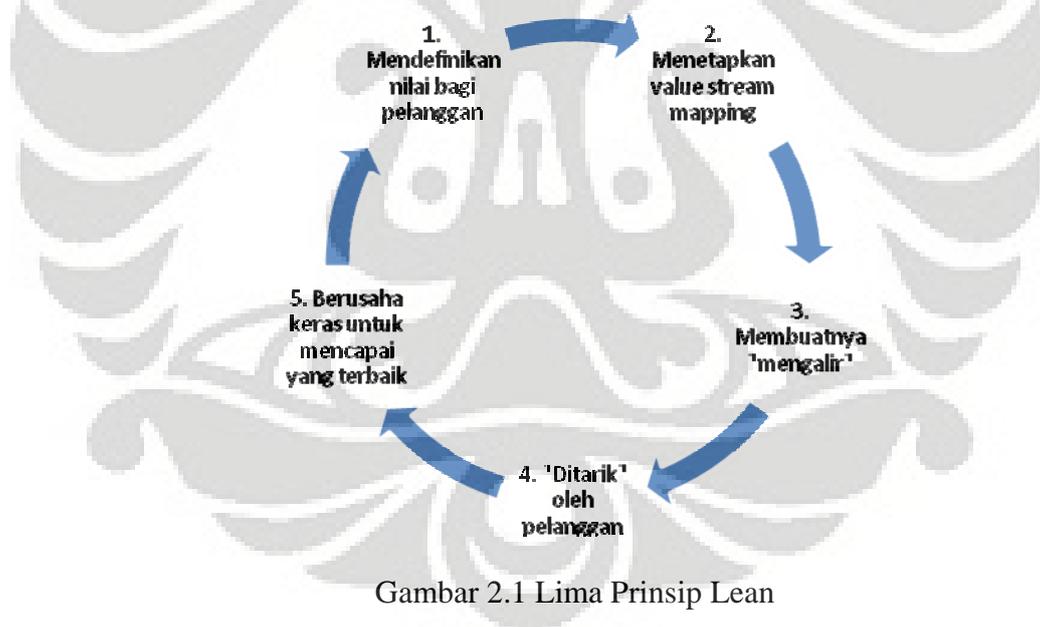
Dan pada Bab terakhir yaitu Bab Kesimpulan akan menjelaskan kesimpulan yang didapatkan oleh penulis setelah melakukan penelitian ini. Hasil-hasil yang dicapai, permasalahan dan solusinya dan analisa yang telah dilakukan akan dirangkum menjadi satu dalam bab ini.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 1.1 Sejarah Lean Manufacturing

<sup>1</sup>Lean manufacturing adalah suatu konsep produksi dimana semua orang bekerja sama untuk menghilangkan pemborosan (waste). <sup>2</sup>Seperti terlihat pada gambar 2.1, Lean manufacturing didefinisikan sebagai suatu proses yang terdiri dari lima langkah. Untuk menjadi sebuah perusahaan manufaktur yang *lean* diperlukan suatu pola pikir yang terfokus pada membuat produk mengalir melalui proses penambahan nilai tanpa interupsi (*one piece flow*), suatu sistem “tarik” yang berawal dari permintaan pelanggan, dengan hanya menggantikan apa yang diambil oleh proses berikutnya dalam interval yang singkat, dan suatu budaya di mana semua orang berusaha keras melakukan peningkatan secara terus-menerus.



Gambar 2.1 Lima Prinsip Lean

<sup>1</sup> Motion and Time Study for Lean Manufacturing, Third Edition, Fred E. Meyers and James Stewart, 2002, Prentice Hall, hal 1

<sup>2</sup> <http://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>

Konsep *lean manufacturing* merupakan pengembangan dari Toyota Production System dimulai pertama kali oleh Henry Ford, orang pertama yang benar-benar mengintegrasikan seluruh proses produksi. Pada tahun 1913 ia menciptakan konsep *interchangeable parts*, dengan standard kerja dan sistem *conveyor* yang kita sebut dengan aliran produksi. Henry Ford dan tangan kanannya Charles E. Sorensen menciptakan strategi manufaktur yang sangat sukses yang kemudian menjadi trend di seluruh dunia. Mereka mengatur pekerja, mesin, tool, produk menjadi sebuah sistem untuk membuat mobil model T.

Permasalahan dengan sistem Ford bukanlah aliran produksi. Ford mampu mengubah persediaan dari seluruh perusahaan setiap beberapa hari. Sebaliknya itu adalah ketidakmampuan untuk menyediakan produk beragam warna. Model T bukan hanya terbatas pada satu warna. Model T juga terbatas pada satu spesifikasi sehingga semua Model T chassis pada dasarnya identik dengan akhir produksi pada tahun 1926. Ini menggambarkan bahwa setiap mesin di Ford hanya memproduksi satu jenis produksi saja tidak ada proses pergantian tool (*change overs*). Ketika dunia ingin variasi warna, model dan penambahan fasilitas baru Ford seperti halnya kehilangan jalannya. Alfred P. Sloan dari General Motors mampu menjawab tantangan tersebut. 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, skala ekonomi, dan peralatan besar untuk memproduksi komponen sebanyak mungkin dengan harga semurah mungkin, pasar Toyota setelah perang di Jepang merupakan pasar yang kecil. Toyota juga harus membuat beragam kendaraan dalam jalur perakitan yang sama untuk memuaskan pelanggannya. Oleh karena itu, kunci operasi mereka adalah fleksibilitas. Hal ini membantu Toyota menghasilkan suatu penemuan penting:

Bila anda memperpendek lead time dan memusatkan perhatian untuk memfleksibelkan jalur produksi, anda akan memperoleh kualitas yang lebih tinggi, respons terhadap konsumen yang lebih cepat, produktivitas yang lebih tinggi, dan pemanfaatan peralatan dan ruangan yang lebih baik.

Pada tahun 1990, James Womack menulis buku yang berjudul “The Machine That Change The World” yang berisi penelitian pengembangan industri manufaktur otomotif di Jepang, Amerika dan Eropa, dan menelurkan istilah baru *Lean Manufacturing*, yang menarik perhatian praktisi manufaktur di banyak negara. Istilah yang sekarang ini sudah biasa kita dengar.

## 1.2 Pengertian Waste

<sup>3</sup>Waste adalah semua aktifitas yang tidak bernilai tambah, waste atau muda (dalam bahasa Jepang) adalah setiap aktivitas yang tidak bernilai tambah yang pelanggan tidak mau membayarnya. Misalnya pada proses pembuatan socket, pelanggan berkenan membayar untuk biji plastik (granulat) yang dimasukkan ke mesin injection, lama pemakaian mesin, tenaga kerja yang dipakai dan proses assembly karena aktivitas tersebut merupakan aktivitas yang memberikan nilai tambah. Tetapi pelanggan tidak mau membayar untuk waktu tunggu, pekerjaan ulang, persediaan yang berlebihan karena aktivitas tersebut tidak memberi nilai tambah dan jika dihilangkan tidak akan mempengaruhi proses. Di dalam penelitian ini, perusahaan menggunakan istilah *Red* untuk aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*waste*) dan *Green* untuk aktivitas yang memberikan nilai tambah.

Ohno seperti halnya Womack dan Jones mengelompokkan *waste* dalam 7 kategori (Ohno, 1988; Womack dan Jones, 2003) menyatakan 7 *waste* utama dalam Toyota Production System yaitu :

1. *Waste of over production*

Memproduksi lebih banyak dari yang diminta atau lebih awal dari yang diinginkan. Sehingga inventori meningkat

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

---

<sup>3</sup> Lean Production Simplified, Pascal Dennis, 2002, Productivity Press, hal. 20

Waktu yang lama digunakan untuk menunggu bahan baku, menunggu proses berikutnya, mesin *downtime*, operator yang sedang mengerjakan pekerjaan lain, sehingga waktu penyerahan (*lead time*) bertambah lama

3. *Waste in transportation*

Alur (*flow*) yang berlebihan dari orang, informasi atau material, sehingga banyak waktu, tenaga serta biaya yang terbuang

4. *Waste of processing itself*

Penggunaan alat, prosedur, atau sistem yang selalu berlebihan, padahal dengan cara yang lebih sederhana bisa dilakukan dengan lebih efektif.

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

Penyimpanan barang (*inventory*) yang berlebihan dan penundaan pengiriman, sehingga mengakibatkan biaya penyimpanan lebih besar dan pelayanan yang buruk pada pelanggan

6. *Waste of movement*

Penataan area kerja yang kurang baik, tidak mengikuti kaidah-kaidah ergonomis, menyebabkan karyawan bekerja tidak nyaman, tidak aman serta cepat lelah. Yang berujung pada menurunnya kualitas produk.

7. *Waste of making defective products*

Masalah kualitas produk, buruknya performa *delivery (delivery performance)*, kesalahan administrasi merupakan contoh-contohnya.

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

### 1.3 *Method Time Measurement (MTM)*

<sup>4</sup>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

---

<sup>4</sup> Motion and Time Study for Lean Manufacturing, Third Edition, Fred E. Meyers and James Stewart, 2002, Prentice Hall, hal 131

dari suatu operasi kerja industri yang direkam dalam film. <sup>5</sup>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 ada.

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, 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)

---

<sup>5</sup> MTM training module by Schneider Electric



*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.

#### **2.4.1 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 untuk kemudian digunakan sebagai bahan perancangan organisasi perusahaan. Data permintaan pelanggan yang digunakan adalah data permintaan pelanggan yang paling banyak dalam satuan waktu (*Cmax*)

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.

#### **2.4.2 Takt Time Reference**

Dasar yang paling penting dalam penerapan lean adalah *takt time*.<sup>6</sup>*Takt time* yaitu rasio waktu kerja yang tersedia terhadap volume produksi yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pelanggan.

#### **2.4.3 Assembly Chronology**

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

1. Untuk mengontrol rute atau urutan assembly suatu produk

---

<sup>6</sup> An Introduction to Six Sigma & Process Improvement, First Edition, James Robert Evans and William M. Lindsay, 2005, Thomson/South-Western

- Untuk menggambarkan kronologi suatu produk dalam rangka membangun *differentiation tree*

#### 2.4.4 Differentiation Tree

Menampilkan varian yang nampak dan terjadi dalam tiap proses. Dampak adanya *differentiation tree* dalam arsitektur adalah :

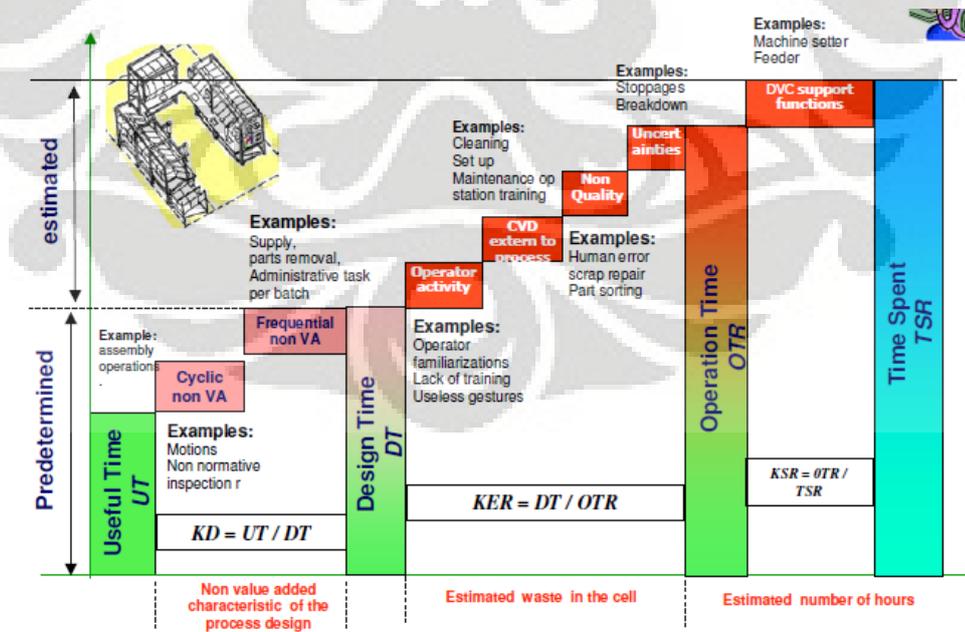
- Mengurangi stock, jumlah, dan biaya
- Mengurangi *investment (tool, jigs)*
- Mengurangi *change over*
- Mengurangi jumlah varian dalam stasiun kerja
- Aliran produksi sangat sederhana

#### 2.4.5 Processus Analysis

##### 2.4.5.1 Elementary Operation

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

##### 2.4.5.2 Time Reference



Gambar 2.2 Standard Time pada Manual Assembly

### 1. *Design Time (DT)*

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

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

Aplikasi DT antara lain :

- Untuk menyeimbangkan *line* dengan menetapkan jumlah output minimum
- Untuk mengukur waste 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 *waste* 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 *waste*

Aplikasi OTR antara lain :

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

### 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 *cell* 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 ketuntasan fungsi pendukung waktu DVC.

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

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

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

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

#### 2.4.6 *Processus Architecture*

Proses yang optimal adalah menanggapi permintaan pelanggan (*Takt Time*) dengan organisasi dan efisiensi yang optimal (IE), 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, WIP, *stock*, 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 *station* yang dekat. Dengan demikian efisiensi semakin besar.

Dalam mendorongnya upaya waste dapat keluar dari line, harus dimengerti proses yang harus diprioritaskan untuk dilakukan perubahan. Prioritas utama yang harus didahulukan adalah dengan cara meningkatkan *cell* dalam produksi tersebut kemudian meningkatkan aliran (*flow*) yang berada di sekitar *cell* produksi, dan yang terakhir adalah peningkatan dari keseluruhan dari *supply chain*. Untuk dapat

meminimalkan pergerakan operator yang merupakan *waste* 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.

