



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS LINI PRODUKSI DENGAN
*WORKPLACE DESIGN***

SKRIPSI

**JEWSENSE NAINGGOLAN
0606044096**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS LINI PRODUKSI DENGAN
*WORKPLACE DESIGN***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**JEWSENSE NAINGGOLAN
0606044096**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
JAKARTA
DESEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Jewsense Nainggolan

NPM : 0606044096

Tanda tangan :

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Jewsense Nainggolan
NPM : 0606044096
Program Studi : Teknik industri
Judul Skripsi : Peningkatan Produktivitas Lini Produksi dengan
Workplace Design

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 : Ir. Fauzia Dianawati, MSi ()
Penguji : Ir. Boy Nurtjahyo M., MSIE ()
Penguji : Farizal, Ph.D ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 24 Desember 2008

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Industri, Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi, 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 saya yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Departemen Teknik Industri yang telah menjadi tempat saya belajar banyak pengetahuan tentang Teknik Industri;
3. Seluruh dosen dan staff kelas ekstensi Teknik Industri yang telah membantu saya melewati masa-masa perkuliahan;
4. Pihak perusahaan tempat saya melakukan penelitian yang telah banyak membantu dalam usaha melakukan penelitian ini;
5. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
6. Sahabat-sahabat saya di kelas ekstensi Teknik Industri angkatan 2006 salemba yang telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Violin Aritonang yang setia mendukung saya.

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

Jakarta, 11 desember 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Jewsense Nainggolan
NPM : 0606044096
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: “Peningkatan Produktivitas Lini Produksi dengan Peningkatan Produktivitas Lini Produksi dengan *Workplace Design*”, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalti Non-ekklusif* ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Jakarta

Pada tanggal: 11 Desember 2008

Yang menyatakan

(Jewsense Nainggolan)

ABSTRAK

Judul: Peningkatan Produktifitas Lini Produksi dengan *Workplace Design*

Skripsi ini membahas tentang cara meningkatkan produktifitas dari sebuah lini produksi, dengan cara melakukan perbaikan *design* dari area kerja dan ergonomis proses. Inti dari skripsi ini ialah, bagaimana memperbaiki atau meng-*improve* suatu proses produksi dengan cara melakukan perubahan pada area kerja yang dikenal dengan istilah *workplace design*. Hasil penelitian ini ialah menghasilkan suatu design proses kerja yang lebih efektif dan lebih produktif dari design yang sebelumnya.

Kata kunci: Rancangan ulang area kerja (*Workplace design*), *Two Hand Process Chart*, Ergonomic

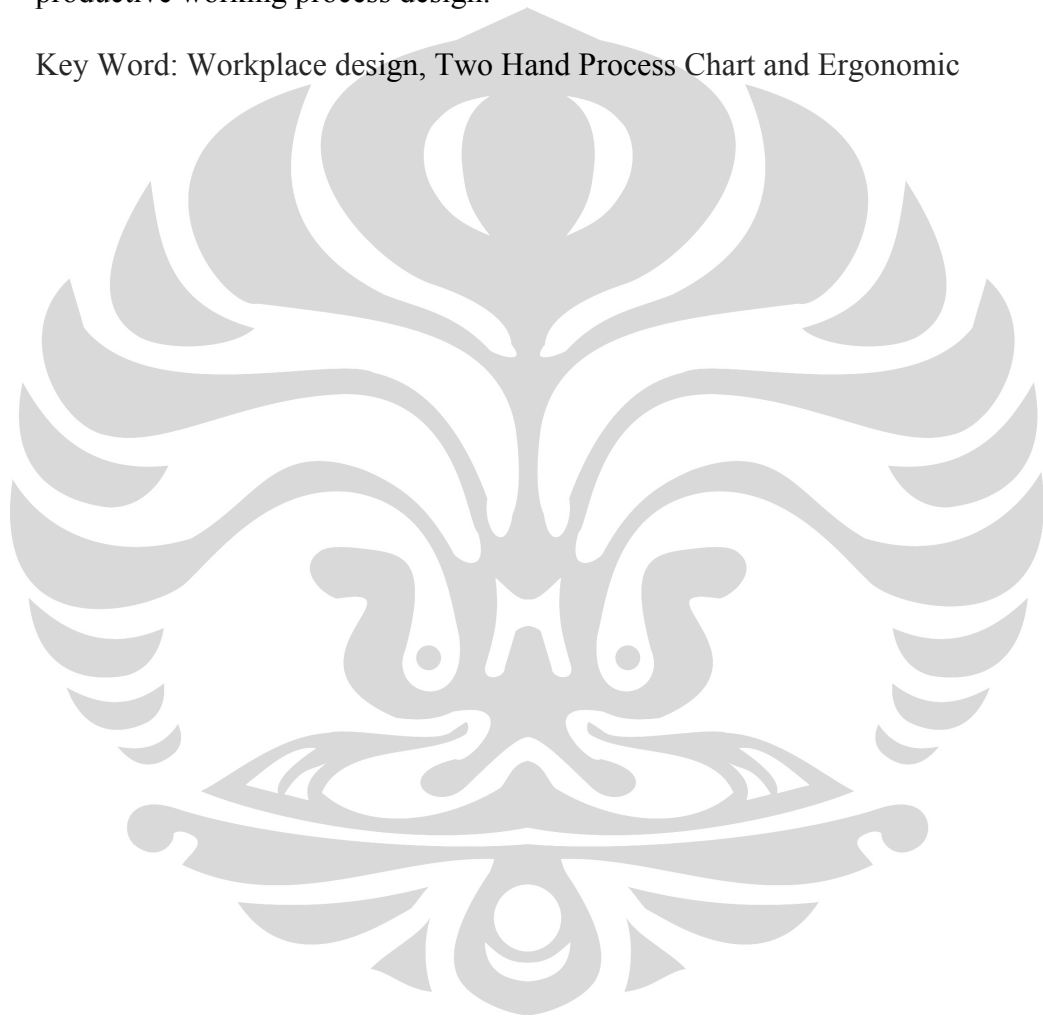


ABSTRACT

Title: Productivity Improvement at Production Line Using Workplace Design

The focus of this study is to improve the productivity of production line using workplace design. And for the main point is how improve the process of production line using workplace design method and also give focus to ergonomically improvement. This final result is to create an effective and productive working process design.

Key Word: Workplace design, Two Hand Process Chart and Ergonomic



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR FLOW <i>CHART</i>	xiv
DAFTAR DIAGRAM	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Diagram Keterkaitan Permasalahan	4
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Pembatasan Masalah.....	5
1.6 Metodologi Penelitian	6
1.6.1 Tahap Awal Penelitian	6
1.6.2 Tahap Pengumpulan Data	7
1.6.3 Tahap Pengolahan Data dan Analisa	8
1.6.4 Kesimpulan	8
2. DASAR TEORI	9
2.1 Produktivitas	9
2.1.1 Definisi Produktifitas	10
2.1.2 Produktivitas Tenaga Kerja	10
2.1.3 Aspek Produktifitas	11
2.1.4 Peningkatan Produktifitas	11
2.2 <i>Two Hand Process Chart</i>	13
2.3 <i>Work Place Design</i>	15
2.4 Ergonomi	17
2.5 Antropometri	22
3. PENGUMPULAN DATA	26
3.1 Metode Pengumpulan Data	26
3.2 <i>Data Historical</i>	27
3.3 Pengambilan Data Kondisi Aktual (Observasi langsung)	28
3.4 <i>Two Hand Process Chart</i>	30
3.4.1 Proses <i>Microscope Checking</i>	30
3.4.2 Proses <i>Base Blowing</i> dan <i>Terminal Inserting</i>	32

3.4.3 Proses <i>Moving Contact Riveting & Terminal C Bending</i>	35
4. PENGOLAHAN DATA dan ANALISA DATA	38
4.1 Metode Pengolahan Data	38
4.2 Implementasi Perbaikan	38
4.2.1 Proses <i>Microscope Checking</i>	38
4.2.1.1 Perbaikan Proses <i>Microscope Checking</i>	38
4.2.1.2 Time Study Proses <i>Microscope Checking</i>	40
4.2.2 Proses <i>Base Blowing</i> dan <i>Terminal Inserting</i>	41
4.2.2.1 Perbaikan Proses <i>Base Blowing</i> dan <i>Terminal Inserting</i>	41
4.2.2.2 Time Study Proses <i>Base Blowing</i> dan <i>Terminal Inserting</i>	42
4.2.3 Proses <i>Moving Contact Riveting & Terminal C Bending</i>	43
4.2.3.1 Perbaikan Proses <i>Moving Contact Riveting</i> dan <i>Terminal C Bending</i>	43
4.2.3.2 Time Study Proses <i>Moving Contact Riveting</i> dan <i>Terminal C Bending</i>	44
4.3 Analisa	44
4.3.1 Analisa Pengumpulan Data Dengan Perhitungan Waktu Kerja Pada Kondisi Awal	45
4.3.2 <i>Wokplace Design</i>	47
4.3.3 Perhitungan Waktu Kerja Setelah Perbaikan	47
5. KESIMPULAN dan SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Kontribusi 4M Terhadap Kekurangan Produksi	2
Gambar 1.2.	Contoh Proses Kerja Yang Kurang Maksimal	4
Gambar 3.1.	Data 4M <i>Major Loses</i> /Kontribusi Terbesar Terhadap Kekurangan Output	28
Gambar 3.2.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Microscope Checking</i> Sebelum Di Improve	30
Gambar 3.3.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Base Blowing Terminal Inserting</i> Sebelum Diimprove	32
Gambar 3.4.	Rencana <i>Lay Out</i> Proses <i>Base Blowing & Terminal Inserting</i> Setelah Diimprove	34
Gambar 3.5.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Moving Contact Riveting & Terminal C Bending</i> Sebelum Diimprove	35
Gambar 4.1.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Microscope Checking</i> Sebelum Di Improve	39
Gambar 4.2.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Microscope Checking</i> Setelah Di Improve	39
Gambar 4.3.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Base Blowing & Terminal Inserting</i> Sebelum Diimprove	41
Gambar 4.4.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Base Blowing & Terminal Inserting</i> Setelah Diimprove	41
Gambar 4.5.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Moving Contact Riveting & Terminal C Bending</i> Sebelum Diimprove	43
Gambar 4.6.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Moving Contact Riveting & Terminal C Bending</i> Setelah diimprove	43
Gambar 4.7.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Microscope Checking</i> Sebelum Di Improve	47
Gambar 4.8.	<i>Lay Out</i> Proses <i>Base Blowing Terminal Inserting</i> Sebelum Diimprove	47

DAFTAR TABEL

Table 3.1. Data Waktu Kerja Aktual	29
Tabel 3.2. Peta Proses Operator (<i>Two Hand Proses Chart</i>) <i>Proses Microscope Checking</i> Sebelum di <i>Improve</i>	31
Tabel 3.3. Peta Proses Operator (<i>Two Hand Proses Chart</i>) <i>Blowing – Terminal Inserting</i> Sebelum diimprove	33
Tabel 3.4. Peta Proses Operator (<i>Two Hand Proses Chart</i>) <i>Proses Moving Contact Riveting</i> sebelum di <i>Improve</i>	36
Tabel 3.5. Peta Proses Operator (<i>Two Hand Proses Chart</i>) <i>Proses Terminal C Bending</i> Sebelum di <i>Improve</i>	37
Tabel 4.1. <i>Two Hand Proses Chart Proses Microscope Checking</i> Setelah di <i>Improve</i>	40
Tabel 4.2. <i>Two Hand Proses Chart Proses Base Blowing dan</i> <i>Terminal Inserting</i> Setelah di <i>Improve</i>	42
Tabel 4.3. <i>Two Hand Proses Chart Proses Moving Contact Riveting</i> <i>dan Terminal C Bending</i> Setelah di <i>Improve</i>	45
Tabel 4.4. Data Waktu Kerja Aktual	45
Table 4.5. Data Perhitungan Waktu Kerja Setelah Diimprove	48