#### 2.4.7 Metodologi dan SPS Rules

Schneider memiliki metodologi tersendiri dalam menentukan kebijakan-kebijakan untuk line produksinya. Kebijakan-kebijakan itu diatur di dalam Schneider untuk line produksinya. Kebijakan-kebijakan itu diatur di dalam Schneider Production System (SPS).

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

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

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

Elastisitas yang di perbolehkan adalah sebesar 30%.

$$Number\ of\ Operations = Resources \times Elasticity \quad (1.3) \quad (2.3)$$

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

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

#### 2.4.8 Line Architecture Flow

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

### 2.4.9 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 layout

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

- *Bill of material* dan *work instruction*  
Kedua hal ini diperlukan untuk mengidentifikasi semua komponen yang diperlukan di stasiun kerja
- Tipe *container*
- Ukuran *container*
- Petunjuk untuk keamanan dan *ergonomic*  
Memeriksa kekonsistenan di antara ukuran *container* dan area yang tersedia di *station* (lebar, tinggi)
- Kapasitas maksimum :  $C_{max}$
- Frekuensi *supply* berdasarkan aturan SPS misal 20 menit < frekuensi < 480 menit
- Jumlah komponen yang digunakan per siklus
- Jumlah yang sebenarnya per *container*
  - Mendefinisikan jumlah minimum dari komponen untuk menghindari kekurangan persediaan = otonomi *container*
  - Memeriksa kekonsistenan antara ukuran *container* 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 :

- Tidak ada kekurangan persediaan
- Mengoptimalkan *inventory* dan area

- o Menerapkan konsep Kanban dengan dua container per komponen (*full box, empty box*) di stasiun kerja
- o Mengirimkan *container* yang baru setelah kekurangan stock agar tidak terjadi kekurangan pada saat pengiriman komponen, dapat dilakukan perhitungan jumlah komponen per *container* dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Quantity} = \frac{(C_{max} \times n)(2 \times F)(1 + S)}{(N-1)} \quad (2.7)$$

Keterangan :

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

## **BAB III**

### **PENGUMPULAN DATA**

#### **3.1 Gambaran Umum PT. Merten Intec Indonesia**

##### **3.1.1 Sejarah Perusahaan**

PT. Merten Intec Indonesia adalah sebuah perusahaan penanaman modal asing yang berlokasi di Jl. Sulawesi I Blok E6 MM 2100 Industrial Town Cibitung, Bekasi, Jawa Barat. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1906 di Jerman dengan nama Merten GmbH & Co. KG. Dengan produk awal berupa isolator listrik. Dengan berkembangnya teknologi, berbagai macam produksi pun berhasil diproduksi. Pabrik di Jakarta mulai beroperasi pada tahun 1997, dan bergerak di bidang manufaktur produk-produk plastik untuk peralatan listrik. Terutama untuk saklar (switch), stop kontak (socket) untuk rumah tangga, perkantoran, mall, perhotelan serta gedung bertingkat.

Pada tahun 2006 bertepatan dengan perayaan 100 tahun usia perusahaan, perusahaan ini diambil alih oleh Schneider Electric. Pengambil alihan ini membuat PT Merten Intec Indonesia menjadi lebih kuat dengan adanya infrastruktur yang sudah mapan dari perusahaan induk.

##### **3.1.2 Departemen Produksi**

Untuk memenuhi permintaan pasar, PT Merten memiliki 2 departemen yang terdiri dari :

###### **1. Departemen Injection**

Dimana departemen ini memproduksi berbagai bentuk plastic part, dari bermacam-macam jenis plastic seperti : Polycarbonate (PC), Polyamide (PA), Polypropylene (PP) dan lain-lain. Hasil produksi bagian ini sesuai dengan spesifikasi yang ada dituntut mempunyai kepresisian yang tinggi, serta visual yang harus bagus karena 80% nya merupakan produk yang langsung terlihat oleh pelanggan (visual part). Hasil dari injection akan dikirimkan ke departemen assy untuk proses selanjutnya.

## 2. Departemen Assembly

Departemen ini merupakan akhir dari seluruh proses yaitu membuat produk sampai jadi sesuai dengan spesifikasi dari customer. Departemen assembly memiliki 16 line assembly yang memproduksi socket dan switch. Sistem produksi yang berlaku pada assembly department adalah *make to order* (MTO) yaitu membuat produk jika ada order dari customer dan hanya memproduksi sesuai dengan order tersebut.

### 3.1.3 Tahapan Proses Assembly YC-413(WE)CMPLT

Proses pembuatan YC-413(WE)CMPLT memiliki 6 stasiun kerja yang bekerja secara berurutan. Setiap tahapan memiliki proses yang berbeda yaitu:

#### 1. *Work station 1*

Proses penggabungan antara komponen *base* dengan *contact* dan *netral terminal*

#### 2. *Work station 2*

Proses penggabungan antara hasil WS 1 dengan komponen *looping contact*

#### 3. *Work station 3*

Proses penggabungan antara hasil WS 2 dengan komponen *cover*

#### 4. *Work Station 4*

Adalah proses pengencangan hasil WS 3

#### 5. *Work station 5*

Proses pengetesan apakah komponen metal telah terpasang semua, dan fungsi *socket*

#### 6. *Work station 6*

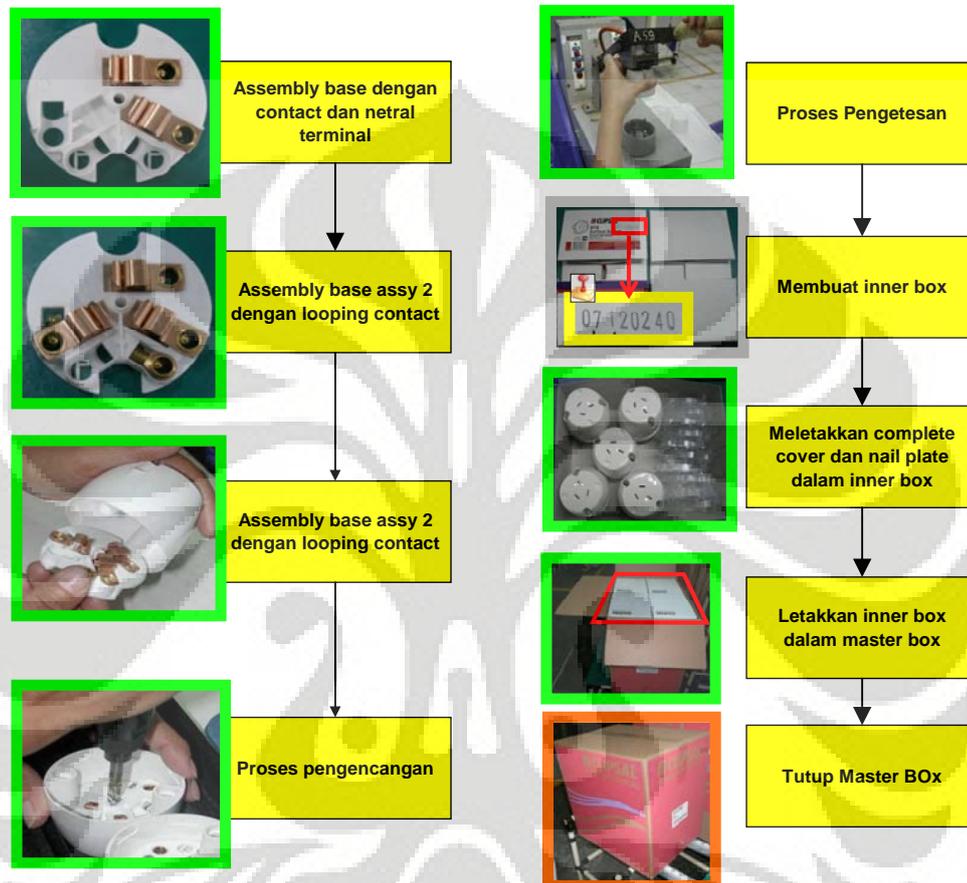
Terdiri dari 2 proses yaitu :

1. Proses *labeling inner box* yaitu proses pengidentifikasi nomor *batch* pada *inner box*

2. Proses pengepakan dimana setelah produk ditest fungsi dan kelengkapan komponen metal, produk dimasukkan ke kardus kecil yang disebut *inner box* beserta komponen *nail plate*. Setelah sepuluh produk

dimasukkan, *inner box* selanjutnya dimasukkan ke *master box* dalam jumlah 200 *socket/box*

Adapun proses *assembly* YC-413(WE)CMPLT dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Proses assembly YC-413(WE)CMPLT

### 3.2 Standard Waktu Kerja dalam Proses Assembly

Untuk mendapat standard waktu kerja dalam proses assembly didapat melalui observasi video dari aktifitas proses assembly yang dilakukan oleh operator. Tujuannya untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya sehingga dapat diketahui metoda kerja operator secara detail dalam mengassembly produk tersebut. Langkah kerja yang dilakukan dalam pengukuran standard waktu kerja :

1. Melakukan pengambilan video aktivitas proses assembly yang terjadi pada enam *work station*

2. Melakukan proses pengukuran antara jarak pengambilan produk dari kotak material hingga tempat proses assembly dilakukan.
3. Melakukan analisa MTM berdasarkan *motion* (pergerakan) yang dilakukan oleh operator dalam melakukan pekerjaan, baik yang dikerjakan dengan tangan kiri maupun tangan kanan yang dilakukan oleh operator kemudian dimasukkan ke dalam software MTM untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengassembly produk tersebut.

Data dari hasil observasi lapangan didapatkan bahwa waktu proses assembly pada WS1 – WS6 adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Hasil MTM WS-1

1 Take Base						57,9 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
Evakuasi <i>Complete Assy 1</i>	M30B		13,2	(R-E)	Tangan mendekati base	
Melepaskan <i>Complete Assy 1</i>	(RL1)		8,4	R10C	Mengarahkan tangan ke base	
Tangan mendekati base	(R-E)		2,0	G1A	Mengambil base	
Mengarahkan tangan ke base	R10B		6,6	(G2)	Memutar posisi base	
Mengambil base	(G1A)		10,5	M20B	Memindahkan base ke meja kerja	
Memindahkan base ke meja kerja	M5B		4,4	(RL1)	Melepaskan base	
Melepaskan base	RL1		2,0	G1A	Memegang base	
Memegang base	(G1A)		4,4	M5B	Membalikkan posisi base	
Membalikkan posisi base	M5B		4,4	(RL1)	Melepaskan base	
Melepaskan base	RL1		2,0			
2 Put Contact & Netral Terminal						56,5 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
Melepaskan base	(RL1)		5,9	R5C	Mengarahkan tangan ke terminal netral	
Tangan mendekati terminal looping	(R-E)		9,1	G4B	Mengambil terminal netral	
Mengarahkan tangan ke terminal looping	R5C		5,9	(R-E)	Tangan mendekati base	
Mengambil terminal looping	G4B		9,1	(R10B)	Mengarahkan tangan ke base	
Mengangkat terminal looping	M-B			G5	Menyentuh base	
Memindahkan terminal looping ke base	M2C		2,0	M2B	Memutar posisi base	
Memasukkan terminal looping ke base	P1SSE		9,1	(M-B)	Menyesuaikan posisi lubang base	
Melepaskan tangan	RL1		2,0	M2C	Memindahkan terminal netral ke base	
Menyentuh	(G5)		9,1	P1SSE	Memasukkan terminal looping ke base	
Memindahkan hasil assy 1 ke stasiun berikutnya	M5B		4,4	(RL1)	Melepaskan tangan	

Tabel 3.2 Hasil MTM WS-1lanjutan

1 Evacuate base box						95,7 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
			3,9	R5B	Mengarahkan tangan menuju box kosong	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			8,9	M15B	Mengeluarkan box kosong	
			13,2	M30B	Menaruh box kosong ke area box kosong	
			5,4	T90S	Memutar posisi box kosong	
			2,0	RL1	Melepaskan box	
			11,6	R30E	Memosisikan tangan	
			12,8	R30B	Mengarahkan tangan menuju box baru	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			21,0	M40C1.5	Menarik box ke depan	
			5,6	P1SE	Mempisikan box ke tempatnya	
			7,4	M13A	Memindahkan box ke posisi fix	
				/G2/	Menyesuaikan tangan	
				RL2	Melepaskan tangan	
2 Evacuate terminal box						95,7 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
			3,9	R5B	Mengarahkan tangan menuju box kosong	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			8,9	M15B	Mengeluarkan box kosong	
			13,2	M30B	Menaruh box kosong ke area box kosong	
			5,4	T90S	Memutar posisi box kosong	
			2,0	RL1	Melepaskan box	
			11,6	R30E	Memosisikan tangan	
			12,8	R30B	Mengarahkan tangan menuju box baru	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			21,0	M40C1.5	Menarik box ke depan	
			5,6	P1SE	Mempisikan box ke tempatnya	
			7,4	M13A	Memindahkan box ke posisi fix	
				/G2/	Menyesuaikan tangan	
				RL2	Melepaskan tangan	