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1.1. <i>Trend Output</i> 1 Tahun Terakhir	2
Grafik 1.2. Data Time Study Line Produksi G6DS Bulan Agustus 2008 .	3
Grafik 3.1. Historical Data (<i>Kondisi</i> 1 Tahun Terakhir)	27
Grafik 3.2. Data Waktu Kerja Aktual	29
Grafik 4.1. Data Waktu Kerja Kondisi Awal	46
Grafik 4.2. Grafik Waktu Kerja Setelah <i>Diimprove</i>	48



DAFTAR FLOW CHART

Flow Chart 1.1 Tahap Awal Penelitian	6
Flow Chart 1.2 Tahap Pengumpulan Data	7
Flow Chart 1.3 Tahap Pengolahan Dan Analisa Data	8
Flow Chart 1.4 Tahap Kesimpulan	8
Flow Chart 3.1. Proses Pengumpulan Data	26
Flow Chart 4.1. Proses Pengolahan Data	38



DAFTAR DIAGRAM

Diagram 1.1. Keterkaitan Masalah	4
--	---



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebuah perusahaan manufakturing ialah perusahaan yang berkonsentrasi pada pengolahan bahan mentah menjadi barang setengah jadi ataupun barang jadi dan juga barang setengah jadi menjadi barang jadi. Tentunya kalau berbicara pengolahan bahan menjadi suatu barang, kita akan berfokus kepada area atau divisi produksi. Pada area atau bagian inilah terletak pondasi dasar dari sebuah perusahaan manufaktur. Dan seiring dengan pergerakan perusahaan yang selalu mengutamakan kepada *profit*, pastinya bagian produksi juga sangat dituntut untuk berkontribusi terhadap pencapaian *profit* perusahaan. Divisi produksi akan sangat mendukung usaha dari perusahaan dalam mendapatkan *profit* dengan cara memaksimalkan pencapaian produksi dalam hal ini produktifitas.

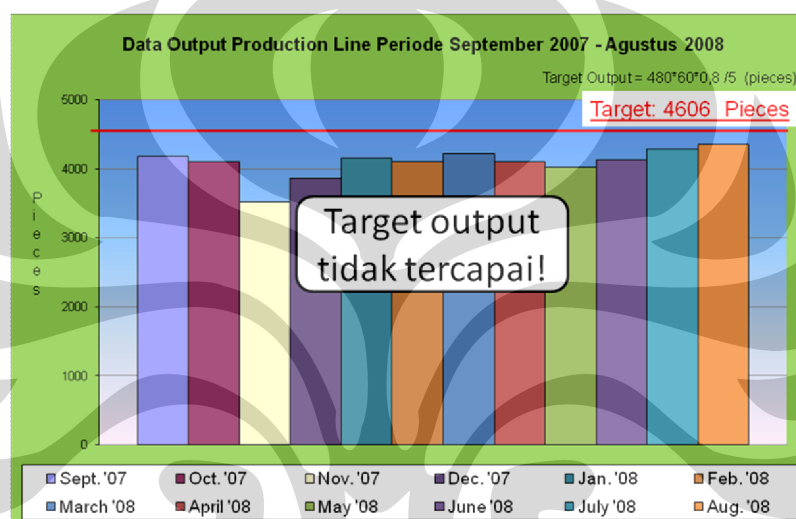
Pencapaian produktifitas dapat diukur dengan jumlah *output* yang dihasilkan. Jumlah *output* yang harus dicapai ialah besar target yang sudah ditentukan dari awal. Jika *output* yang dihasilkan sedikit atau berbanding terbalik terhadap target yang telah ditentukan, maka hal ini menjadi masalah besar bagi sebuah perusahaan, dalam hal ini bisa mengurangi profit atau bahkan menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Dalam penelitian ini, sebuah lini produksi di PT. X yaitu lini produksi G6DS dijadikan suatu contoh nyata, bahwa bagian produksi sangat berpengaruh terhadap pencapaian keuntungan bagi perusahaan. Tetapi pada kenyataannya, salah satu bagian produksi dari PT. X tidak berjalan dengan baik, dalam artian bagian produksi ini tidak dapat mencapai target *output* yang ditetapkan.

Berikut beberapa kondisi yang ditemukan pada bagian produksi G6DS di PT. X:

1. *Lost output* di section produksi G6DS besar. (Grafik 1.1)
2. *Lost* yang disebabkan oleh metode yang mengarah kepada proses kerja besar. (Grafik 1.2)

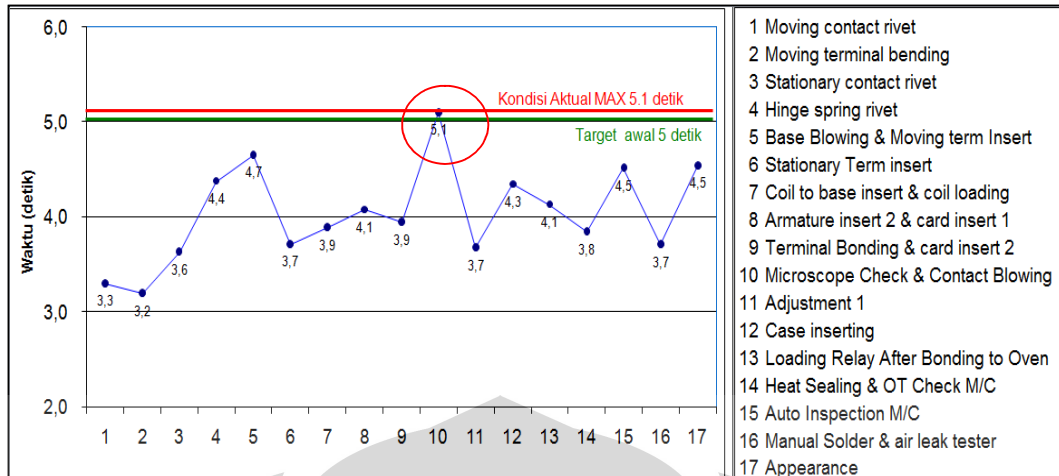
3. Salah satu proses memiliki kecepatan waktu kerja yang tidak sesuai target yang sudah ditentukan dari awal. (Grafik 1.3)
4. Operator tidak bisa mengerjakan sebuah proses dengan maksimal atau tidak sesuai dengan target yang diberikan karena kondisi kerja dia yang kurang mendukung.
5. Ketidaknyamanan dan ketidakmaksimalan yang dihasilkan akibat kesalahan dalam mendesign sebuah proses kerja dapat mengakibatkan pencapaian yang tidak maksimal dari proses tersebut.



Grafik 1.1 Trend Output 1 Tahun Terakhir



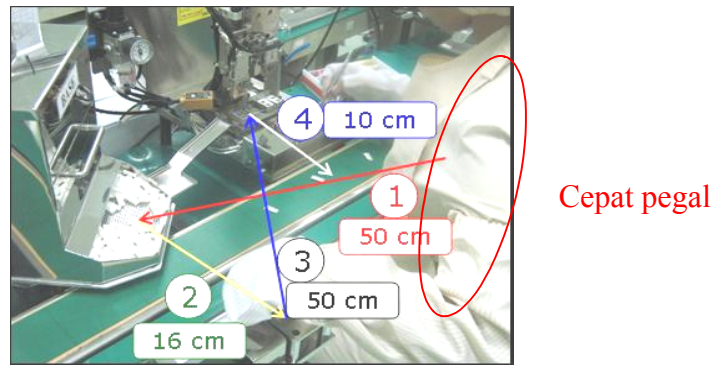
Gambar 1.1 Kontribusi 4M Terhadap Kekurangan Produksi



Grafik 1.3 Data Waktu Kerja Lini Produksi G6DS Bulan Agustus 2008

Lini produksi akan sangat efektif jika setiap prosesnya melakukan proses dengan produktifitas yang tinggi, dalam artian menghasilkan produk sebanyak-banyaknya dengan waktu dan sumber daya yang seminimal mungkin dengan tidak mengenyampingkan kualitas dari produk tersebut. Dan hal ini tidak akan dapat tercapai apabila suatu proses dikerjakan dengan waktu yang lebih lama dari target yang telah ditentukan, sebaliknya jika kita dapat membuat dan menjaga waktu kerja (*cycle time*) proses berada sesuai target yakni waktu proses terlama dari sebuah lini produksi akan sangat besar kemungkinan lini produksi tersebut mencapai target. Ditambah jika dengan melakukan perbaikan yang terus – menerus yaitu mempercepat *cycle time* suatu proses di lini produksi, kita akan dapat meningkatkan pencapaian output.

Berikut sebuah contoh kondisi proses kerja yang sangat tidak mendukung tercapainya suatu target kerja lini produksi.



Gambar 1.2 Contoh Proses Kerja yang Kurang Maksimal

Gerakan operator akan sangat sulit karena tangan kiri operator harus bergerak ke arah belakang melewati sisi *horizontal* badan dan juga harus menempuh jarak yang cukup jauh. Lihat arah no. 1, 2, 3 dan 4 (1 = 50 cm, 2 = 16 mm, 3 = 50 mm dan 4 = 10 cm). Kondisi ini membuat pekerja akan merasakan pegal di bahu dan siku tangannya sehingga dia tidak akan dapat bekerja dengan stabil dalam waktu yang lama.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

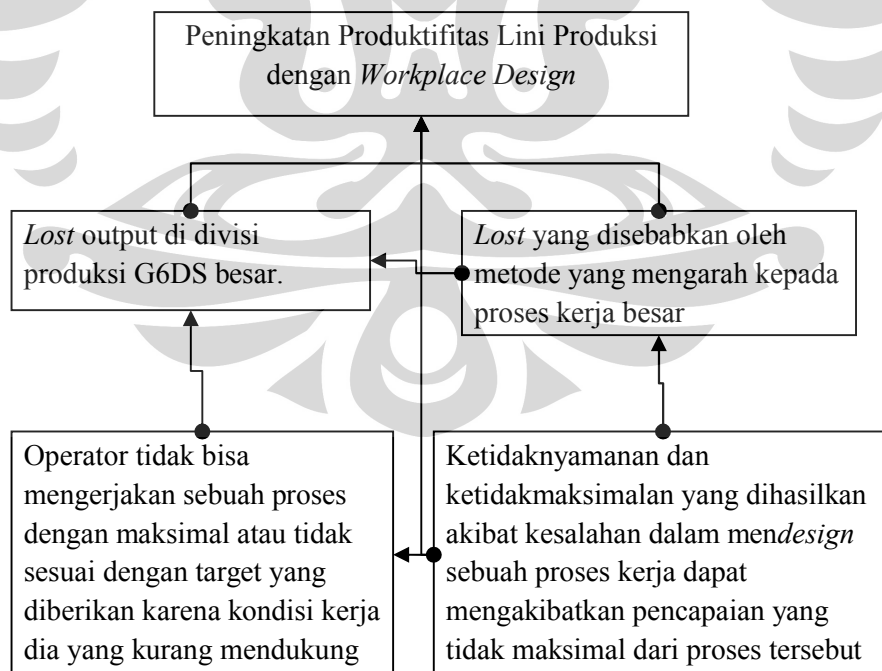


Diagram 1.1 Keterkaitan Masalah

1.3 Rumusan Masalah

1. Kontribusi terbesar kekurangan output dari lini produksi tersebut disebabkan oleh proses.
2. Design area kerja yang ada tidak mendukung operator untuk bekerja dan mengerjakan proses dengan baik dan benar, sehingga membuat pekerja tidak merasakan kenyamanan ketika melakukan pekerjaan.
3. Tidak adanya kesadaran untuk menemukan masalah tidak tercapainya output, yang salah satunya dapat dilakukan dengan mengukur waktu kerja .
4. Berdasarkan latar belakang dan diagram keterkaitan masalah, maka pokok permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah perlunya improvement yang terus menerus dilakukan diseluruh lini produksi G6DS dan dalam skripsi ini berkonsentrasi kepada improvement yang dilakukan di lini produksi dengan merancang ulang tempat kerja.

1.4 Tujuan Penelitian

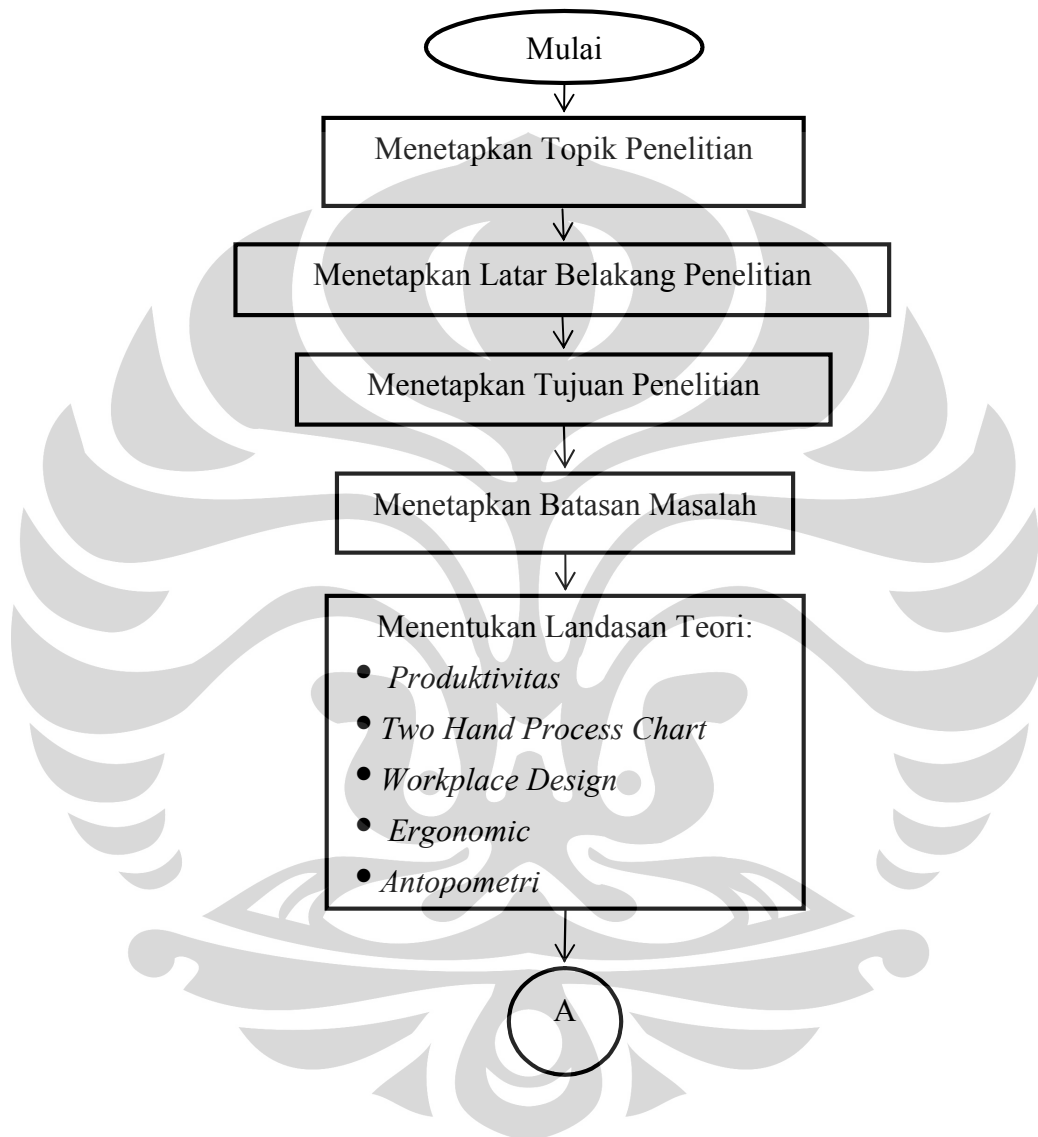
Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan model baru dari area kerja yang membuat pekerjaan dapat dilakukan lebih mudah, cepat dan lebih nyaman.

1.5 Pembatasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan pada divisi produksi di PT. *Omron Manufacturing of Indonesia*
2. Area penelitian dibatasi pada process kerja.
3. Penelitian spesifik dilakukan untuk kerja operator produksi.
4. Hasil akhir berupa design baru pada area kerja yang menghasilkan waktu kerja yang lebih mudah, cepat dan nyaman (ergonomis).
5. Data historical yang diambil adalah data periode bulan September 2007 – Agustus 2008, karena *mass pro* lini produksi baru dimulai pada September 2007.