Tabel 3.3 Hasil MTM WS-2

1 Take Base Assy 2						24,9 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
Evakuasi <i>Complete Assy 2</i>	M20B		10,5	(R-E)	Tangan dalam posisi bebas	
Melepaskan	(RL1)		3,9	R5B	Mengarahkan tangan ke base	
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		10,5	G5	Menyentuh base	
				M20B	Memindahkan posisi base ke meja kerja station 2	
2 Take Looping Contact						58,5 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
Memutar posisi base	M5B		4,4	(R-E)	Tangan dalam posisi bebas	
Melepaskan tangan	(RL1)		5,9	R5C	Mengarahkan tangan ke	
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		9,1	G4B	Mengarahkan tangan ke looping contact	
Mengarahkan tangan ke looping contact	R5C		5,9	(R-E)	Tangan dalam posisi bebas	
Mengambil looping contact	G4B		9,1	(R10B)	Mengarahkan tangan ke base	
Memindahkan looping contact mendekati base	M-B			G5	Menyentuh base	
Memindahkan looping contact ke base	M2C		2,0	M2B	Memutar posisi base	
Memasukkan looping contact ke dalam base	P1SSE		9,1	(M-B)	Menyesuaikan posisi lubang base	
Melepaskan tangan	RL1		2,0	M2C	Memindahkan looping contact ke base	
			9,1	P1SSE	Memasukkan looping contact ke base	
Menyentuh base	(G5)		2,0	RL1	Melepaskan tangan	
1 Evacuate looping box						95,7 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
			3,9	R5B	Mengarahkan tangan menuju box kosong	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			8,9	M15B	Mengeluarkan box kosong	
			13,2	M30B	Menaruh box kosong ke area box kosong	
			5,4	T90S	Memutar posisi box kosong	
			2,0	RL1	Melepaskan box	
			11,6	R30E	Memosisikan tangan	
			12,8	R30B	Mengarahkan tangan menuju box baru	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			21,0	M40C1.5	Menarik box ke depan	
			5,6	P1SE	Memisikan box ke tempatnya	
			7,4	M13A	Memindahkan box ke posisi fix	
				/G2/	Menyesuaikan tangan	
				RL2	Melepaskan tangan	

Tabel 3.4 Hasil MTM WS-3

1 Assy cover and base						68,8 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		6,6	R10B	Mengarahkan tangan menuju base	
Mengarahkan tangan ke cover	R10C		8,4	(G1A)	Menggambil base	
Menggambil cover	G4A		7,3			
Mengangkat cover	(M-B)		6,9	M10B	Membawa base menuju cover	
			5,2	M5C	Membawa base menuju cover	
			14,7	P1SSD	Memasukkan base ke cover	
Memindahkan hasil assembly ke rail	M15B		8,9	(RL2)	Melepaskan tangan	
Melepaskan tangan	RL1		2,0	R-E	Tangan dalam posisi bebas	
Menyentuh hasil base	G5					
Mendorong hasil assembly ke stasiun berikutnya	M15B		8,9			
1 Evacuate cover box						95,7 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
			3,9	R5B	Mengarahkan tangan menuju box kosong	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			8,9	M15B	Mengeluarkan box kosong	
			13,2	M30B	Menaruh box kosong ke area box kosong	
			5,4	T90S	Memutar posisi box kosong	
			2,0	RL1	Melepaskan box	
			11,6	R30E	Memosisikan tangan	
			12,8	R30B	Mengarahkan tangan menuju box baru	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			21,0	M40C1.5	Menarik box ke depan	
			5,6	P1SE	Mempisikan box ke tempatnya	
			7,4	M13A	Memindahkan box ke posisi fix	
				/G2/	Menyesuaikan tangan	
				RL2	Melepaskan tangan	

Tabel 3.5 Hasil MTM WS-4

1 Put Screw						173,1 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		12,8	R30B	Mengarahkan tangan menuju cover yang sudah diassembly dari stasiun 3	
Mengarahkan tangan menuju cover yang sudah diassembly dari stasiun 3	R10B		6,6	(G5)	Menyentuh	
Menyentuh	G5					
Memindahkan cover	M30B		13,2	M30B	Memindahkan cover	
Melepaskan tangan	RL1		2,0	RL1	Melepaskan tangan	
Mengarahkan tangan ke kotak baut	R10C	2	16,8	(RL2)	Melepaskan tangan	
Mengambil baut	G4C	2	25,8	(R-E)	Tangan dalam posisi bebas	
		2	11,7	R5C	Mengarahkan tangan menuju kotak baut	
		2	25,8	G4C	Mengambil baut	
Memindahkan baut	M10C	2	16,0	(M-B)	Memindahkan baut	
Memasukkan baut ke dalam cover	P1SE	2	11,2			
Melepaskan tangan	(RL1)	2	16,0	M10C	Memindahkan baut tepat ke posisi lubang	
		2	11,2	P1SE	Memasukkan baut ke dalam lubang cover	
		2	4,0	RL1	Melepaskan tangan	
2 Screwing						185,5 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		6,6	R10B	Mengarahkan tangan ke screw driver	
			2,0	G1A	Memegang screw driver	
Mengarahkan tangan ke cover	R10B		6,6	(M-B)	Membawa screw driver	
Memegang cover	G1A		2,0			
		4	20,6	M5C	Membawa screw driver ke dalam posisi lubang cover	
		4	22,4	P1SE	Memasukkan ujung screw driver ke baut	
		4	13,5	AF	Menekan screw driver (proses pengencangan baut)	
		4	20,0	TTM 5	Waktu proses pengencangan baut	
		4	12,0	RLF	Mengangkat sedikit screw driver	
		3	24,0	M10C	Memindahkan screw driver	
Memutar balik cover	M10B	4	27,6			
Melepaskan tangan	RL1	4	8,0			
Memegang cover	(G5)		6,9	M10B	Mengembalikan screw driver ke tempat semula	
Evakuasi cover	M30B		13,2	(RL1)	Melepaskan tangan	
1 Evacuate screwing box						95,7 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
			3,9	R5B	Mengarahkan tangan menuju box kosong	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			8,9	M15B	Mengeluarkan box kosong	
			13,2	M30B	Menaruh box kosong ke area box kosong	
			5,4	T90S	Memutar posisi box kosong	
			2,0	RL1	Melepaskan box	
			11,6	R30E	Memposisikan tangan	
			12,8	R30B	Mengarahkan tangan menuju box baru	
			2,0	G1A	Memegang box kosong	
			21,0	M40C1.5	Menarik box ke depan	
			5,6	P1SE	Memposisikan box ke tempatnya	
			7,4	M13A	Memindahkan box ke posisi fix	
				G2	Menyesuaikan tangan	
				RL2	Melepaskan tangan	

Tabel 3.6 Hasil MTM WS-5

1 Tester				90,8 TMU		
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		9,9	R20B	Mengarahkan tangan ke cover	
			2,0	G1A	Memegang cover	
Mengarahkan tangan menuju handle tester	R10A		6,0	(M-B)	Memindahkan cover mendekati tester	
Memegang handle tester	G1A		2,0			
Menarik handle tester	(M-B)		8,0	M10C	Memindahkan cover ke pin tester	
			9,1	P1SSE	Memasukkan cover ke pin tester	
Mengarahkan cover ke pin (dudukan) tester	M20A		9,6			
Menekan tester	AF		3,4			
Proses pengecekan cover	(TTM 5)		7,3	EF	Mata melihat lampu tester	
Melepaskan tekanan tester terhadap cover	RLF		3,0			
Mengangkat handle	M20B		10,5	M20B	Memisahkan cover dengan tester	
			7,5	D2E	Memisahkan cover dengan tester	
Melepaskan tangan	(RL1)		10,5	M20B	Meletakkan cover di meja kerja	
			2,0	RL1	Melepaskan tangan	

Tabel 3.7 hasil MTM WS-6

1 Open inner box				62,5 TMU		
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description	
Tangan bebas	(R-E)		30,0	W2P	Operator berjalan dua langkah ke kiri	
			6,6	R10B	Mengarahkan tangan menuju inner box	
Mengarahkan tangan menuju inner box	R10B		2,0	G1A	Memegang inner box	
Memegang inner box	G1A		6,6			
Meletakkan inner box di meja kerja	M15B		8,9	M15B	Meletakkan inner box di meja kerja	
Memegang sisi inner box	G1A		2,0	G1A	Memegang sisi inner box	
Membuka inner box	M5B		4,4	M5B	Membuka inner box	
Melepaskan tangan	RL2			RL2	Melepaskan tangan	

Tabel 3.8 Hasil MTM WS-6 lanjutan

2 Put Cover		223,3 TMU			
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		9,9	R20B	Mengarahkan tangan menuju FG 413
Mengarahkan tangan menuju FG 413	R10B		2,0	G1A	Memegang FG 413
Memegang FG 413	G1A		6,6	(M5B)	Mengangkat FG 413
Mengangkat FG 413	M5B		2,0	EF	Mengecek kualitas FG 413
Mengecek kualitas FG 413	EF		4,4		
Memegang FG 413 dari tangan kanan	G1A		7,3	M5A	Memindahkan FG 413 ke tangan kiri
			3,6		
			2,0		
			2,0	RL1	Melepaskan tangan
			2,0	G1A	Memegang FG 413
Melepaskan tangan	(RL1)		10,5	M20B	Meletakkan FG 413 ke dalam inner box
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		2,0	RL1	Melepaskan tangan
			6,9	M10B	Meletakkan FG 413 yang ke dua ke dalam inner box
			2,0	RL1	Melepaskan tangan
			4,4	M5B	Meletakkan FG 413 yang ke tiga ke dalam inner box
			2,0	RL1	Melepaskan tangan
Mengarahkan tangan menuju FG 413	R20B		9,9		
Memegang FG 413	G1A		2,0		
Mengangkat FG 413	M20B		10,5		
Mengecek kualitas FG 413	EF		7,3		
Memindahkan FG 413 ke tangan kanan	M10A		6,1		
			2,0	G1A	Memegang FG 413
Melepaskan tangan	(RL1)		8,9	M15B	Meletakkan FG 413 yang ke empat ke dalam inner box
			2,0	RL1	Melepaskan produk
			6,9	M10B	Meletakkan FG 413 yang ke lima ke dalam inner box
			2,0	RL1	Melepaskan produk
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		12,9	R30B	Mengarahkan tangan menuju FG 413
Mengarahkan tangan menuju FG 413	R10B		2,0	G1A	Mengambil tiga buah FG 413
Mengambil dua buah FG 413	G1A		6,6	(M-B)	Mengangkat FG 413
			2,0	EF	Mengecek kualitas FG 413
Mengangkat dua buah FG 413	M10B		6,9	(M-B)	Memindahkan FG 413 mendekati inner box
Megecek kualitas FG 413	EF		7,3		
Memasukkan FG 413 pertama ke dalam inner	M15B		8,9		
Melepaskan produk	(RL1)		2,0		
Memasukkan FG 413 kedua ke dalam inner	M10B		6,9		
Melepaskan produk	(RL1)		8,9	M15B	Memasukkan FG 413 pertama ke dalam inner box
			2,0	RL1	Melepaskan produk
			4,4	M5B	Memasukkan FG 413 kedua ke dalam inner box
			2,0	RL1	Melepaskan produk
			6,9	M10B	Memasukkan FG 413 ketiga ke dalam inner box
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)		2,0	RL1	Melepaskan produk

Tabel 3.9 Hasil MTM WS-6 lanjutan

3 Put Nail Plate					348,49 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description
Mengarahkan tangan ke produk dari tangan kanan Memegang nail plate	(R10A) G1A	10	141,0	R30C	Mengarahkan tangan menuju nail plate
		10	20,0	G1A	Mengambil nail plate
		10	96,0	M20A	Memindahkan nail plate ke tangan kiri
		10	20,0	RL1	Melepaskan produk
		2	4,0	G1A	Memegang nail plate
Melepaskan produk	RL1	2	4,0		
Tangan dalam posisi bebas	(R-E)	2	19,9	M15C	Memasukkan nail plate ke inner box
Tangan menuju FG 413	R5B	2	7,8		
Menyentuh	(G5)	2	12,2	M10A	Menekan nail plate
Melepaskan tangan	(RL2)	2	4,0	RL1	Melepaskan produk
4 Close Inner					138,4 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description
Mengarahkan tangan ke tutup inner box dari tangan kanan Memegang tutup inner box	(R10A) G1A	12,8		R30B	Mengambil tutup inner box
		3,5		G1B	Memegang tutup inner box
		9,6		M20A	Membawa tutup inner box ke tangan kanan
		2,0			
		2,0		RL1	Melepaskan tutup inner box
Berpindah pegangan	G2	5,6		G1A	Memegang sisi tutup inner box
Membuka tutup inner box	M15B	8,9		M15B	Membuka tutup inner box
Mengangkat tutup inner box	(M-B)	8,0		M10C	Memasang tutup inner box
Memasang tutup inner box	M2C	9,1		P1SSE	Memasukkan tutup inner box
Memasukkan tutup inner box	P1SSE	2,0			
Melepaskan tangan	RL1	9,1			
Mengarahkan tangan ke tutup inner box	R10A	2,0			
Memegang tutup inner box	G1A	6,0		R10A	Mengarahkan tangan ke atas tutup inner box
Memasang tutup inner box (secara bersamaan)	M5C/2	2,0		G1A	Memegang
Memasukkan tutup inner box	P1SSE/2	5,2		M5C/2	Memasang tutup inner box (secara bersamaan)
Melepaskan tangan	RL1	9,1		P1SSE/2	Memasukkan tutup inner box
Mengarahkan tangan ke atas tutup inner box	R10B	2,0		RL1	Melepaskan tangan
Menyentuh tutup inner box	(G5)	6,6		R10B	Mengarahkan tangan ke atas tutup inner box
Memasang tutup inner box	M5C	2,0		G1A	Memegang tutup inner box
Memasukkan tutup inner box	P1SSE	5,2			
Melepaskan tangan	RL1	9,1			
Mengarahkan tangan ke atas tutup inner box	R10B	2,0		RL1	Melepaskan tangan
Menyentuh atas tutup inner box	G5	6,6		R10B	Mengarahkan tangan ke atas tutup inner box
Menekan tutup inner box	M10A	6,1		G5	Menyentuh atas tutup inner box
				M10A	Menekan tutup inner box

Tabel 3.10 Hasil MTM WS-6 lanjutan

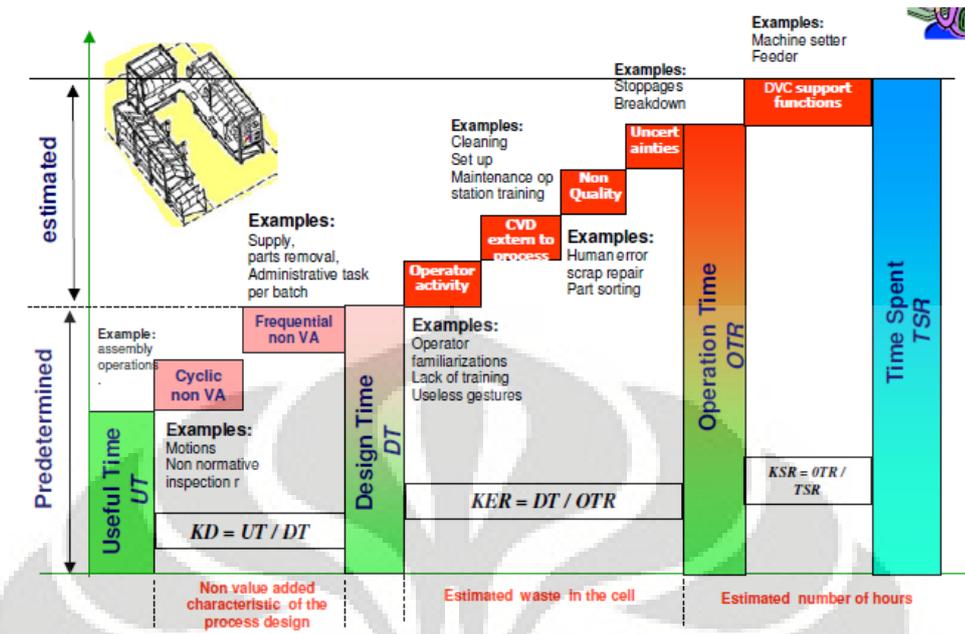
5 Put inner to master box					81,0 TMU
LH description	LH movements	FR	Tps	RH movements	RH Description
			30,0	W2P	Operator bergerak dua langkah ke kiri
				/B/	Membungkukkan badan
			8,0	M10C	Memindahkan inner box ke master box
			9,1	P1SSE	Memasukkan inner box ke dalam master box
			2,0	RL1	Melepaskan inner box
			31,9	AB	Menegakkan badan
1 stamp inner box 1.000,0 TMU					1.000,0 TMU
2 Seal outer carton and make a new one with necessary label 1.450,0 TMU					1.450,0 TMU

### 3.3 Identifikasi Waste pada Proses Assembly

Dalam mengidentifikasi waste pada proses assembly penulis membaginya menjadi dua kriteria yaitu :

1. Waste yang terjadi diakibatkan oleh design work station dan tidak balancenya line assembly sehingga waktu operator untuk mengassembly menjadi lebih lama
2. Waste yang terjadi selama proses assembly dilakukan, seperti operator activity, non quality, CVD extern to process dan akibat dari jig rusak mengakibatkan operator tidak dapat bekerja secara optimal.

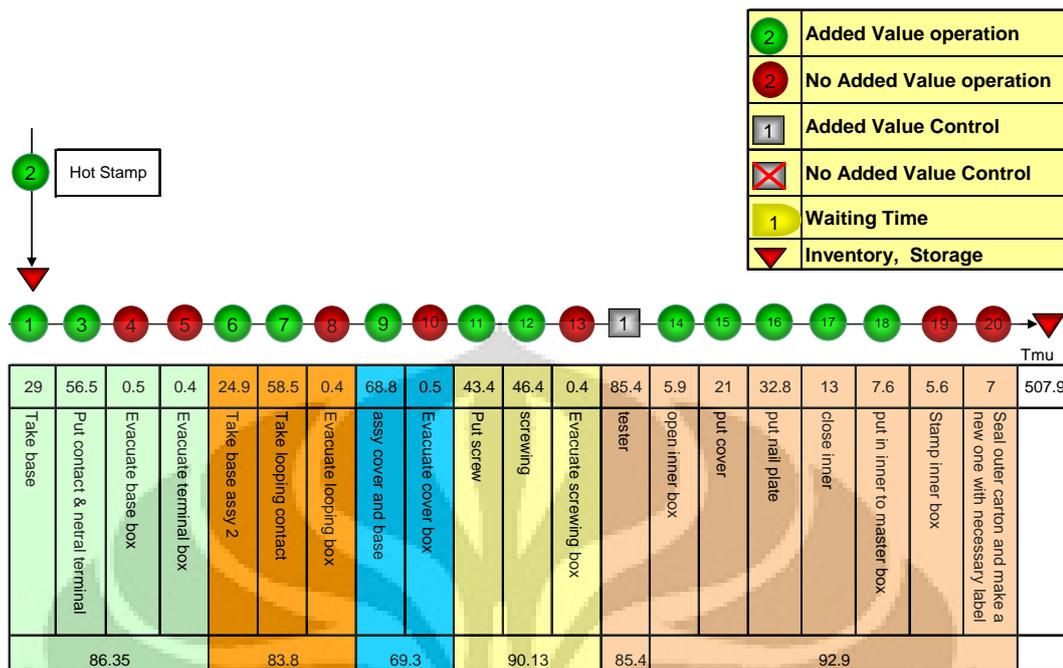
Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Standard Time pada Manual Assembly

### 3.3.1 Waste Akibat Process Design

Untuk mengetahui waste akibat process design penulis melakukan elementary operation yaitu proses dasar yang harus dilalui oleh suatu produk. Elementary operation memuat informasi tentang proses yang harus dilalui, waktu per operasi, dan symbol operasi. Proses pengambilan data dilakukan dengan observasi video dari aktifitas proses assembly yang dilakukan oleh operator dengan tujuan untuk mengetahui cara kerja operator secara detail dalam mengassembly produk tersebut. Setelah itu mengurutkan proses assembly YC-413(WE)CMPLT dari work station pertama sampai work station terakhir kemudian mengidentifikasi proses apakah value added activity atau non value added activity dan juga melihat apakah *line balancing* diterapkan dalam desain *work station*.



Gambar 3.3 Elementary Operation Proses Assembly YC-413(WE)CMPLT

### 3.3.2 Waste Yang Terjadi pada Proses Assembly Berlangsung

<sup>1</sup>Waste yang terjadi pada proses assembly berlangsung diklasifikasi menjadi 4 bagian yaitu :

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

Untuk mendapatkan data waste yang terjadi pada saat proses assembly berlangsung, penulis membuat form hourly output yang berisi output yang dicapai oleh operator per jam dan list dari waste. Form hourly output dapat dilihat pada lampiran 2. Cara pengisian hourly output adalah ketika operator tidak dapat bekerja diakibatkan oleh menunggu material dari warehouse maka operator tersebut mengisi form dan menulis berapa lama waktu yang terbuang dan menulis kode waste sesuai dengan tabel 3.11.

<sup>1</sup> Standard time lean expert training by Schneider Electric

Tabel 3.11 Kode Waste

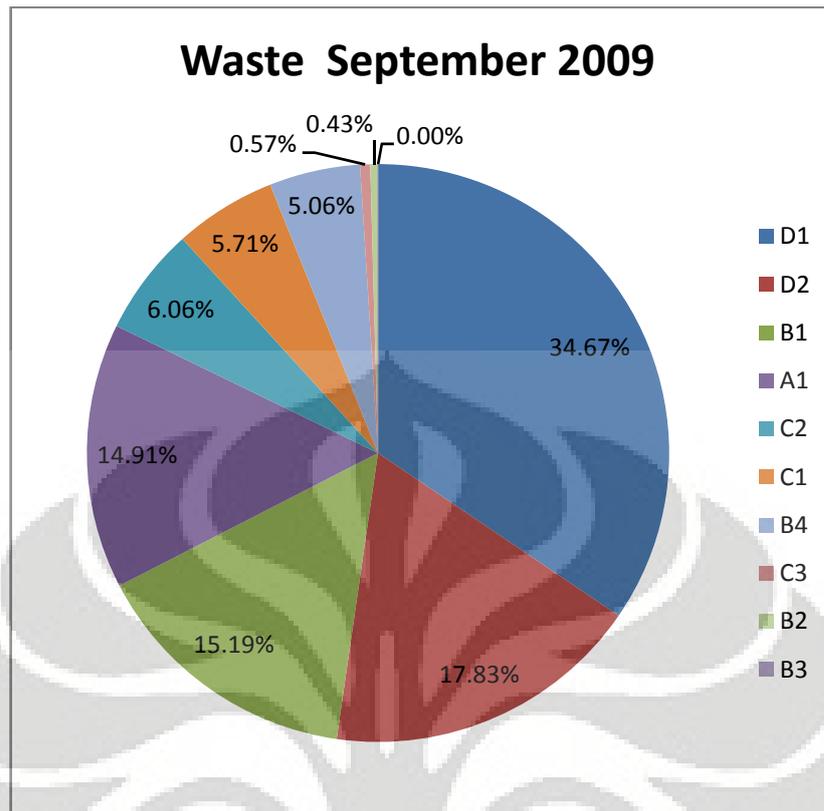
<b>A</b>	Kurang training, salah metoda, kurang skill dari operator	<b>C1</b>	Repair produk rusak/reject
<b>B1</b>	Pembersihan tempat kerja (5S)	<b>C2</b>	Waktu terbuang karena memproduksi produk reject
<b>B2</b>	Set up dan fleksibilitas	<b>C3</b>	Rework produk dan mensortir material
<b>B3</b>	Maintenance yang dilakukan oleh operator	<b>D1</b>	Waktu menunggu karena mesin/jig/tool rusak
<b>B4</b>	Work station training and process management meeting (SIM)	<b>D2</b>	Waktu menunggu karena keterlambatan material

Setelah operator mengisi form hourly output setiap akhir *shift*, *line leader* akan mengambil form tersebut dan memasukkan data ke *excel file* sesuai dengan tabel dibawah. Tabel 3.12 adalah jumlah pemborosan waktu yang terjadi pada proses assembly selama bulan September 2009

Tabel 3.12 Waste yang terjadi pada Sepetember 2009

Waste Types	Sep-09															Total (min)	Total (hour)
	1	2	3	4	5	8	9	10	11	14	16	17	28	29	30		
<b>A1</b>	120	400	360	240	120		80	80	100			20	240	240	90	2,090	34.83
<b>A2</b>																0	0.00
<b>B1</b>	120	240	90	240	120	120	120	120	120	60	60	60	120	240	300	2,130	35.50
<b>B2</b>					20			20	20							60	1.00
<b>B3</b>																0	0.00
<b>B4</b>	40	80	60	80	40	40	40	40	40			40	40	80	90	710	11.83
<b>C1</b>	40		30	40	20		80	80	80	40	40	40	60	160	90	800	13.33
<b>C2</b>	40		60	40	40		80	80	80	40	40	40	60	160	90	850	14.17
<b>C3</b>	10			30								30			10	80	1.33
<b>D1</b>	360	560	360	240	240	120	240	240	240	140	100	240	160	720	900	4,860	81.00
<b>D2</b>	240		180	240	120	80	120	160	200	80	80	120	160	360	360	2,500	41.67
<b>Total</b>	970	1,280	1,140	1,150	720	360	760	820	880	360	320	590	840	1,960	1,930	14,080	234.67

Dari pengumpulan data yang dilakukan pada proses assembly September 2009 waste yang sering terjadi adalah waktu menunggu karena jig rusak (34%), waktu menunggu karena keterlambatan material (17.83%), dan 5 S (15%). Waste yang paling banyak terjadi adalah karena jig rusak menyebabkan produksi berhenti untuk beberapa saat. Hasil dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Pie Chart Waste September 2009

## **BAB IV**

### **PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA**

Pada bab ini akan dijelaskan analisis dari data yang sudah terkumpul dan diolah, untuk mempermudah pemahaman, penjelasan pada bab ini akan diurutkan sebagai berikut :

1. Analisis data dan gambaran kondisi actual
2. Analisis pengurangan waste

Penjelasan tentang analisa data dan pengambilan kesimpulan tentang kondisi actual pada proses assembly YC-413(WE)CMPLT terdapat pada sub bab-nya.

#### **4.1 Analisis Data dan Gambaran Kondisi Aktual**

Pada bab III telah dijelaskan bagaimana proses pengambilan data berikut pengolahannya, data yang telah dikumpulkan dapat dirangkum dalam sebuah tabel berikut ini :

Tabel 4.1 Standard Waktu Proses Assembly YC-413(WE)CMPLT

Work Station	Waktu (second)
WS 1	3.11
WS 2	3.02
WS 3	2.49
WS 4	3.24
WS 5	3.07
WS 6	3.31

#### **4.2 Analisis Pengurangan Waste**

Analisa ini akan dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. Menentukan penyebab utama terjadinya waste pada proses assembly
2. Melakukan analisis untuk mengurangi factor penyebab tersebut
3. Menghitung berapa penghematan yang bisa dilakukan setelah pengurangan waste di atas

#### 4.2.1 Analisa pengurangan waste akibat process design

Untuk melakukan analisa pengurangan waste akibat process design dengan menggunakan LADM (Line Architecture Design Methodology) yang memiliki delapan langkah yang harus dikerjakan. Delapan langkah tersebut yang akan menuju ke arah analisa LADM dan yang nantinya akan digunakan untuk mengambil keputusan dalam merancang lini produksi yang baru. Delapan langkah yang dilakukan ialah :

##### 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 2009 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Customer demand tahun 2009

Bulan	Customer Demand
Januari	180,000
Februari	180,000
Maret	180,000
April	180,000
Mei	180,000
Juni	120,000
Juli	160,000
Agustus	180,000
September	180,000
Oktober	180,000
November	180,000
Desember	180,000
Total	2,080,000

##### 4.2.1.2 Organization

Jumlah permintaan konsumen yang telah terdefinisi kemudian di-breakdown untuk menentukan jumlah hari kerja atau waktu yang diperlukan untuk memenuhi permintaan pelanggan.