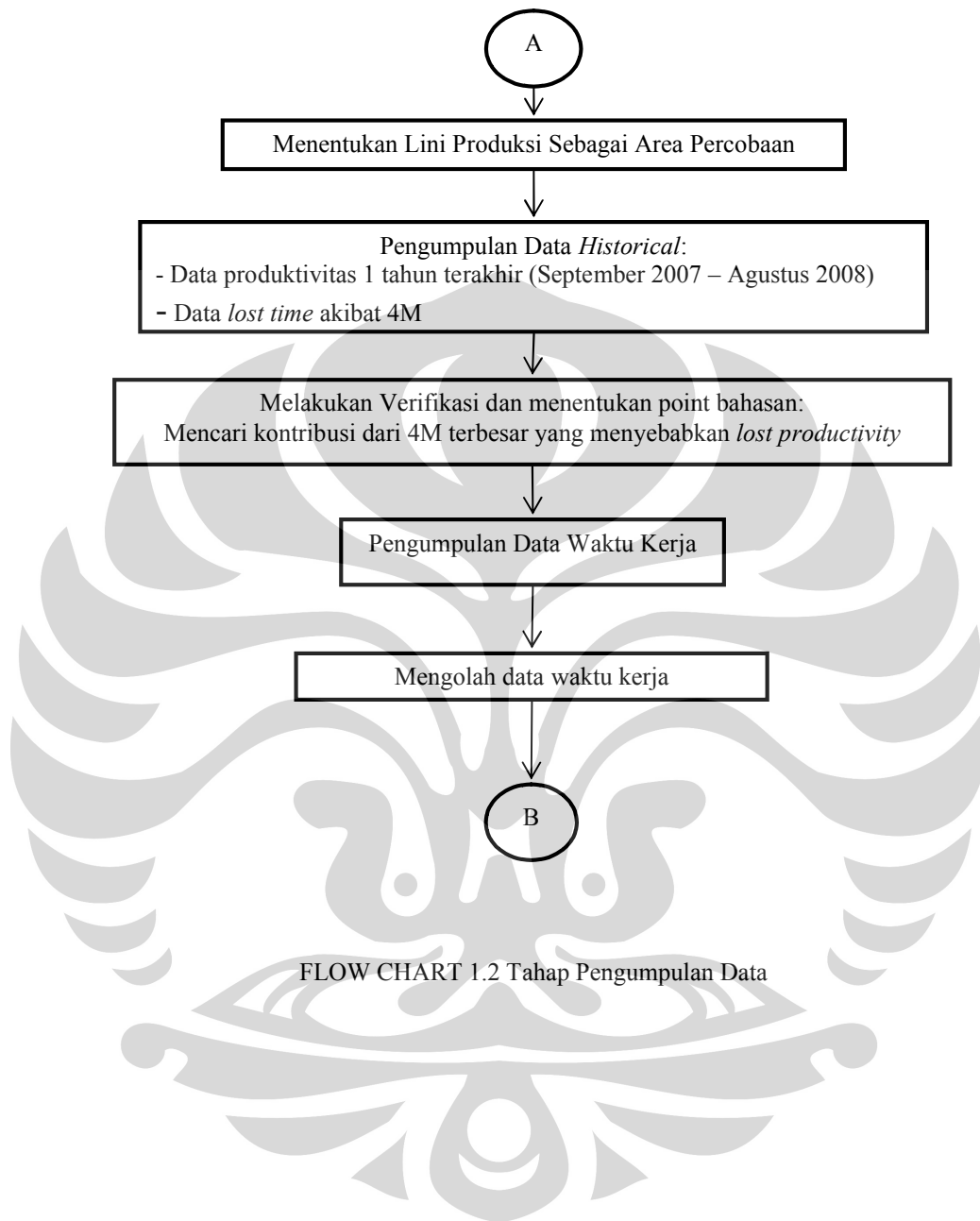
1.6 Metodologi Penelitian

1.6.1 Tahap Awal Penelitian



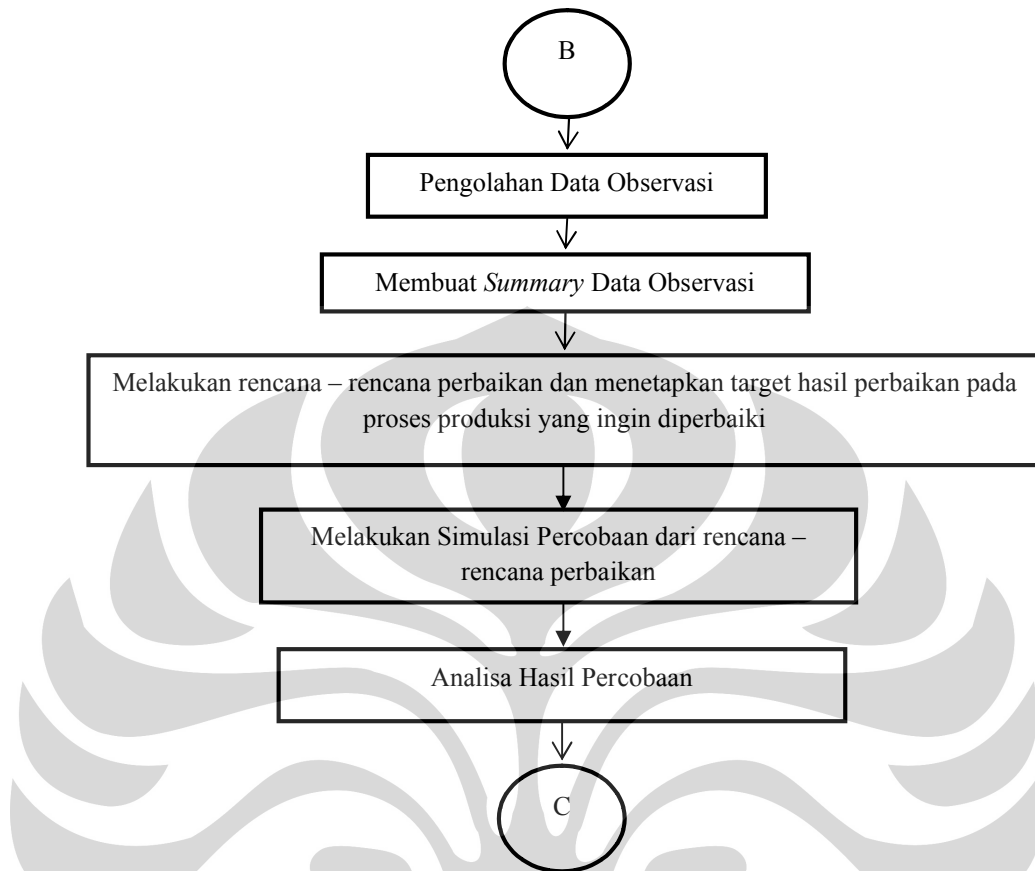
FLOW CHART 1.1 Tahap Awal Penelitian

1.6.2 Tahap Pengumpulan Data



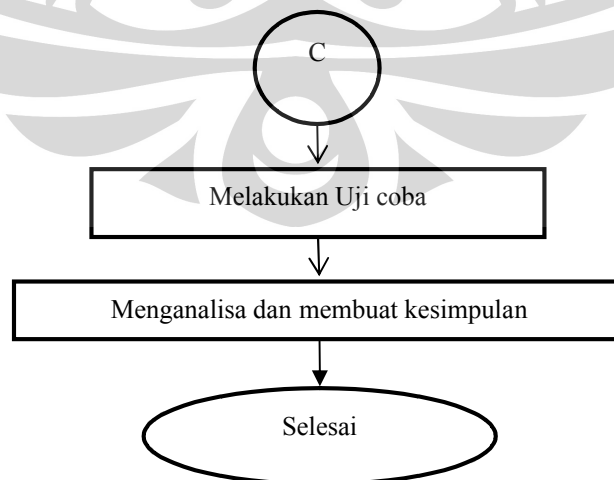
FLOW CHART 1.2 Tahap Pengumpulan Data

1.6.3 Tahap Pengolahan Data dan Analisa



FLOW CHART 1.3 Tahap Pengolahan Dan Analisa Data

1.6.4 Tahap Kesimpulan



FLOW CHART 1.4 Tahap Kesimpulan

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Produktifitas

Seiring dengan berjalannya kemajuan, setiap perusahaan selalu mengutamakan perbaikan yang terus-menerus. Hal yang sangat mendukung terletak pada peningkatan output yang dihasilkan oleh setiap pekerja dan juga peningkatan kapasitas produksi yang terus membaik. Keduanya saling mendorong perusahaan untuk mendapatkan keuntungan atau *profit* dan tantangan selanjutnya ialah mendapatkan *profit* dengan mencari *customer* baru ataupun menghasilkan produk yang baru untuk meningkatkan kapabilitas. Tetapi pada saat yang bersamaan, biaya upah naik dan menjadi halangan perusahaan untuk mencari keuntungan yang lebih. Satu-satunya cara agar bisnis dapat tetap berjalan dan bertumbuh dan juga demi meningkatkan keuntungan ialah dengan cara menaikkan nilai produktifitas.¹

Dan dalam hal ini, area produksi ialah salah satu area yang sangat dapat menghasilkan ataupun menambah profit. Karena produksi adalah suatu proses yang mengkombinasi berbagai input *immaterial* dan material produksi supaya menghasilkan sesuatu produk untuk dikonsumsi. Cara yang digunakan ialah mengkombinasikan input kegiatan produksi dan bahan sehingga menghasilkan output. Fungsi produksi menggambarkan kinerja produksi dan produktifitas adalah ukurannya dan mengumpulkan semua keperluannya, yaitu: teknikal metode (*methods engineering*), perhitungan waktu kerja (*time study*) dan perbaikan design proses kerja (*work design*), kesemuanya itu memenuhi dengan baik seluruh kebutuhan dalam peningkatan produktifitas.²

¹ Benjamin Niebel & Andris Freivalds (2003), *Methods, Standard, and Work Design*, McGRAW HILL, page 1

² Ibid, page 3

2.1.1 Definisi Produktifitas

Produktifitas adalah suatu istilah yang mempunyai sejumlah arti yang berbeda, tetapi paling umum produktifitas dihubungkan dengan efektifitas tenaga kerja di dalam industri. Dalam pengertian luas, produktifitas dapat berarti rasio atau perbandingan output terhadap beberapa atau seluruh sumber daya yang digunakan untuk menghasilkan output.³

$$\text{Produktifitas} = \text{Output} / \text{Input} \dots\dots\dots (2.1)$$

Produktifitas bisa dibayangkan sebagai suatu ukuran dari efisiensi produksi. Dengan demikian ukuran-ukuran kuantitatif dari input dan output sangat ditekankan dan merupakan suatu konsep yang ilmiah, dalam pengertian bahwa secara logika digambarkan dengan pengalaman mengamati. ini juga terukur di dalam terminologi yang kuantitatif, yang memenuhi persyaratan sebagai suatu "variabel" seperti kebanyakan variabel-variabel ilmiah (seperti kepadatan atau hasil *pro-capita*), produktifitas dapat digambarkan dan diukur di dalam terminologi relatif atau yang absolut. Suatu definisi yang pantas produktifitas yang absolut adalah kuantitas fisik bekerja yang dihasilkan oleh suatu unit dari tenaga kerja yang secara langsung terlibat dalam kegiatan produksi.⁴

2.1.2 Produktivitas Tenaga Kerja (*Manpower Productivity*)

Produktivitas tenaga kerja mengandung arti berapa besar output yang dihasilkan oleh setiap pekerja atau operator sesuai dengan posisi dan jabatannya. Dengan melakukan pengukuran – pengukuran produktifitas tenaga kerja dengan metode-metode tertentu diharapkan dapat melakukan penyeimbangan antara beban kerja dengan jumlah tenaga kerja yang digunakan. Produktifitas tenaga

³ Ralph M. Barnes Sevent Edition (1980), *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*, page 1

⁴ Proquest Science Journal pg Mat 4 – Transaction of AACE International (1994). *Productivity: Measurement and Management*

kerja secara umum berbicara tentang hal yang sama seperti "rata-rata produk dari tenaga kerja". Rata-rata output per pekerja atau jam kerja pekerja, satu output bisa diukur di dalam terminologi secara fisik atau di dalam terminologi harga. Ini tidak sama seperti marjinal produk dari tenaga kerja, yang mengacu pada peningkatan hasil sebagai output bahwa diakibatkan oleh suatu peningkatan yang sesuai pada input tenaga kerja. Aspek kualitatif dari produktifitas tenaga kerja seperti kreatifitas, inovasi, perbaikan mutu pekerjaan dan efek dari area lain didalam perusahaan yang lebih sulit untuk diukur.

2.1.3 Aspek Produktifitas

Studi-studi produktifitas meneliti proses-proses teknis dan hubungan-hubungan rancang-bangun, seperti seberapa besar satu keluaran dapat dihasilkan di suatu periode tertentu dari waktu. Itu dihubungkan dengan konsep dari efisiensi. Sementara produktifitas adalah jumlah output yang dihasilkan dihubungkan dengan jumlah dari sumber daya (waktu dan uang) yang digunakan untuk kegiatan produksi. Perbaikan produktifitas ketika kuantitas output meningkat terhadap kuantitas input.

2.1.4 Peningkatan Produktifitas

Peningkatan produktifitas kerja ialah suatu aktifitas perbaikan dan merupakan sebuah target yang sangat ambisius untuk dicapai.⁵ Peningkatan produktifitas dapat dilakukan dengan melakukan metode-metode, yaitu:⁶

- A. Menghilangkan pekerjaan yang tidak memiliki nilai tambah (*unnecessary work*)
- B. Menggabungkan beberapa proses (*combining*)
- C. Mengubah urutan kerja (*sequence*)
- D. Menyederhanakan pekerjaan (*simplify*)

⁵ Philip E, Hicks (1994), *Industrial Engineering and Management*, 269

⁶ Ralph M. Barnes Sevent Edition (1980), *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*, page 50

Perusahaan dapat meningkatkan produktifitas dengan berbagai cara. Metode yang paling jelas adalah melibatkan otomasi dan komputerisasi yang memperkecil tugas-tugas yang harus dilaksanakan oleh karyawan. Alasan pentingnya standarisasi kerja dan tantangan marketing untuk mendapatkan *profit* ialah kesulitan dari perusahaan untuk sesegera mungkin menghasilkan kenaikan kapasitas output dengan seminimal mungkin menambah *cost*.⁷

Baru-baru ini, lebih sedikit teknik yang sedang dilaksanakan dengan melibatkan kenyamanan desain dan ergonomi pekerja atau kenyamanan karyawan, teori pemeliharaan, dapat menghasilkan lebih dari (sekedarnya) suatu rekan pendamping yang berjuang sepanjang hari. Faktanya, beberapa studi menuntut bahwa mengukur peningkatan temperatur tempat kerja yang mempunyai pengaruh yang drastis pada produktifitas dikantor. Percobaan yang dilaksanakan oleh perusahaan *Shiseido Jepang* juga mengusulkan bahwa produktifitas bisa meningkat dengan pemberian wewangian atau *deodorising* pada system *air conditioner* ditempat kerja. Faktor-faktor yang mempengaruhi usaha peningkatan produktifitas ialah:⁸

- a. Faktor Teknis: yaitu faktor yang berhubungan dengan pemakaian dan penerapan fasilitas produksi secara lebih baik, penerapan metode kerja yang lebih efektif dan efisien, dan atau penggunaan bahan baku yang lebih ekonomis.
- b. Faktor Manusia: yaitu faktor yang mempunyai pengaruh terhadap usaha-usaha yang dilakukan manusia didalam menyelesaikan pekerjaan yang menjadi tugas dan tanggung jawabnya. Disini ada dua hal pokok yang menentukan, yaitu kemampuan kerja (*ability*) dari pekerja tersebut dan yang lain adalah motivasi kerja yang merupakan pendorong ke arah kemajuan dan peningkatan prestasi kerja atas seseorang.

“Dan alat yang paling fundamental dalam meningkatkan produktivitas adalah: metode, pengukuran waktu kerja (*work measurement*) dan *work methods*

⁷ Robin Cooper and Brian Maskell (2008), International Journal, How to Manage Through Worse-Before-Better

⁸ Sritomo Wignjosoebroto (2003), *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, hal 9

and design".⁹ Dalam hal ini *human factor* sangatlah berpengaruh, karena pada dasarnya fokus kepada kondisi dasar manusia dan interaksinya terhadap produk, peralatan (*equipment*), fasilitas, prosedur dan juga lingkungan pada area kerjanya.¹⁰

2.2 Two Hand Process Chart

Bagian ini menerangkan penghitungan waktu kerja dengan memetakan gerakan tangan kiri dan tangan kanan (*left and right hand chart*) atau peta operator (*operator process chart*).¹¹

Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan, dalam hal ini lebih dikenal sebagai peta operator (*Operator Process Chart*) adalah peta kerja setempat yang bermanfaat untuk menganalisa gerakan tangan manusia didalam melakukan pekerjaan-pekerjaan yang bersifat manual. Peta ini akan menggambarkan semua gerakan ataupun delay yang terjadi yang dilakukakan oleh tangan kanan maupun tangan kiri secara mendetail sesuai dengan elemen-elemen *Therblig* yang membentuk gerakan tersebut. Dengan menganalisa gerakan yang terjadi , maka langkah-langkah perbaikan bisa diusulkan. Pembuatan peta operator ini baru terasa bermanfaat apabila gerakan yang dianalisa tersebut terjadi berulang-ulang (*repetitive*) dan dilakukan secara manual (seperti halnya dalam proses perakitan). Dari analisa yang dibuat maka pola gerakan tangan yang dianggap tidak efisien dan bertentangan dengan prinsip-prinsip ekonomi gerakan (*motion economy*) bisa diusulkan untuk diperbaiki. Demikian pula akan diharapkan terjadi keseimbangan gerakan yang dilakukan oleh tangan kanan dan tangan kiri, sehingga siklus kerja akan berlangsung dengan lancar dalam rytme gerakan yang lebih baik yang akhirnya mampu memberikan *delays* maupun operator *fatigue* yang minimum.