Tabel 4.3 Plant Production Organization

Two Shift	
Plant Production Organization	
Work hours / shift 1	8
Work hours / shift 2,3	8
Total Shift hours	16
Days number / week	5
Days number / years	240
Hours / years	<b>3840</b>
Size for 1 Batch : small	30
Size for 1 : medium	
10 products	1 Inner box
20 Inner box	1 Master box
Total products in 1 palett	<b>6000</b>
Target service Level :	98%
Target lead time	8

#### 4.2.1.3 Takt time

*Takt time* adalah rasio waktu kerja yang tersedia terhadap volume produksi yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pelanggan.

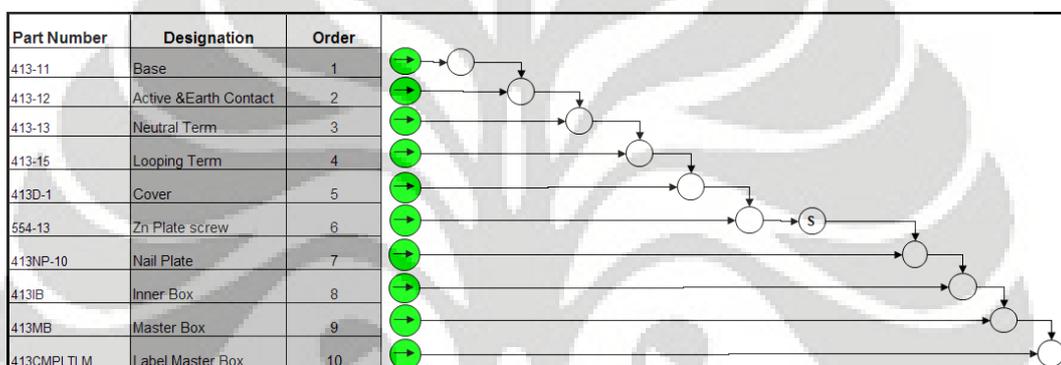
Tabel 4.4 Takt Time 413

413 Series		2009
Net demand :	pcs/Y	2,080,000
Maximum customer = Cmax :	pcs/Y	2,080,000
Working Hours :	H/Y	3840
Takt Time Ref	dmh	18.5
Takt Time Ref	s	6.6
Production per Hour	p/h	542

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa cycle time di setiap work station pada proses proses assembly YC-413(WE)CMPLT harus lebih kecil dari *takt time* jika tidak maka perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan pelanggan. *Takt time* yang akan menjadi acuan dalam *line balancing work station*.

#### 4.2.1.4 Assembly Chronology

*Assembly Chronology* adalah kronologi produksi dari suatu produk. Tujuan melakukan assembly chronology adalah untuk mengontrol rute atau urutan assembly suatu produk dan menggambarkan kronologi suatu produk.



Gambar 4.1 Assembly Chronology 413

#### 4.2.1.5 Elementary Operation

Dari Bab III dapat telah dijelaskan bagaimana cara pembuatan *elementary operation*. Dari hasil *elementary operation* dapat kita lihat bahwa work station yang dibuat dapat kita perkecil kembali agar pergerakan operator lebih dekat sehingga waste yang diakibatkan oleh pergerakan dapat dikurangi. Tetapi sebelum memutuskan untuk melakukan *redesign work station* harus terlebih dahulu melakukan analisa *process architecture*.

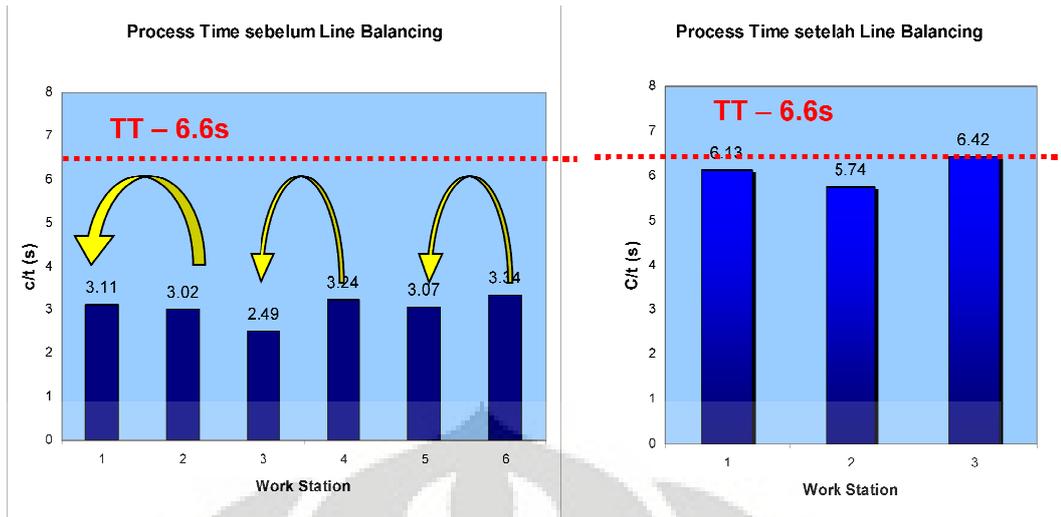
#### 4.2.1.6 Process Architecture

Tujuan melakukan *process architecture* adalah untuk mendapat proses yang optimal maksudnya adalah menanggapi permintaan pelanggan (*takt time*) dengan organisasi dan efisiensi yang optimal (IE), 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, stock, dan adanya peningkatan kualitas. Suatu line yang efektif adalah model U line dan adanya fleksibilitas dari operator, hal ini dikarenakan terdapat pergerakan oleh operator dan jarak pergerakan dari operator semakin kecil karena jarak antar station yang dekat. Dengan demikian efisiensi yang didapat semakin besar. Dari hasil analisa process architecture didapat bahwa jumlah work station yang diperlukan hanya tiga station. Oleh karena itu dilakukan line balancing untuk lebih mengefektifkan proses assembly.

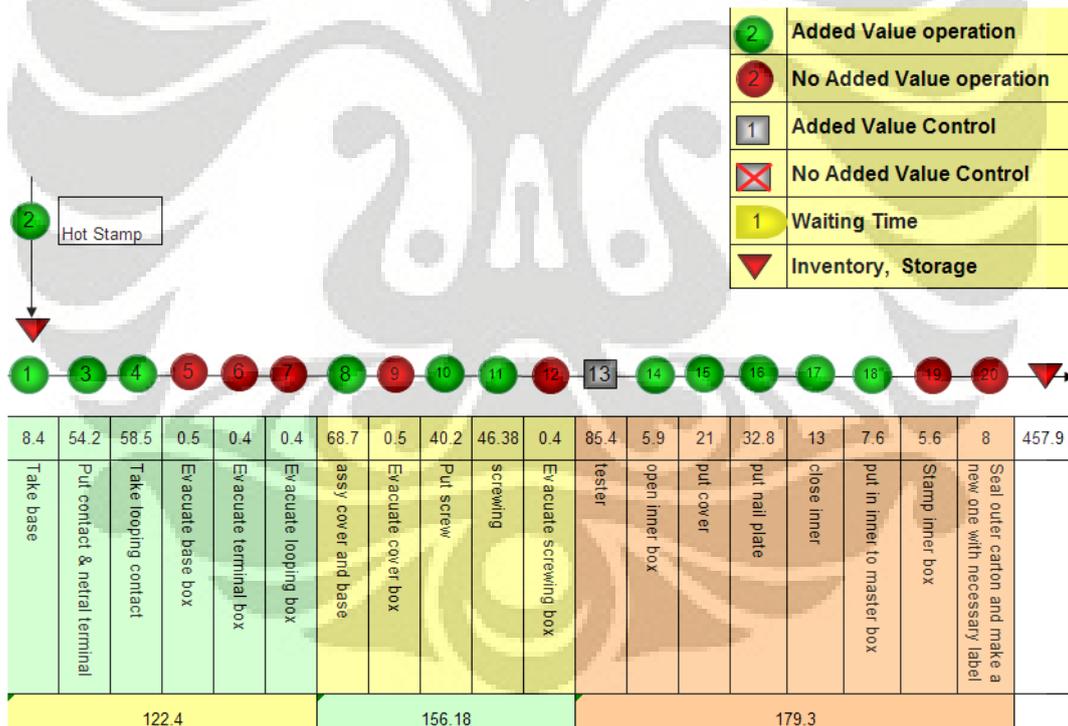
SPS Rules		15s < Cycle Time < 60s	42	Dmh
		Elasticity	30%	
		Operator number per cell	8	
<b>2009</b>				
<b>2 shift</b>				
Assembly time				
	<b>DT</b>	<b>qty</b>	<b>OTR</b>	
Assembly process	50.07	2,080,000	55.6	
		<b>P/h</b>	<b>TTR</b>	
		541	18.5	
Nb operator need			3.0	
Nb operation need			3.9	
Nb operation need per cell	3		1.2	
Cell number	2		3.3	
Nb operator need per cell	2		0.9	
Real Elasticity	50%			
Cycle Time per operation	16.7			
Assembly time per operator	27.8			
Total capacity per hour	719			
Capacity per hour 1 cell	359			

Gambar 4.2 Process Architecture 413



Gambar 4.3 Line balancing

Setelah melakukan proses balancing maka elementary operation pun berubah sesuai dengan *work design* yang baru.



Gambar 4.4 Elementary Operation setelah Line balancing

Penghematan yang di dapat setelah melakukan proses line balancing yaitu :

#### 1. Area kerja

Proses assembly sebelumnya memerlukan area kerja 49 m<sup>2</sup>. Sedangkan area kerja untuk line assembly yang baru hanya memerlukan area kerja 26 m<sup>2</sup>. Sehingga didapat selisih area kerja sebelum dan sesudah yaitu 23 m<sup>2</sup>. Harga tanah/m<sup>2</sup> adalah Rp.500,000. Sehingga didapat penghematan yang didapatkan adalah  $23 \times \text{Rp. } 500,000 = \text{Rp. } 11,500,000$

Tabel 4.5 *Surface saving*

Surface (m) <sup>2</sup>			
Sebelum	Sesudah	Perbedaan	Biaya (IDR)
49	26	23	11,500,000

#### 2. Jumlah operator

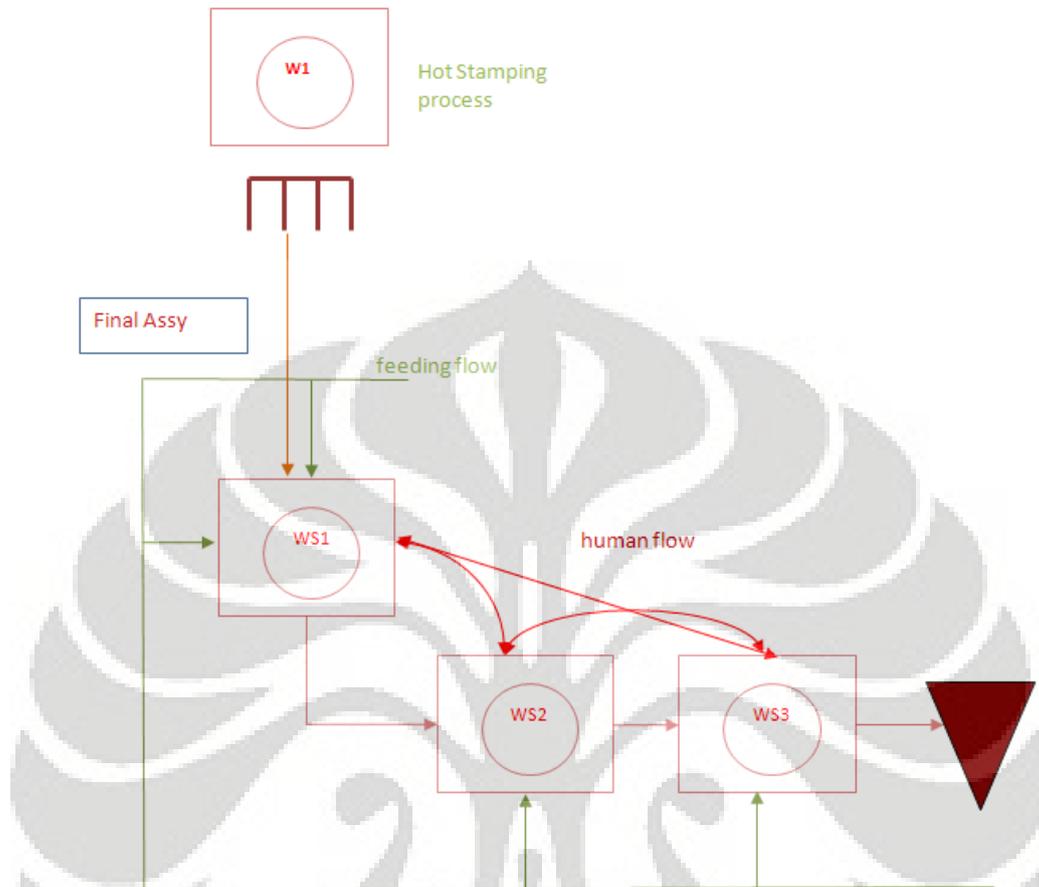
Proses assembly sebelumnya memerlukan operator 6 orang untuk dapat melakukan proses assembly. Untuk proses assembly yang baru hanya memerlukan 4 orang. Sehingga didapat selisih yaitu 2 orang. Dalam setahun terdapat 240 hari kerja dimana 1 hari kerja = 8 jam. Upah pekerja/jam = Rp. 6532. Sehingga didapat penghematan untuk upah 2 operator/ tahun =  $2 \times 240 \times 8 \times \text{Rp. } 6532 = \text{Rp. } 25,082,880$

Tabel 4.6 *Operator saving*

Operator (No.)			
Sebelum	Sesudah	Perbedaan	Biaya (IDR)
6	4	2	25,082,880

#### 4.2.1.7 *Line Architecture Flow*

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



. Gambar 4.5 Line Architecture Flow

#### 4.2.1.8 Material Provided 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 bin dengan memperhitungkan frekuensi feeder dan tingkat konsumsi tiap station menjadi langkah utama yang harus dilakukan untuk mewujudkan material providing and handling.

Tabel 4.7 adalah hasil dari MPH pada proses assembly YC-413 (WE)CMPLT.

Tabel 4.7 Hasil MPH Proses Assembly YC-413(WE)CMPLT

Ucell Capacity (p/H):	359
Efficiency coefficient for 413 WE cmplt	0.9
Capacity Cmax (p/H):	399
Feeder Frequency (H):	0.50
Safety rate	5%

	Work Station 1				Work station 2		Work station 3			
	Base	Active & Earth Contact	Neutral Term	Looping Term	Cover	Zn Plate screw	Nail Plate	Inner Box	Master Box	Label Master
Family(reference)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Criticality										
Qty per product	1	2	1	1	1	1	1	0.1	0.005	0.005
Specs										
Total Theoretical Qty 1 box	419	839	419	419	419	419	419	42	2	2
Box Type	Karton Box	Lion Star No 300	RB 0333	RB 0333	Karton Box	Lion Star No 300	Karton Box			Lion Star No 300
Size: L*W*H	400*300*200	270*200*250	270*200*250	270*200*250	400*300*200	270*200*250	400*300*200			270*200*250
Qty / box	500	1000	500	500	72	1000	210	44	2	2
Autonomy per box	1.25	1.25	1.25	1.25	0.18	2.50	0.53	1.10	1.00	1.00
Box Qty on Station	2.0	2.0	2.0	2.0	6.8	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0
Station Autonomy	2.5	2.5	2.5	2.5	1.2	5.0	1.6	2.2	2.1	2.1

#### 4.2.2 Analisa Pengurangan Waste pada Proses Assembly

Waste yang terjadi di semua area produksi harus dikurangi atau dihilangkan sama sekali sesuai dengan jenis waste dan kondisi station kerja yang ada. Pengurangan waste 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.

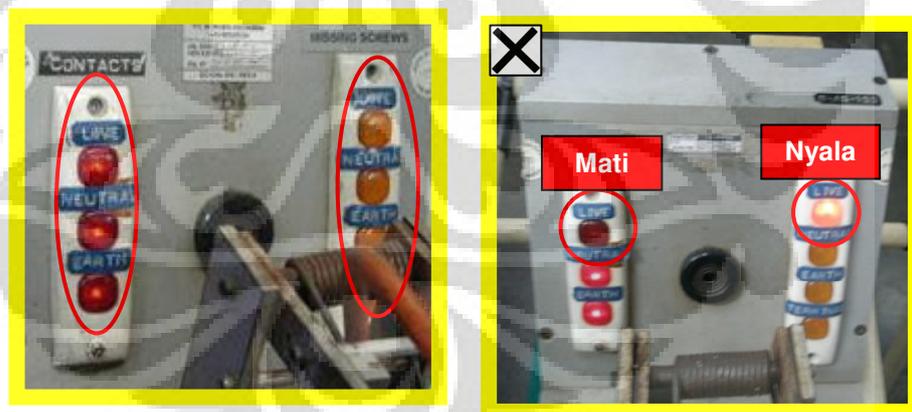
Pengurangan waste di proses assembly YC-413(WE)CMPLT adalah sebagai berikut :

##### 1. Waktu menunggu karena jig rusak

Faktor penyebab jig rusak :

1. Jig dikatakan berfungsi dengan baik bila tiga lampu pada sebelah kiri jig menyala dan lampu pada sebelah kanan jig tidak menyala dan tidak dikatakan baik jika salah satu lampu di sebelah kanan menyala. Hal ini sering terjadi sehingga mengakibatkan banyak waktu terbuang menunggu reparasi dari maintenance. Untuk lebih jelas dapat melihat gambar

4.6



Gambar 4.6 Jig Rusak

Waktu menunggu karena jig rusak diakibatkan oleh tidak dilakukannya penjadwalan rutin untuk jig yang digunakan di area produksi.

2. Lama usia jig yaitu 11 tahun mengakibatkan seringnya error pada saat dipakai. Sehingga banyak waktu terbuang akibat dari jig.

Solusi tindakan perbaikan yang dilakukan :

1. Melakukan penjadwalan rutin jig yang digunakan untuk proses produksi. Penjadwalan jig secara rutin dapat menjaga keandalan jig sehingga proses produksi tidak terganggu. Usulan yang diberikan diharapkan dapat memberikan informasi tentang kondisi mesin secara terus-menerus sehingga dapat menjegah terjadinya kerusakan.
2. Melihat lama pemakaian jig dan seringnya error yang terjadi penggantian jig adalah salah satu cara tepat yang harus dilakukan agar tidak terjadi lagi waste yang diakibatkan oleh jig rusak. Jig yang baru mempunyai fungsi yang lebih baik dari pada jig yang lama yaitu warning tidak hanya melalui lampu yang menyala tetapi suara sehingga kemungkinan operator melakukan kesalahan kecil, terdapat pengarah pada dudukan jig sehingga operator tidak melakukan kesalahan dalam pemasangan produk ke base, dan juga mesin jig yang semi otomatis dimana jig sebelumnya adalah sistem manual



Gambar 4.7 Jig Testing 413

Dengan pergantian *jig* waktu yang terbuang akibat jig rusak dapat dihilangkan sehingga saving yang didapatkan yaitu 34.67%.

## **2. Waktu menunggu karena keterlambatan material**

Faktor penyebab terjadinya keterlambatan material yaitu :

1. Terlambatnya line leader dalam men-supply material ke work station karena tidak adanya frekuensi standard supply material ke work station, line leader men-supply material ke work station jika operator

menekan andon kemudian line leader datang ke work station dan menanyakan jenis material yang *shortage* setelah itu baru men-supply material.

2. Tidak adanya standar bin, berapa quantity/jam material yang dibutuhkan oleh work station sehingga quantity/bin yang digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan assembly/jam.

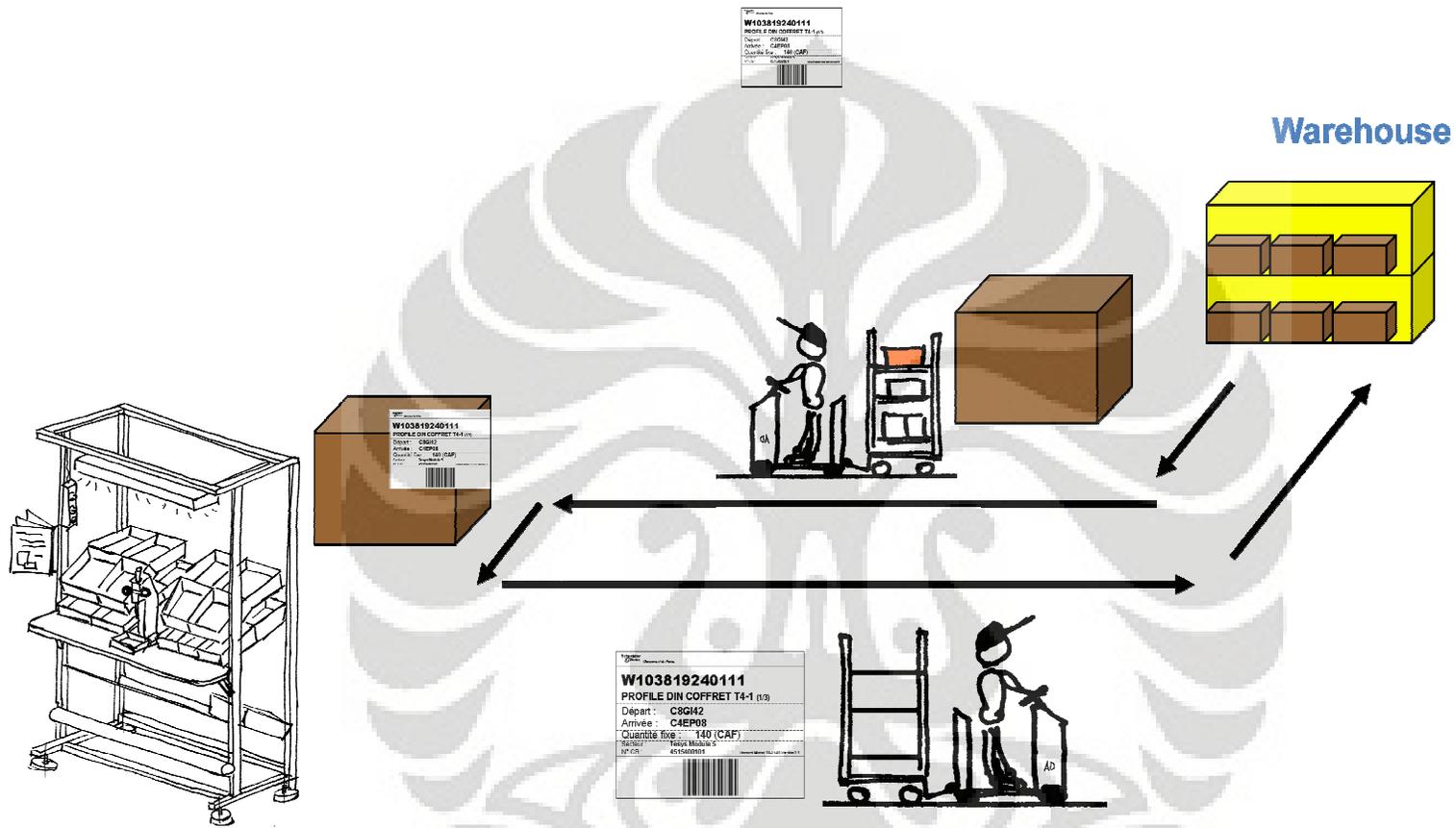
Tindakan perbaikan yang dilakukan yaitu :

1. Menerapkan water spider yaitu orang yang bertugas untuk men-supply material ke work station sehingga operator dapat berkonsentrasi dalam melakukan proses assembly.
2. Menerapkan 2 bin system dan ketepatan jumlah bin atau jumlah komponen yang berada di line produksi sehingga tidak terjadi shortage. Menentukan jumlah komponen dalam satu bin dengan memperhitungkan frekuensi feeder dan tingkat konsumsi tiap station menjadi langkah utama yang harus dilakukan agar waste yang diakibatkan oleh keterlambatan material dapat dihilangkan. Untuk menentukan quantity part/bin telah dijelaskan pada Bab IV hal 9.

Penjelasan untuk gambar 4.8 sebagai berikut :

1. Ketika material habis di line assembly operator menaruh kanban dan kotak yang kosong pada bagian bawah cell (lokasi evakuasi kotak kosong).
2. Setelah itu water spider akan datang sesuai dengan frekuensi waktu yang telah ditentukan contoh dalam 30 menit sekali, water spider akan mengambil kotak kosong dan kanban
3. Water spider menuju supermarket untuk mengisi kotak yang kosong, mengambil material berdasarkan lokasi yang tertera di kartu kanban
4. Water spider men-supply material ke Line assembly sebelum material yang tersisa habis digunakan oleh operator karena quantity/kotak telah dihitung sesuai frekuensi water spider datang dan konsumsi per jam tiap station.

Dengan menerapkan material handling waste yang diakibatkan oleh keterlambatan material dapat dihilangkan sehingga penghematan yang didapatkan yaitu 17.87%



Gambar 4.8 Cara Kerja Water Spider

### 3. Waste yang diakibatkan oleh 5 S

Faktor penyebab terjadi waste akibat 5 S adalah waktu 5 S telah ditetapkan 5 menit sebelum dan sesudah kerja, tetapi operator sering mempergunakan waktu 5 S untuk berbicara dengan operator lain sehingga waktu 5 S menjadi lama.

Tindakan perbaikan yang dilakukan yaitu :

1. Memberikan tugas kepada Line leader agar menghibau operator tidak terlalu lama saat membersihkan lingkungan kerja masing-masing.
2. Memberikan signal (alarm) berupa bunyi bel sebagai tanda berakhirnya aktivitas 5 S.

Tindakan perbaikan dapat menumbuhkan kesadaran operator untuk melaksanakan tugas dan tanggung jawabnya sesuai dengan waktu yang sudah diberikan. Karena proses 5 S diperlukan maka tidak dapat dihilangkan tetapi dikurangi, dengan asumsi pemotongan waste yang diakibatkan oleh 5 S dapat dipotong 50 % maka saving yang didapatkan yaitu  $0.5 \times 15\% = 7.5\%$

### 4. Waste yang diakibatkan oleh salah metoda dalam proses assembly

Faktor penyebab terjadinya waste yang diakibatkan oleh salah metoda dalam proses assembly adalah :

1. Kurangnya training kepada operator sehingga menyebabkan kesalahan pada saat proses assembly
2. Working instruction yang tidak visual memuat banyak tulisan dengan sedikit gambar sehingga operator tidak memahami working instruction

Tindakan perbaikan yang dilakukan yaitu :

1. Mengadakan training assembly kepada operator, sebelum operator melakukan proses assembly di lapangan terlebih dahulu mengikuti training selama 1 minggu yang dilakukan oleh MTM engineer.
2. Working instruction haruslah jelas dan memuat keterangan yang diperlukan oleh operator, yaitu tentang safety dari penggunaan jig, quality dari produk yang diproduksi (bagaimana suatu produk

dikatakan cacat) dan petunjuk cara mengassembly produk. Oleh karena itu maka working instruction yang lama direvisi dengan lebih memuat banyak gambar agar lebih visual dengan sedikit tulisan dan terpampang pada tiap station tempat operator bekerja. Working instruction yang telah direvisi dapat dilihat pada lampiran 2. Dengan menerapkan langkah perbaikan yang telah diuraikan diatas maka waste yang diakibatkan salah metoda dalam proses assembly dapat dihilangkan sehingga didapat penghematan sebesar 14.91 %.