⁹ Benjamin Niebel & Andris Freivalds (2003), *Methods, standard, and Work Design*, McGRAW HILL, page 2

¹⁰ Mark S. Sanders, Phd & Ernest J. McCormick, PhD. (1993), "*Human Factors In Enginerring and design*", pg. 4

¹¹ Sritomo Wignjosoebroto (2003), *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, hal 152

Meskipun Franks dan Lilian Gilberth telah menyatakan bahwa gerakan-gerakan kerja manusia dilaksanakan dengan mengikuti 17 elemen dasar *Therblig* dan/atau kombinasi dari elemen-elemen *Therblig* tersebut, akan tetapi didalam membuat peta operator akan lebih efektif kalau hanya 8 elemen gerakan *Therblig* berikut ini yang digunakan, yaitu :

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| - <i>Reach</i> (RE) | - <i>Use</i> (U) |
| - <i>Grasp</i> (G) | - <i>Release</i> (RL) |
| - <i>Move</i> (M) | - <i>Delay</i> (D) |
| - <i>Position</i> (P) | - <i>Hold</i> (H) |

Selanjutnya peta penggambaran dari peta operator ini dapat diuraikan sebagai berikut :

- A. Pertama kali dituliskan “Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan “ (*Left & Right Hand Chart*) atau “Peta Operator” (*Operator Process Chart*) dan identifikasi semua masalah yang berkaitan dengan pekerjaan yang dianalisa seperti mana benda bekerja (plus gambar dan sketsanya), nomor gambar, deskripsi dari operasi atau proses, dan lain-lain.
- B. Penggambaran peta juga dilakukan berdasarkan skala waktu dan dibuat peta skala untuk mengamati gerakan dari tangan kanan dan tangan kiri. *Space* yang tersedia dalam hal ini diatur sedemikian rupa sehingga cukup proposional berdasarkan skala tersebut. Deskripsi dari tiap elemen tersebut dicantumkan dalam *space* yang tersedia. Di sini elemen-elemen kerja tersebut harus cukup besar untuk bisa diukur waktunya.
- C. Agar tidak membingungkan maka penggambaran peta dilaksanakan satu persatu. Setelah pemetaan gerakan tangan (misalnya) dilaksanakan secara penuh per siklus kerja, kemudian dilanjutkan dengan pemetaan secara lengkap gerakan yang dilakukan oleh tangan yang lain (tangan kiri). Penggambaran peta biasanya dilakukan segera setelah elemen melepas (*release*) dengan kode “RL” dilakukan pada *finish part*. Begitu elemen melepas sudah dilakukan, maka gerakan berikutnya biasanya akan

merupakan gerakan kerja untuk siklus operasi yang baru yaitu meraih (*reach*) benda kerja baru dan seterusnya.

Setelah semua gerakan tangan kanan dan tangan kiri selesai dipetakan untuk satu siklus kerja maka satu kesimpulan umum (*summary*) perlu dibuat pada bagian terbawah dari peta kerja ini, yaitu yang menunjukkan total siklus waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kerja, jumlah produk per siklus kerja, dan total waktu penyelesaian kerja per-unit produk. Jumlah total waktu kerja untuk tangan kanan dan tangan kiri haruslah sama. Pokok permasalahan disini apakah siklus waktu yang ada tersebut dipergunakan untuk kegiatan yang produktif atau tidak? Fungsi dari penggambaran peta ini akan melihat keseimbangan kerja yang dilakukan oleh tangan kanan dan tangan kiri pada saat menyelesaikan kerjja.

Demikian setelah suatu peta operator dengan metode yang sekarang dipergunakan telah selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah menganalisa perbaikan-perbaikan yang bagaimana yang bisa dilakukan agar gerakan kerja yang berlangsung bisa lebih efektif dan efisien lagi? disini analisa akan ditunjukkan terutama untuk kondisi-kondisi dimana tangan terlalu banyak melakukan gerakan "*delay*" atau "*hold*".

2.3 Work Place Design

Design dari operasi dari kerja manual diperkenalkan oleh Gilberths lewat motion study dan setelah itu dikembangkan oleh Barnes (1980). Untuk memaksimalkan pekerjaan, dapat dilakukan dengan memaksimalkan kapasitas manusia dan gerakan ekonomis (*human capabilities and motion economy*):¹²

- a. Maksimalkan gerakan otot di posisi gerakan yang membutuhkan tenaga sedang.
- b. Maksimalkan gerakan otot dengan gerakan yang pelan.
- c. Gunakan momentum untuk membantu pekerjaan
- d. Design atau atur pekerjaan yang dapat mengoptimalkan gerakan manusia

¹² Benjamin Niebel & Andris Freivalds (2003), *Methods, standard, and Work Design*, McGRAW HILL, page 130-140

- e. Gunakan otot yang besar untuk pekerjaan yang membutuhkan tenaga besar
- f. Usahakan penggunaan kekuatan ketika bekerja, masih berada 15 % dari tenaga maksimal.
- g. Gunakan design yang mengutamakan irama bekerja.
- h. Design pekerjaan yang mudah dilakukan oleh pekerjanya sendiri.
- i. Gunakan kekuatan yang rendah untuk gerakan yang presisi.
- j. Jangan mendesign untuk melakukan pekerjaan yang presisi setelah melakukan proses yang berat atau memerlukan tenaga besar.
- k. Gunakan gerakan peluru untuk proses yang memerlukan kecepatan.
- l. Mulai dan akhiri gerakan kedua tangan secara terus – menerus.
- m. Gerakkan tangan secara simetris dan simultan dari titik tengah badan.
- n. Gunakan ritme natural dari badan manusia.
- o. Gunakan motion gerakan yang terus – menerus.
- p. Gunakan gerakan yang dapat dipraktekkan dengan mudah.

Dan pada prinsipnya, perancangan design kerja dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Kinerja dari tubuh itu sendiri.
2. *Design* ataupun pengaturan dari area kerja, dan
3. *Design* dari peralatan pendukung.

Dalam hal ini, pembahasan akan berfokus pada point yang kedua, yaitu pengaturan area kerja yang dapat mempengaruhi kemaksimalan si pekerja dalam melakukan pekerjaannya. *Workplace design* ialah suatu aktivitas perancangan suatu proses atau area kerja dengan mempertimbangkan kondisi proses tersebut, seperti: bagaimana melakukan proses dengan mudah dan cepat, berapa waktu yang harus dicapai oleh proses tersebut dan bagaimana kondisi kenyamanan pekerja dalam melakukan proses tersebut.

Efisiensi dan dan *work design* adalah kunci dalam meningkatkan atau memperbaiki produktifitas dibanyak segi industri.¹³

¹³ Benjamin Niebel & Andris Freivalds (2003), *Methods, Standard, and Work Design*, McGRAW HILL, page XV

2.4 Ergonomi

Faktor yang penting yang menunjukkan karakteristik masyarakat industri yang hidup di negara maju ialah banyaknya orang yang hidup dalam lingkungan fisik yang merupakan hasil budidaya manusia (*man-made*). Hal ini akan kontras sekali dengan kehidupan masa lampau disaat kebanyakan dari mereka masih hidup dalam lingkungan alam yang asli (*natural environment*), hasil-hasil fisik buatan manusia ini meliputi banyak hal seperti: bangunan gedung, mesin, peralatan kerja, kendaraan, jalan raya, dan lain-lain.¹⁴

Perubahan waktu – walaupun secara perlahan-lahan telah merubah manusadari keadaan primitif/tradisional menjadi manusia yang berbudaya/modern. Disini manusia berusaha mengadaptasikan dirinya menurut situasi dan kondisi lingkungannya. Hal ini terlihat pada perubahan rancangan peralatan (teknologi) yang dipergunakan manusia untuk menaklukkan alam lingkungannya. Banyak bukti yang menunjukkan perbuatan manusia untuk menyesuaikan diri mereka dengan kondisi alam yang pada dasarnya hal ini akan menunjukkan tingkat kebudayaan mereka yang berkembang dari masa ke masa.

Tujuan pokok manusia untuk selalu mengadakan perubahan – rancangan peralatan-peralatan yang dipakai adalah untuk memudahkan dan mengenakan operasi penggunaannya. Disiplin keilmuan – lahir dan berkembang sekitar pertengahan abad 20 ini – yang berkaitan dengan perancangan peralatan dan fasilitas kerja yang memperhatikan aspek-aspek manusia sebagai pemakaiannya dikenal kemudian dengan nama ERGONOMI.

Ergonomi berasal dari kata Yunani yaitu *Ergo* yang berarti kerja dan *Nomos* yang berarti hukum. Dengan demikian ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. Istilah ergonomi lebih populer digunakan oleh beberapa negara Eropa Barat. Di Amerika istilah ini lebih dikenal sebagai *Human Factors Engineering* atau *Human*

¹⁴ Sritomo Wignjosobroto (2003) dalam bukunya “Ergonomi, studi gerak dan waktu”, hal 53

Engineering. demikian pula ada banyak istilah lainnya yang secara praktis mempunyai maksud yang sama seperti *Biomechanics*, *Bio-technology*, *Engineering Psychology* atau *Arbeitswissenschaft* (Jerman). Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Disiplin ini berangkat dari kenyataan bahwa manusia memiliki batas-batas kemampuan – baik jangka pendek maupun jangka panjang – pada saat berhadapan dengan keadaan lingkungan sistem kerjanya yang berupa perangkat keras/*hardware* (mesin, peralatan kerja, dll) dan/atau perangkat lunak/*software* (metode kerja, sistem dan prosedur, dll). Dengan demikian terlihat jelas bahwa ergonomi adalah suatu keilmuan yang multi disiplin, karena disini akan mempelajari pengetahuan-pengetahuan dari ilmu kehayatan (kedokteran dan biologi), ilmu kejiwaan (*psychology*) dan kemasyarakatan (sosiologi). Pada prinsipnya disiplin ergonomi akan mempelajari apa akibat-akibat jasmani, kejiwaan dan sosial dari teknologi dan produk-produknya terhadap manusia melalui pengetahuan-pengetahuan tersebut pada jenjang mikro maupun makro. Karena yang dipelajari adalah akibat-akibat (dampak) dari teknologi dan produk-produknya, maka pengetahuan khusus dipelajari akan berkaitan dengan teknologi seperti Biomekanika, *Anthropometri* Teknik, Teknologi Produksi, Lingkungan Fisik (temperatur, pencahayaan, dsb) dan lain-lain.

Maksud dan tujuan dari disiplin ergonomi adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk-produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia-manusia (teknologi) yang optimal. Dengan demikian disiplin ergonomi melihat permasalahan interaksi tersebut sebagai suatu sistem dengan pemecahan-pemecahan masalahnya melalui proses pendekatan sistem pula.

Human engineering atau sering pula disebut sebagai ergonomi didefinisikan sebagai perancangan “*man-machine interface*” sehingga pekerja dan mesin (atau produk lainnya) bisa berfungsi lebih efektif dan efisien sebagai sistem manusia-mesin yang terpadu. Disiplin ini akan mencoba membawa kearah proses perancangan mesin yang tidak saja memiliki kemampuan produksi yang lebih

canggih lagi, melainkan juga memperhatikan aspek-aspek yang berkaitan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia yang mengoperasikan mesin tersebut. Tujuan pokoknya adalah terciptanya desain sistem manusia-mesin yang terpadu sehingga efektifitas dan efisiensi kerja bisa tercapai secara optimal.

Disiplin *Human engineering* atau ergonomi banyak diaplikasikan dalam berbagai proses perancangan produk (*man-made objects*) ataupun operasi kerja sehari-harinya. Sebagai contoh desain dari dials atau instrumental display (*man-machine interface*) akan banyak mempertimbangkan aspek-aspek ergonomi ini. Demikian juga dalam sebuah stasiun kerja, semua fasilitas kerja seperti peralatan, material, haruslah diletakkan didepan dan berdekatan (jarak jangkauan normal) dengan posisi operator kerja. Hal ini sesuai dengan prinsip-prinsip ekonomi gerakan. Dengan mengaplikasikan aspek-aspek ergonomi atau *human engineering* maka dapat dirancang sebuah stasiun kerja yang bisa dioperasikan oleh rata-rata manusia. Disiplin ergonomi – khususnya yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (*anthropometri*) – telah menganalisa, mengevaluasi dan membakukan jarak jangkauan yang memungkinkan rata manusia untuk melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan gerakan-gerakan yang sederhana. Contoh lain dari aplikasi disiplin ergonomi juga bisa dilihat dalam proses perancangan peralatan kerja (*tools*) untuk penggunaan yang lebih efektif. Perkakas kerja seperti obeng atau gunting misalnya dengan pegangan (*handles*) yang berbentuk kurva pada dasarnya merupakan hasil dari human engineering studies. Desain *handle* yang berbentuk kurva – dan disesuaikan dengan bentuk gengaman tangan – akan memudahkan cara pengoperasian peralatan tersebut.

Seperti telah dijelaskan terdahulu, disiplin ergonomi adalah suatu cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik; yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, efisien, aman, dan nyaman. Dengan sistem kerja disini dimaksudkan sistem hubungan manusia-mesin (teknologi) yang dipertimbangkan sebagai sistem terpadu (integral). Kalau disaat-saat yang lalu perancangan mesin semata-mata ditekankan pada kemampuannya untuk memproduksi semata – dengan atau sedikit sekali

memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan elemen manusia – maka sekarang dengan ergonomi proses perancangan mesin akan memperhatikan aspek-aspek manusia dalam interaksinya dengan mesin secara lebih baik lagi. Dengan kata lain disini manusia tidak lagi harus menyesuaikan dirinya dengan mesin yang dioperasikan (*the man fits to the design*), melainkan sebaliknya yaitu mesin dirancang dengan terlebih dahulu memperhatikan kelebihan dan keterbatasan manusia yang mengoperasikannya (*the design fits to the man*). Sebagai suatu ilmu, ergonomi telah berkembang mulai dari mempelajari manusia sebagai “kotak hitam” (*black box*) yang menghasilkan budi-daya (teknologi dan produk-produknya) sampai mempelajari proses terjadinya budi-daya tersebut di dalam diri manusia sendiri. Manusia – yang merupakan salah satu komponen dari suatu sistem kerja – dengan segala aspek, sifat dan tingkah lakunya merupakan makhluk yang kompleks. Untuk mempelajari manusia, tidak cukup ditinjau dari satu segi ilmu saja. Oleh sebab itulah maka untuk mengembangkan ergonomi memerlukan dukungan dari berbagai disiplin keilmuan seperti kedokteran (faal/anatomi), psikologi, antropologi, biologi, disamping berbagai disiplin teknologi lainnya. Perancangan sistem kerja (mesin, peralatan kerja, dll) sebagai contoh dalam hal ini akan memperhatikan aspek-aspek berbagai disiplin keilmuan tersebut.

Dari introduksi singkat yang telah diuraikan diatas maka dapat ditarik beberapa pokok-pokok kesimpulan mengenai disiplin ergonomi, yaitu sebagai berikut:

- a. Fokus perhatian dari ergonomi ialah berkaitan erat dengan aspek-aspek manusia. Didalam perencanaan “*man-made objects*” dan lingkungan kerja. Pendekatan ergonomi akan ditekankan pada penelitian kemampuan keterbatasan manusia —baik secara fisik maupun mental psikologis — dan interaksinya dalam sistem manusia-mesin yang integral. Secara sistematis pendekatan ergonomi kemudian akan memanfaatkan informasi tersebut untuk tujuan rancangan bangun, sehingga akan tercipta produk, sistem atau lingkungan kerja yang lebih sesuai dengan manusia. Pada gilirannya rancangan yang ergonomis akan dapat meningkatkan efisiensi, efektifitas dan

produktifitas kerja, serta dapat menciptakan sistem serta lingkungan kerja yang cocok, aman, nyaman dan sehat.

- b. Ergonomi didefinisikan sebagai “*a discipline concerned with designing man-made objects (equipments) so that people can use them effectively and safely and creating environments suitable for human living and work*”¹. Dengan demikian jelas bahwa pendekatan ergonomi akan mampu menimbulkan “*functional effectiveness*” dan kenikmatan-kenikmatan pemakaian dari peralatan fasilitas maupun lingkungan kerja yang dirancang.
- c. Maksud dan tujuan utama dari pendekatan disiplin ergonomi diarahkan pada upaya memperbaiki performans kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, *accuracy*, keselamatan kerja disamping untuk mengurangi enersi kerja yang berlebihan serta mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat. Disamping itu disiplin ergonomi diharapkan pula mampu memperbaiki pendayagunaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia (*human errors*). Manusia adalah manusia bukanlah mesin! Mesin tidaklah seharusnya mengatur manusia, untuk itu bebanilah manusia (operator/pekerja) dengan tugas-tugas yang manusiawi.
- d. Pendekatan khusus yang ada dalam disiplin ergonomi ialah aplikasi yang sistematis dari segala informasi yang relevan yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia didalam perancangan peralatan, fasilitas dan lingkungan kerja yang dipakai. Untuk ini analisis dan penelitian ergonomi akan meliputi hal-hal yang berkaitan dengan :
1. Anatomi (struktur), fisiologi (bekerjanya) dan *anthropometri* (ukuran) tubuh manusia.
 2. Psikologis yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.
 3. Kondisi-kondisi kerja yang dapat mencederai baik dalam waktu pendek maupun panjang ataupun membuat celaka manusia; dan sebaliknya ialah kondisi-kondisi kerja yang dapat membuat nyaman kerja manusia.
 4. Dengan memperhatikan hal-hal tersebut maka penelitian dan pengembangan ergonomi akan memerlukan dukungan berbagai disiplin

keilmuan seperti psikologi, *anthropologi*, faal/anatomi dan teknologi (*engineering*).

5.1 Antropometri

Istilah Anthropometri berasal dari “anthro” berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran.¹⁵ Secara definitif anthropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk ukuran (tinggi, lebar, dsb) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam memerlukan interaksi manusia. Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

1. Perancangan areal kerja (*work station*, interior mobil, dll)
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya.
3. Perancangan produk-produk *konsumtif* seperti pakaian, kursi/meja komputer, dll.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.
5. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data anthropometri akan menentukan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan/menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancang produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangannya tersebut.

Secara umum sekurang-kurangnya 90% : 95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakannya dengan seleyaknya. Dalam beberapa kasus tertentu ada beberapa produk —sebagai contoh kursi mobil — yang dirancang secara fleksibel, dapat digerakkan maju-

¹⁵ Sritomo Wignjosubroto (2003) dalam bukunya “*Ergonomi, studi gerak dan waktu*”, hal 60

mundur dan sudut sandarannya bisa pula dirubah untuk menciptakan posisi yang nyaman. Rancangan produk yang dapat diatur secara fleksibel jelas memberikan kemungkinan yang lebih besar bahwa produk tersebut akan mampu dioperasikan oleh setiap orang meskipun ukuran tubuh mereka akan berbeda-beda. Pada dasarnya peralatan kerja yang dibuat dengan mengambil referensi dimensi tubuh tertentu jarang sekali bisa mengakomodasikan seluruh range ukuran tubuh dari populasi yang akan memakainya. Kemampuan penyesuaian (*adjustability*) suatu produk merupakan satu prasyarat yang amat penting dalam proses perancangannya; terutama untuk produk-produk yang berorientasi ekspor.

Data anthropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam percentiliter tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun fasilitas kerja akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip-prinsip apa yang harus diambil di dalam aplikasi data anthropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan sebagai berikut ini :

- a. Prinsip Perancangan Produk Bagi Individu Dengan Ukuran Yang Ekstrim.
Disini rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 (dua) sasaran produk, yaitu :
 - 1) Bisa sesuai ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau terlalu kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
 - 2) Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada)
Agar bisa memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran yang diaplikasikan ditetapkan dengan cara :
 - i. Untuk dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai percentile yang terbesar seperti 90-th, 95-th percentil. Contoh konkrit pada kasus ini bisa dilihat pada penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi dari pintu darurat, dll.
 - ii. Untuk dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai percentile yang paling rendah (1-th, 5-th, 10-th percentile) dari

distribusi data anthropometri yang ada. Hal ini diterapkan sebagai contoh dalam penetapan jarak jangkauan dari suatu mekanisme kontrol yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja.

Secara umum aplikasi data anthropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja akan menetapkan nilai 5-th percentile untuk dimensi maksimum dan 95-th untuk dimensi minimumnya.

b. Prinsip Perancangan Produk Yang Bisa Dioperasikan Di antara Rentang Ukuran Tertentu.

Disini rancangan bisa dirubah-rubah ukurannya sehingga cukup fleksible dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil yang mana dalam hal ini letaknya bisa digeser maju/mundur dan sudut sandarannya pun bisa berubah-ubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksible, semacam ini maka data anthropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai 5-th s/d 95-th percentile.

c. Prinsip Perancangan Produk Dengan Ukuran Rata-rata

Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka yang berbeda dalam ukuran rata-rata. Berkaitan dengan aplikasi data anthropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa saran/rekomendasi yang bisa diberikan sesuai dengan langkah-langkah sebagai berikut :

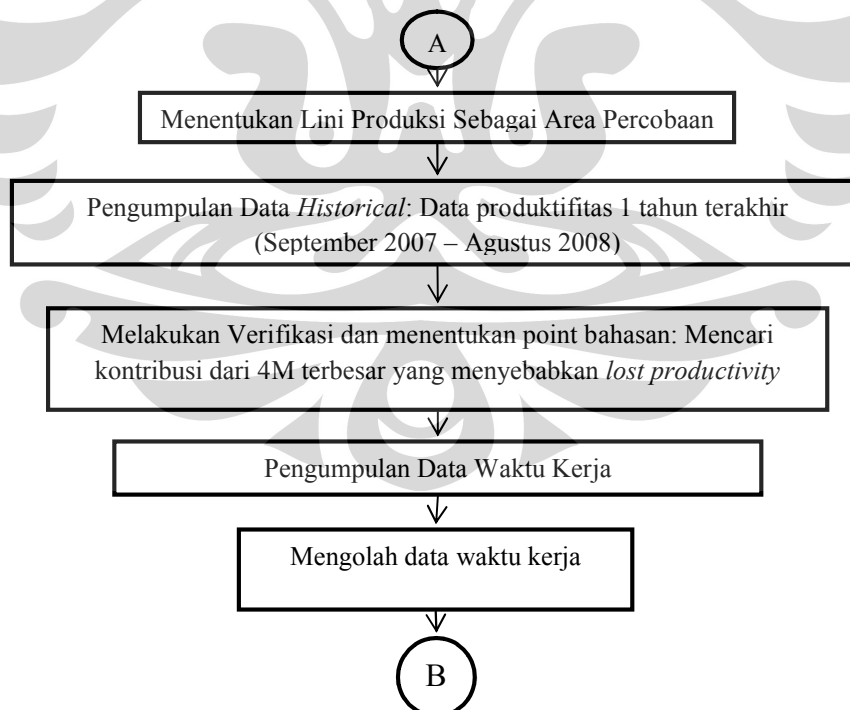
1. Pertama kali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
2. Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut; dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data structural body dimension ataukah functional body dimension.

3. Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi terget utama pemakai rancangan produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai “*market segmentation*” seperti produk mainan untuk anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita, dll.
4. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksible (*adjustable*) ataukan ukuran rata-rata.
5. Pilih prosentasi populasi yang harus diikuti ; 90-th, 95-th, 99-th ataukah nilai percentile yang lain yang dikehendaki.
6. Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi selanjutnya pilih/tetapkan nilai ukurannya dari tabel data anthropometri yang sesuai. Aplikasikan data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator, pemakaian sarung tangan (*gloves*), dan lain-lain.

BAB 3 PENGUMPULAN DATA

3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data diawali dengan menentukan lini produksi yang menjadi bahan penelitian, lalu mengambil atau mengumpulkan data *historical* dari lini produksi tersebut. Setelah mendapatkan data *historical* dari lini produksi tersebut, penelitian dilanjutkan kepada detail masalah terbesar apa yang menjadi akar permasalahan ketidaktercapaian output dari lini produksi tersebut. Karena pembatasan masalah yang dilakukan ialah membatasi masalah pada sistem proses saja, maka langkah selanjutnya ialah mengambil data aktual dari proses di lini produksi tersebut lalu mensummary atau menyimpulkan hasil dari pengumpulan data yang telah dilakukan. *Flow* pengumpulan data dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Flow Chart 3.1. Proses Pengumpulan Data

3.2 Data Historical

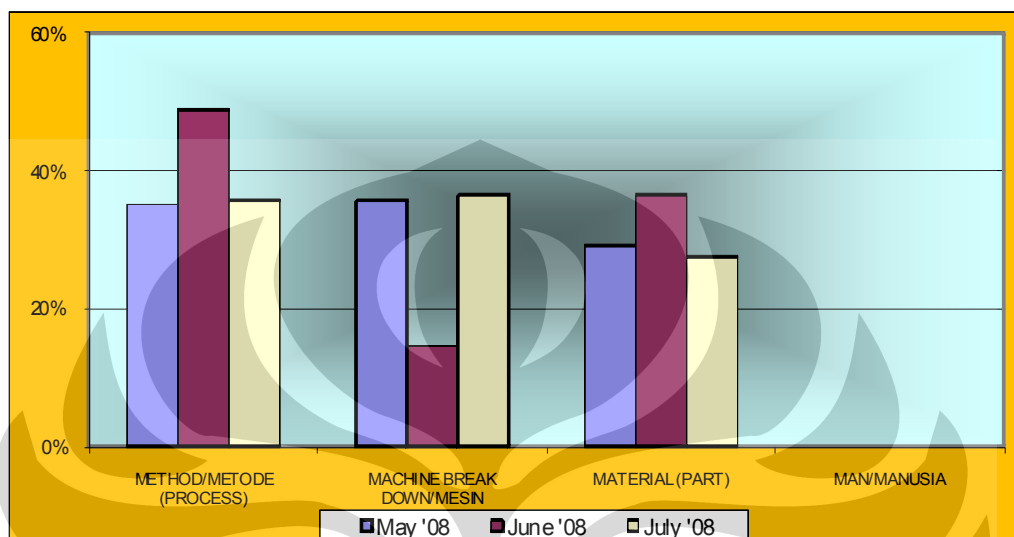
Latar belakang atau awal dari penelitian ini didasari oleh data *historical*. Dari data yang ada, lini produksi G6DS menunjukkan pencapaian output yang sangat memprihatinkan, fakta yang ada lini produksi ini tidak pernah mencapai target yang telah ditentukan. Lihat Grafik 3.1. Selama hampir satu tahun, dari target 4606 *piece* produk yang ditargetkan, tidak pernah sekalipun data rata – rata selama satu bulan mencapai output sama atau bahkan lebih dari targetnya. Hal ini yang jadi dasar timbulnya pertanyaan, mengapa output tidak tercapai.



Grafik 3.1. Historical Data (Kondisi Output 1 Tahun Terakhir)

Setelah mendapat data historical dari lini produksi G6DS, pengumpulan data selanjutnya ialah mengetahui masalah apa yang menjadi akar permasalahan mengapa output lini produksi G6DS tidak tercapai. Pengumpulan data dilakukan berdasarkan pengelompokan yang biasa dilakukan di industri *manufaktur* yaitu dari sisi 4M (*Method, Machine, Material dan Man*) atau metode (*proses*), mesin, material dan manusia itu sendiri. Dan dari 3 bulan terakhir pengumpulan data

yang dilakukan, didapat hasil bahwa masalah metode atau proses menjadi masalah yang terbesar dari ketidaktercapaian output lini produksi G6DS. Data dapat kita lihat di gambar 3.1.



Gambar 3.1 Data 4M *Major Loses*/Kontribusi Terbesar Terhadap Kekurangan Output

3.3 Pengambilan Data Kondisi Aktual (*Observasi langsung*)

Dari data 4M *major loses* yang didapatkan, diketahui bahwa masalah metode/proses menjadi masalah yang terbesar dari ketidaktercapaian output lini produksi G6DS. Maka daripada itu penelitian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui problem utama mengapa proses begitu berdampak pada kekurangan output produksi.

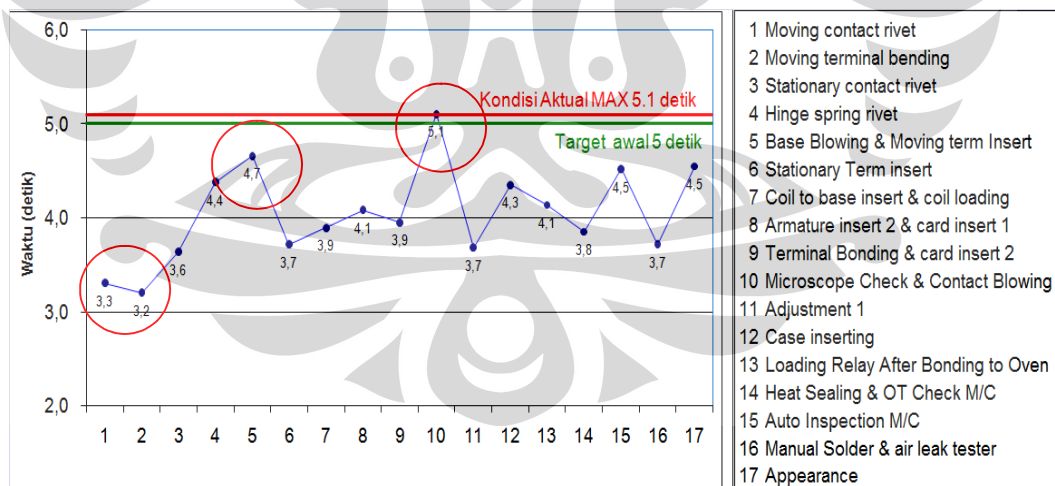
Untuk mendapatkan jawaban dari pertanyaan di atas, ialah dengan cara mengetahui keefektifan lini produksi tersebut dalam menghasilkan output. Pengambilan data dilakukan pada keseluruhan proses untuk mengetahui keseimbangan lini produksi tersebut dalam menghasilkan output.

Seperti yang kita ketahui, waktu yang terlama dari suatu lini produksi ialah salah satu parameter utama dalam mencapai seberapa banyak output yang dihasilkan. Data dapat dilihat pada tabel 3.1. dan grafik 3.3.

Tabel 3.1 Data Waktu Kerja Aktual

Tanggal : 19 Agustus 2008

NO	PROSES	Waktu (detik/pieces)										AVG
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Moving contact rivet	3,38	3,24	3,39	3,37	3,27	3,23	3,31	3,20	3,24	3,39	3,3
2	Moving terminal bending	3,57	3,41	3,4	3,30	3,31	3,30	3,10	3,21	3,31	3,36	3,2
3	Stationary contact rivet	3,20	3,61	3,91	3,53	3,35	3,45	5,53	3,20	3,21	3,35	3,6
4	Hinge spring rivet	4,13	4,34	4,42	4,98	4,78	4,08	4,87	3,97	3,91	4,31	4,4
5	Base Blowing & Moving term Insert	4,63	4,99	4,86	4,62	4,73	4,76	4,35	4,81	4,25	4,55	4,7
6	Stationary Term insert	3,75	3,39	3,99	3,79	4,24	3,76	3,73	3,23	3,60	3,69	3,7
7	Coil to base insert & coil loading	3,67	3,11	4,32	3,59	3,62	3,41	4,03	4,39	4,25	4,53	3,9
8	Armature insert 2 & card insert 1	5,17	3,32	3,42	5,24	3,16	3,24	5,43	3,19	3,11	5,52	4,1
9	Terminal Bonding & card insert 2	4,43	4,72	2,34	4,56	4,61	2,21	5,00	4,80	2,17	4,64	3,9
10	Microscope Check & Contact Blowing	5,12	5,12	5,15	5,20	4,95	5,17	5,01	5,15	5,08	5,18	5,1
11	Adjustment 1	10,21	10,39	10,10	10,85	12,07	11,03	12,45	10,20	12,86	10,27	11,0
12	Adjustment 2	12,21	11,68	13,87	13,96	13,73	13,11	11,92	13,12	12,08	13,78	12,9
13	Adjustment 3	10,29	11,50	15,53	11,21	10,95	13,60	14,40	14,71	10,27	10,05	12,3
14	Case inserting	9,14	8,52	9,10	8,66	8,67	8,61	8,39	8,66	8,37	8,85	8,7
15	Loading Relay After Bonding to Oven	4,14	4,16	4,15	4,28	4,04	4,05	4,25	4,15	4,11	4,01	4,1
16	Heat Sealing & OT Check M/C	3,55	3,94	3,96	4,00	3,90	3,82	3,82	3,94	3,74	3,82	3,8
17	Auto Inspection M/C	4,53	4,50	4,44	4,44	4,41	4,91	4,50	4,55	4,41	4,48	4,5
18	Manual Solder & air leak tester	7,44	6,94	7,66	6,94	7,92	6,63	8,02	7,35	7,77	7,61	7,4
19	Appearance	116,45	90,16	97,59	110,32	130,77	125,98	104,72	125,09	131,65	103,62	113,6