#### **5. Waste yang diakibatkan oleh memproduksi barang reject, repair dan sortir material.**

Faktor penyebab terjadinya barang reject :

1. Material yang terdapat di work station adalah material yang reject tetapi operator tidak mengetahui sehingga produk tersebut telah diassembly. Contoh proses pengencangan cover dan base dimana ulir baut tidak sempurna sehingga pengencangan tidak sempurna. Oleh karena itu operator harus melakukan repair pada produk tersebut.
2. Working instruction yang tidak visual dan tidak menampilkan quality point di working instruction menyebabkan operator tidak mengetahui metoda kerja yang benar.
3. Waktu terbuang karena material yang dikirim ke work station adalah material yang reject dan ditemukan oleh operator assembly sehingga melakukan penyortiran.

Tindakan perbaikan yang dilakukan yaitu :

1. Meminta kepada supplier untuk melakukan sortir terhadap komponen yang dipesan oleh perusahaan
2. Merevisi working instruction seperti yang telah dijelaskan sebelumnya
3. Sortir dilakukan oleh operator khusus yang bertugas untuk melakukan sortir diluar area produksi sehingga komponen yang

masuk ke area produksi adalah komponen-komponen yang sudah lolos sortir.

Tindakan perbaikan yang dilakukan diharap dapat mencegah komponen yang cacat masuk ke line produksi dan mencegah aktivitas sortir terjadi di line produksi karena menghambat proses produksi. Dengan asumsi waste yang diakibatkan oleh reject dapat berkurang 50% maka penghematan yang didapatkan  $0.5 \times 12.34\% = 6.17\%$ .

#### **6. Waste yang diakibatkan oleh training/briefing**

Faktor penyebab terjadinya waste adalah di perusahaan terkadang terjadi permasalahan produksi yang sangat penting dan berhubungan dengan operator. Untuk mengkomunikasikan dan menginformasikan permasalahan tersebut maka leader mengadakan briefing dengan operator yang bersangkutan. Briefing terkadang dilakukan pada waktu produksi sedang berlangsung sehingga waktu produksi terhenti beberapa saat.

Usulan tindakan perbaikan yang dilakukan yaitu mengadakan briefing diluar jam produksi. Dengan menerapkan tindakan perbaikan diatas maka waste yang diakibatkan oleh training dapat dikurangi sehingga penghematan yang didapatkan yaitu 5.06%.

### **4.3 Rangkuman Analisis Pengurangan Waste**

Sebagai rangkuman, hasil analisis pengurangan waste ditampilkan pada tabel 4.8 berikut :

Tabel 4.8 Rangkuman waste

Kode	Deskripsi	Saving
D1	Waktu menunggu karena mesin/jig/tool rusak	34.67%
D2	Waktu menunggu karena keterlambatan material	17.87%
B1	Pembersihan tempat kerja (5S)	7.50%
A1	Kurang training, salah metoda, kurang skill dari operator	14.91%
C2	Waktu terbuang karena memproduksi produk reject	6.17%
C1	Repair produk rusak/reject	
C3	Rework produk dan mensortir material	
B4	Work station training and process management meeting (SIM)	5.06%
Total		86.18%

Total penghematan yang didapat adalah 86.16%. Dimana total waktu yang terbuang = 223.64 jam dari 501 jam produksi pada bulan September. Penghematan yang didapat =  $86.16\% \times 223.64 = 192.27$  jam kerja. 1 tahun = 12 bulan maka penghematan yang dilakukan yaitu  $12 \times 192.27 = 2307.24$  jam kerja. Upah pekerja = Rp. 6,532 maka total penghematan yang didapat =  $\text{Rp. } 6,532 \times 2307.24 = \text{Rp. } 15,070,892$ .

Demikianlah hasil analisa waste pada proses assembly YC-413(WE)CMPLT.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh analisis yang telah dilakukan sebagai berikut :

1. Waste yang terjadi pada proses assembly YC-413(WE)CMPLT dibagi menjadi 2 yaitu :
  - a. Waste akibat proses design
  - b. Waste selama proses assembly berlangsung
2. Waste yang terjadi selama proses assembly berlangsung yaitu :
  - a. Waktu terbuang karena jig rusak sebesar 34 %
  - b. Waktu terbuang karena keterlambatan material sebesar 17.83%
  - c. Waktu terbuang akibat salah metoda dalam proses assembly sebesar 14.91%
  - d. Waktu terbuang karena reject part yaitu 12.34%
  - e. Waktu terbuang karena proses 5 S sebesar 15%
  - f. Waste yang disebabkan oleh training/briefing sebesar 5.06%
3. Waste yang terjadi akibat proses design disebabkan oleh desain work station yang tidak menerapkan line balancing.
4. Total penghematan waktu yang didapatkan sebesar 86.18%

## DAFTAR PUSTAKA

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

Barnes, Ralph M. *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*, John Wiley & Sons, 1980.

Covey, Stephen, *Seven Habits for Highly Effective People*, (Budijanto, Penerjemah), Jakarta: Binarupa Aksara, 1997.

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

Gasperz, Vincent. *Six Sigma for Manufacturing and Service*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2002.

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

Kuhn, Thomas K. *The Structure of Scientific Revolution*, Chicago: University of Chicago Press, 1962.

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

<http://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm> , tanggal akses: 22 Desember 2009.

MTM training module by Schneider Electric.

Lean Expert training module by Schneider Electric



调整等级 Class of fit			E 容易操作 Easy to handle	D 困难操作 Difficult to handle
D1	松配合 loose	用力很小, 手回退不明显。 Very slight effort, blends with subsequent move.	4.0	5.7
D2	紧配合 Close	用力中等, 手回退小。 Normal effort, slight recoil.	7.5	11.8
D3	牢配合 Tight	用力大, 手回退大。 Considerable effort, hand recoils markedly.	22.9	34.7

眼睛动作 VISUALS MOTIONS

ET\_视线移动\_Eye Travel; EF\_眼睛注视\_Eye Focus.

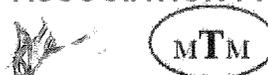
$$ET = \begin{cases} 0.285 \times \alpha & \text{眼睛转动角度 Angle of eye travel.} \\ 15.2 \times \frac{T}{D} & \begin{cases} T = \text{目视两点之间的距离 The distance between points from and to which the eye travels.} \\ D = \text{眼睛至两点连线的垂直距离 The perpendicular distance from the eye to the line of travel T.} \end{cases} \end{cases}$$

ET最大值为20 TMU。Maximum value of ET is 20 TMU.  
头部不转动 Without head rotation.

EF = 7.3 TMU. 视线无移动 Without eye travel.

身体, 腿和脚的动作 BODY, LEG AND FOOT MOTIONS

描述 Description	编码 Symbol	距离 Distance	时间 Time in tmU
脚板移动 Foot motion - 脚板上下移动 Hinged at ankle. - 施加大压力 With heavy pressure	FM FMP	< 10 cm	8.5 19.1
腿或小腿动作 Leg or Foreleg motion	LM -	< 15 cm ≥15cm后每1cm增加时间	7.1 0.5 / cm
自由行走 Unobstructed Walking.	W - P		15.0
有阻碍行走 Obstructed Walking.	W - PO		17.0
负载行走 Loaded Walking.	W - PL		17.0
向左右侧身迈步 Sidestep.		身体移动距离 < 30 cm	被R或M覆盖
情况 I -- 提腿落地时动作结束。 Case I -- Complete when leading leg contacts floor.	SS - C1	30 cm	17.0
情况 II -- 第二条提腿落地时动作结束。 Case II -- Complete when second leg contacts floor.	SS - C2	30 cm	34.1
转身 45°至 90° Turn body 45 to 90 degrees			
情况 I -- 提腿落地时动作结束。 Case I -- Complete when leading leg contacts floor.	TBC1		18.6
情况 II -- 第二条提腿落地时动作结束。 Case II -- Complete when second leg contacts floor.	TBC2		37.2
坐下 Sit.	SIT		34.7
站起 Stand from sitting position.	STD		43.4
弯腰 Bend.	B		
蹲下 Stoop.	S		29.0
单膝跪下 Kneel on one knee.	AB, KOK		
站起 Arise.	AS, AKOK		31.9
双膝跪下 Kneel on both knees.	KBK		69.4



RIFI 07.04.08

TABLES

M.T.M.1

注意! 未经过MTM专业培训, 使用此数据表, 计算结果不得有效。法国MTM协会。  
Warning! In absence of any sound training taught by French MTM association, the use of these current tables might drive you to disappointment.

备注: 此表中的数据为正常的操作速度下所需时间。 MINIMUM distance = 2 CM  
Note: All motions in these tables are performed at normal speed.  
1 cmh = 1 TMU (Time Measurement Unit). 1 TMU = 0.00001 hour = 0.0006 minute = 0.036 second

动作同步性 SIMULTANEOUS MOTIONS		够到 REACH R			摆动 MOVE M			抓 GRASP G			放置 POSITION P			拔 DISENGAGE D	
		A E	B D	C D	A Bm	B C	C	G1A G2 G5	G1B G1C	G4	P1S	P1SS P2S	P1NS P2SS P2NS	D1E D1D	D2
拔 DISENGAGE	D		E D												
	D1E - D1D														
放置 POSITION	P		E D												
	P1NS P2SS P2NS		E D												
	P1SS P2S		E D												
	P1S		E D												
抓 GRASP	G		I H												
	G4		I H												
	G1B G1C		I H												
摆动 MOVE	M		I H												
	C		I H												
	B		I H												
	A, Bm		I H												
够到 REACH	R		I H												
	C, D		I H												

if < 50cm then = value of 50cm

I 视野范围内  
Within the area of normal vision.  
H 视野范围外  
Outside the area of normal vision.

容易  
EASY to perform simultaneously.

熟练后可以  
Can be performed simultaneously with PRACTICE.

难  
DIFFICULT to perform simultaneously even after long practice. Allow both times.

T- 对所有动作都容易进行, 除了动作受控制或同时拔。  
Normally EASY with all motion except when TURN is controlled or with DISENGAGE.

AP- 需要具体分析。  
May be EASY, PRACTICE, or DIFFICULT. Each case must be analyzed.

P3- 3级放置困难。Class 3 always DIFFICULT.

D3- 3级拔困难。Class 3 normally DIFFICULT.

RL- 松开容易。Always EASY.

D- 如果小心操作, 对所有级都难。  
Any class may be DIFFICULT if care must be exercised to avoid injury or damage to object.

上肢动作 UPPER MEMBERS MOTIONS

R\_够到\_Reach

距离(cm) Distance	R-A	R-B	R-C	R-E	m R-A R-A m	m R-B R-B m	m (B)	类型及描述 Case and Description
< 2	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	0.4	A 够到 单一物体, 位置固定 单一物体, 在另一手中 单一物体, 在另一手面上 Reach to object in fixed location or to object in other hand or on which other
4	3.3	3.3	5.2	3.3	3.0	2.5	0.8	
6	4.5	4.5	6.5	4.5	3.9	3.0	1.5	B 够到 单一物体, 位置略有变动 Reach to single object in location which may vary slightly from cycle to cycle.
8	5.4	5.6	7.5	5.5	4.5	3.6	2.0	
10	6.0	6.6	8.4	6.4	4.9	4.2	2.4	C 够到 混放物体 Reach to object jumbled with other objects in a group so that search and select occur. <i>selection / choice</i>
12	6.4	7.4	9.1	7.1	5.2	4.8	2.6	
14	6.7	8.2	9.7	7.7	5.5	5.3	2.9	D 够到 十分小的物体或小心或精确够到 Reach to a very small object or where accurate grasp is required. <i>dangerous</i>
16	7.1	8.8	10.3	8.2	5.8	5.9	2.9	
18	7.4	9.4	10.8	8.7	6.1	6.5	2.9	E 脱开手到任一位置, 或保证身体平衡 或准备下一动作 或撤离工作区 Reach to indefinite location to get hand in position for body balance or next motion or out of way.
20	7.8	9.9	11.4	9.2	6.4	7.1	2.8	
22	8.1	10.5	11.9	9.7	6.8	7.6	2.9	
24	8.5	11.1	12.5	10.2	7.1	8.2	2.9	
26	8.8	11.6	13.0	10.6	7.4	8.8	2.8	
28	9.2	12.2	13.6	11.1	7.7	9.4	2.8	
30	9.5	12.8	14.1	11.6	8.0	9.9	2.9	
35	10.4	14.2	15.5	12.8	8.8	11.4	2.8	
40	11.3	15.6	16.8	14.1	9.6	12.8	2.8	
45	12.1	17.0	18.2	15.3	10.4	14.2	2.8	
50	13.0	18.4	19.6	16.5	11.2	15.7	2.7	
55	13.9	19.9	20.9	17.7	12.0	17.1	2.8	
60	14.7	21.3	22.3	19.0	12.7	18.5	2.8	
65	15.6	22.7	23.7	20.2	13.5	20.0	2.7	
70	16.5	24.1	25.0	21.4	14.3	21.4	2.7	
75	17.3	25.5	26.4	22.6	15.1	22.8	2.7	
80	18.2	26.9	27.8	23.9	15.9	24.3	2.6	
每5cm 增加值	0.9	1.4	1.4	1.2	0.8	1.4		

M\_挪动\_Move

距离(cm) Distance	M-A	M-B	M-C	m M-B M-B m	m (B)	用力 Effort			类型及描述 Case and Description
						kg	静态系数	动态系数	
< 2	2.0	2.0	2.0	1.7	0.3	>0	0.0	1.00	A 挪动一物体至一挡块或至另一手 Move object to against stop or the other hand
4	3.1	3.8	4.5	2.6	1.2	<1.25			
6	4.1	5.0	5.8	3.1	1.9	>1.25	1.9	1.04	B 挪动一物体至一个大概或不确定位置 Move object to approximate or indefinite location
8	5.1	6.0	7.0	3.7	2.3	<2.5			
10	6.1	6.9	8.0	4.2	2.7	>2.5	3.3	1.09	C 挪动一物体至一精确位置或小心挪动 Move object to exact location or move carefully
12	7.0	7.7	8.9	4.8	2.9	<5			
14	7.7	8.5	9.6	5.4	3.1	>5	5.2	1.15	
16	8.3	9.2	10.3	5.9	3.3	<7.5			
18	8.9	9.9	11.0	6.5	3.4	>7.5	7.1	1.21	
20	9.6	10.5	11.7	7.0	3.5	<10			
22	10.2	11.1	12.3	7.6	3.5	>10	9	1.27	
24	10.8	11.7	13.0	8.2	3.5	<12.5			
26	11.4	12.2	13.7	8.7	3.5	>12.5	11	1.34	
28	12.1	12.7	14.4	9.3	3.4	<15			
30	12.7	13.2	15.1	9.8	3.4	>15	13	1.40	
35	14.2	14.4	16.8	11.2	3.2	<17.5			
40	15.8	15.6	18.4	12.6	3.0	>17.5	15	1.46	
45	17.4	16.8	20.1	14.0	2.8	<20			
50	18.9	18.0	21.8	15.4	2.6	>20	17	1.52	
55	20.5	19.2	23.5	16.8	2.4	<22.5			
60	22.1	20.4	25.2	18.1	2.3				
65	23.6	21.6	26.9	19.5	2.1				
70	25.2	22.8	28.6	20.9	1.9				
75	26.8	24.0	30.3	22.3	1.7				
80	28.3	25.2	32.0	23.7	1.5				
每5cm 增加值	1.6	1.2	1.7	1.4					

C\_曲柄动作\_Crank

直径 Diameter cm	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
第一圈或只有一圈	13	14	15	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	21	21

G\_抓\_Grasp

类型 Case	时间 TMU	说明 Description
G1A	2	抓一个易抓的物体 Pick up grasp---Small, medium or large object by itself, easily grasped.
G1B	3.5	在平面上抓一个十分小的物体或扁平物体 Very small object or object lying close against a flat surface.
G1C1	7.3	抓一个近似圆柱体的物体, 周围有障碍以致不能从下面或侧面去抓 Interference with grasp on bottom and one side of nearly cylindrical object.
G1C2	8.7	
G1C3	10.8	
G4A	7.3	A => 25 (3 nominal) 抓一个混放物体, 需要寻找或选择 Object jumbled with other objects so search and select occur. C => 14 (1 nominal < 3mm & 2 nominal < 6mm)
G4B	9.1	
G4C	12.9	
G2	5.6	抓到物体后, 调整物体在手中的位置 Regrasp
G3	5.6	把物体从一手转到另一手 Transfer Grasp
G5	0	接触或手指对物体作局部控制 Contact, sliding or hook grasp

P\_放置\_Position

配合等级 Class of fit		对称性 Symmetry	容易操作 Easy to handle	困难操作 Difficult to handle
P1 不精确对准 Loose	不需加压力 No pressure required	710 S	5.6	11.2
		2-10 S S	9.1	14.7
		4 N S	10.4	16.0
P2 精确对准 Close	需加轻压力 Light pressure required	S	16.2	21.8
		S S	19.7	25.3
		N S	21.0	26.6
P3 精密对准 Exact	需加大压力 Heavy pressure required	S	43.0	48.6
		S S	46.5	52.1
		N S	47.8	53.4

AP\_施加压力\_Apply pressure

AP	时间	说明
APA	10.6	不包括重新抓住 Not include regrasp
APB	16.2	包括重新抓住 Include a regrasp

RL\_松开\_Release

RL	时间	说明
RL1	2	松手 Normal release performed by opening fingers as independent motion.
RL2	0	脱离接触 Contact Release

T\_旋转\_Turn

力 Effort	符号 symbol	kg	旋转角度 Time TMU for Degrees Turned										
light	L	0.5	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
medium	M	1-5	4.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6	12.7	13.7	14.8

### Lampiran 2 HOURLY OUTPUT FORM

**merten**

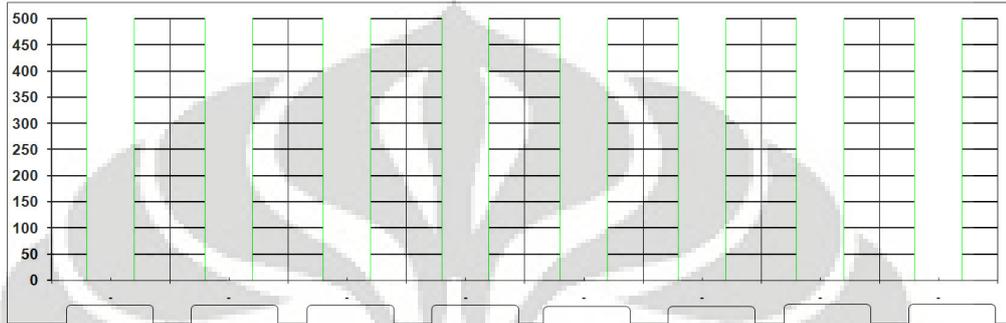
**SIM - PRODUCTION TRACKING**

GROUP SIM :

Date	:	
Cell	:	
Line leader	:	

Article	:	
Order Quantity	:	
Data Entry	:	

Nr.	Nama (Operator)	Nr.	Nama (Operator)
1		4	
2		5	
3		6	



Waste Time	Categories	Duration	Remark														
	B1																
B4																	
D1																	
D2																	

Reject Quantity																				
Art. Number	Type	M/P	Qts	Type																

Total Reject

Leader Verification

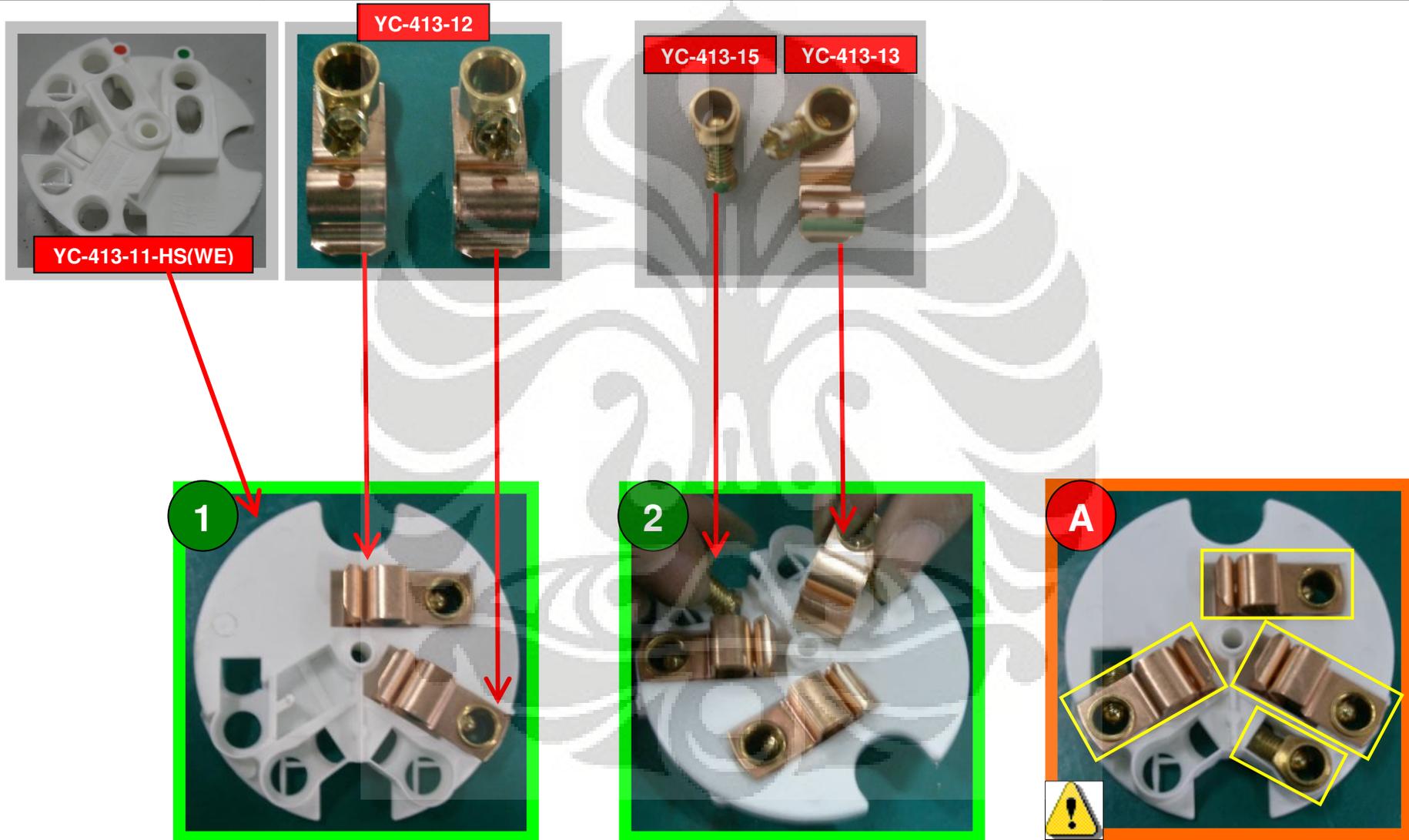
Process Remark :

<input type="checkbox"/> Visual	First Off	<input type="checkbox"/> Function
Part tidak cacat		
Part tidak salah pasang		
Part harus sesuai dan lengkap		



Doc. Nr. : WI – AS – 007  
Product : Socket

Article Nr. : YC-413(WE), Semua warna *(All color variances)*



Revision Nr. :  
1

Date :  
21-10-09

Prepared by : Ulus R

Operator :

Approved by : Long P

# merten

## Pemasangan Sekrup (Screwing)

### Working Instruction

Doc. Nr. : WI – AS – 007  
Product : Socket

Article Nr. : YC-413(WE), Semua warna (All color variances)

YC-554-13



Revision Nr. :  
1

Date :  
21-10-09

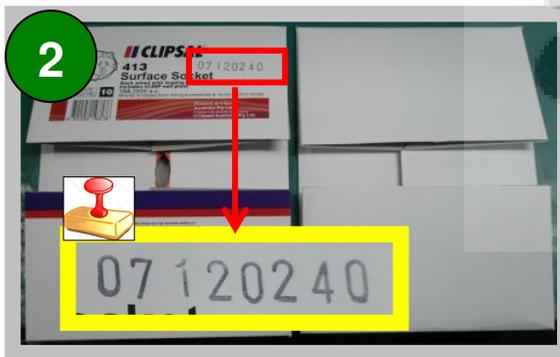
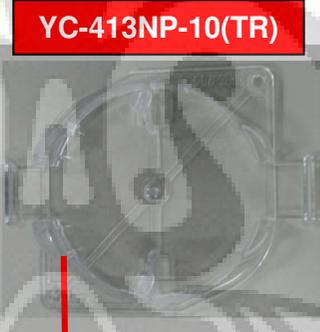
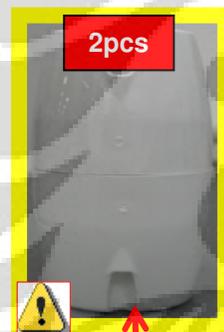
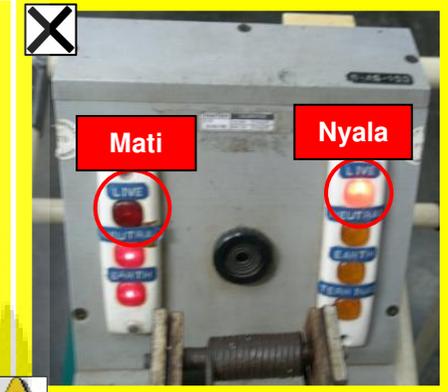
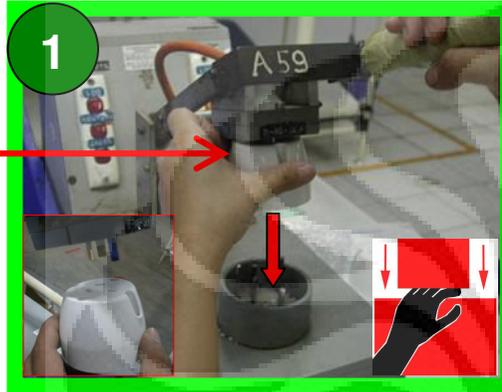
Prepared by : Ulus R

Operator :

Approved by : Long P

Doc. Nr. : WI – AS – 007  
Product : Socket

Article Nr. : YC-413(WE), Semua warna (All color variances)  
L-003 / WS-3



Revision Nr. :  
1

Date :  
21-10-09

Prepared by : Ulus R

Operator :

Approved by : Long P

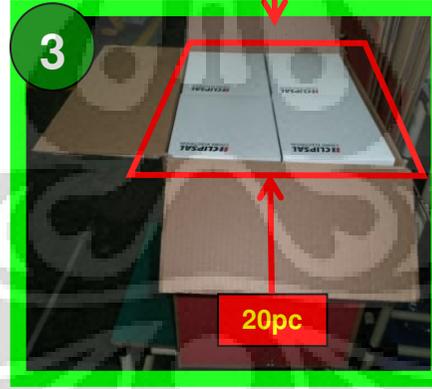
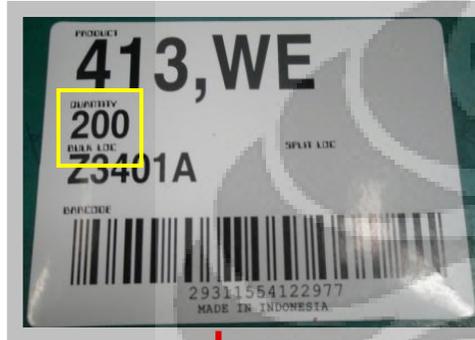
# merten

## Pengemasan (Packing)

### Working Instruction

Doc. Nr. : WI – AS – 007  
Product : Socket

Article Nr. : YC-413(WE), Semua warna (All color variances)  
L-003 / WS-4



Revision Nr. :  
1

Date :  
21-10-09

Prepared by : Ulus R

Operator :

Approved by : Long P