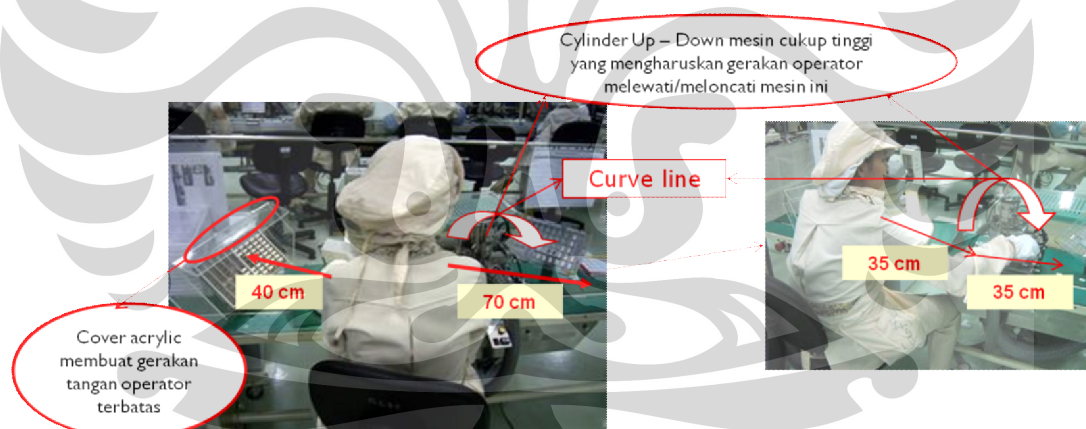
Grafik 3.2 Data Waktu Kerja Aktual

Dan dari data yang di peroleh menunjukkan bahwa terdapat satu proses yang dilakukan lebih lama dari waktu target yang ditentukan saat masspro. Proses tersebut adalah proses *microscope checking*, waktu dari proses ini adalah 5.1

detik, sedangkan target yang telah ditentukan adalah 5 detik. Hal inilah yang selama ini tidak diketahui oleh supervisor produksi mengapa lini produksinya tidak pernah mencapai output sesuai dengan target yang telah ditentukan. Dari data yang didapatkan dari proses penghitungan waktu kerja juga didapatkan kesempatan melakukan *improvement* atau perbaikan yang dapat dilakukan berdasarkan observasi yang dilakukan dengan fokus kepada *workplace design* dari proses-proses yang ada. Perbaikan dapat dilakukan juga pada proses *base blowing-moving terminal insert* dan pada dua proses yang sangat cepat dan memungkinkan untuk digabung, yaitu proses *moving contact rivet* dan *moving terminal bending* dengan me-*redesign* area kerjanya.

3.4 Two Hand Process Chart (Peta Proses Dua Tangan Operator) Kondisi Aktual

3.4.1 Proses *Microscope Checking*



Gambar 3.2 *Lay out Proses Microscope Checking* Sebelum di Improve

Dari gambar di atas kita dapat melihat bahwa ada kondisi *lay out* pekerjaan atau area kerja dari operator yang kurang mendukung proses kerja dari operator proses tersebut. Hal ini yang dapat menyebabkan waktu kerja dari proses ini tidak dapat mencapai target yang ditentukan yakni 5 detik, tetapi berdasarkan

perhitungan waktu kerja dari proses ini mencapai 5.1 detik yang berarti melebihi target yang ada.

Dari hasil observasi langsung, didapatkan beberapa kondisi yang menjadi masalah utama dari tidak tercapainya waktu kerja standar atau standar time dari proses ini, diantaranya ialah:

1. Jarak tangan kiri untuk meraih produk di palet sebelah kiri cukup jauh.
2. *Cover acrylic* di atas palet produk mengganggu atau membatasi gerakan tangan operator.
3. Jarak tangan kanan untuk meletakkan produk hasil *microscope* ke mesin *sucking blowing* dan setelahnya ke konveyor sangat jauh samapi mencapai 70 cm.
4. Dan mesin *sucking-blowing* yang berada di samping operator sangat mengganggu pergerakan tangan kanan dari operator, dimana mesin tersebut cukup tinggi dan mengharuskan operator mengangkat tangan kanannya untuk melewati mesin tersebut.

Berikut adalah pemetaan dari gerakan dua tangan operator ketika melakukan proses (*two hand proses chart*):

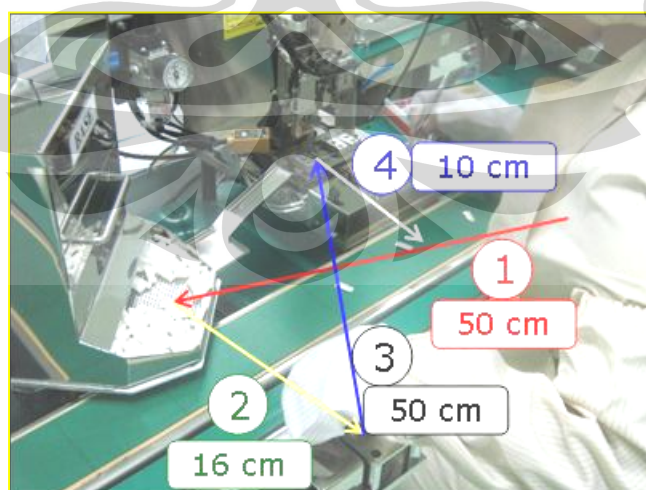
Tabel 3.2 Peta Proses Operator (*Two Hand Proses Chart*) Proses *Microscope Checking* Sebelum di *Improve*

PETA PROSES OPERATOR							
Type		: G6DS					
No Proses		: 9					
Nama Proses		: <i>Microscope Checking</i>					
Tanggal		: 19 Agustus 2008					
Pemeriksa		: Jewsense					
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Simbol	Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan	
MENUJU palet tempat relay yang akan dimicroscope	40	0,8	M	D	1,9	0	Menunggu
Mengambil relay yang akan dimicroscope	0	0,3	G				
Membawanya ke bawah microscope	40	0,8	M				
Memegang relay selama pengecekan dilakukan	0	1	H	H	1	0	Memegang relay selama pengecekan dilakukan
Menunggu	0	0,9	D	M	0,9	35	Membawa dan memposisikan relay yang sudah dimicroscope ke jig mesin sucking blowing
Sucking blowing process	0	1	D	D	1	0	Sucking blowing process
Menunggu	0	0,3	D	G	0,3	35	Mengambil produk setelah sucking blowing dan meletakkannya di konveyor
TOTAL	80	5,10			5,10	70	
Siklus waktu		: 5.1 detik					
Unit/siklus waktu		: 1 unit					
Waktu per unit		: 5.1 detik					

Dari data di atas ada beberapa langkah yang akan dilakukan untuk memperbaiki waktu kerja dari proses microscope cheking, di antaranya ialah:

1. Jarak mengambil (*grasping*) dan membawa kembali relay untuk di *microscope* dengan tangan kiri yang semula berjarak 40 cm akan di buat menjadi 30 cm dengan me-*redesign* area kerja atau lay out dari perlengkapan kerja dari proses tersebut, yakni mendekatkan palet produk yang berada di sebelah kiri operator.
2. Jarak untuk meletakkan product setelah di *inspect* di mesin *sucking-blowing* dengan tangan kanan yang semula berjarak 35 cm akan dibuat menjadi 25 cm dengan me-*redesign* area kerja atau lay out dari perlengkapan kerja dari proses tersebut, yakni mendesign ulang *layout* dari mesin yang yang berada di sebelah kanan operator.
3. Jarak meletakkan product setelah di *sucking-blowing* ke konveyor yang semula berjarak 30 cm akan diperdekat manjadi 10 cm yakni mendesign ulang *layout* dari mesin yang yang berada di sebelah kanan operator.

3.4.2 Proses *Base Blowing & Terminal Inserting*



Gambar 3.3 Lay out Proses *Base Blowing – Terminal Inserting* Sebelum di *Improve*

Dari gambar di atas kita dapat melihat bahwa ada kondisi *lay out* pekerjaan atau area kerja dari operator yang kurang mendukung atau kurang memaksimalkan proses kerja dari operator proses tersebut. Hal ini yang dari hasil observasi langsung, didapatkan beberapa kondisi yang menjadi kesempatan yang didapat untuk memperbaiki waktu kerja standar atau standar time dari proses ini, diantaranya ialah:

1. Jarak tangan kiri untuk mengambil base di *part box* cukup jauh yaitu 50 cm.
2. Jarak gerakan tangan kiri ke mesin *sucking blowing* dapat diperkecil, dan yang sangat tidak baik dari proses ini ialah gerakan tangan operator harus melewati sisi bidang adari badannya sendiri yang mana gerakan ini dapat membuat bahu atau tangan operator cepat terasa pegal atau sakit.
3. Jarak pergerakan dari proses *sucking-blowing* menuju mesin terminal insert cukup jauh dan dapat diperdekat untuk mempercepat proses tersebut.

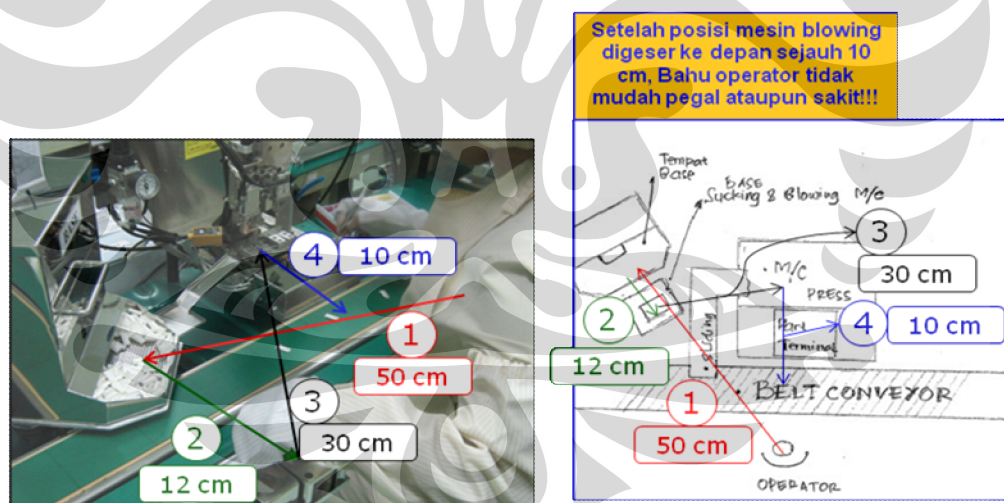
Berikut adalah pemetaan dari gerakan dua tangan operator ketika melakukan proses (*two hand proses chart*):

Tabel 3.3 Peta Proses Operator (*Two Hand Proses Chart*) Base Blowing – Terminal Inserting Sebelum diimprove

PETA PROSES OPERATOR							
Type : G6DS No Proses : 4 Nama Proses : Base Blowing & Terminal C Inserting Tanggal : 19 Agustus 2008 Pemeriksa : Jewsense							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Simbol	Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan	
Transportasi ke box base	50	0,5	M	D	3,3	0	Menunggu
Mangambil Base	0	0,5	G				
Membawa base ke mesin sucking blowing	16	0,5	M				
Memblowing base di mesin sucking blowing	0	0,5	P				
Membawa base ke jig mesin terminal inserting	50	0,6	M				
Meletakkan base tepat di jig mesin terminal C inserting		0,4	P				
Menunggu	0	1,1	H	G	0,3	10	Mengambil terminal C
				P	0,8	10	Meletakkan dan memposisikan di jig mesin terminal inserting
Mengambil base yang sudah diinsert terminal dari jig	0	0,3	G	U	0,3	10	Mengoperasikan switch ON mesin
Meletakkan base di konveyor	10	0,3	P	D			
TOTAL	126	4,70			4,70	30	
Siklus waktu : 4,7 detik Unit/siklus waktu : 1 unit Waktu per unit : 4,7 detik							

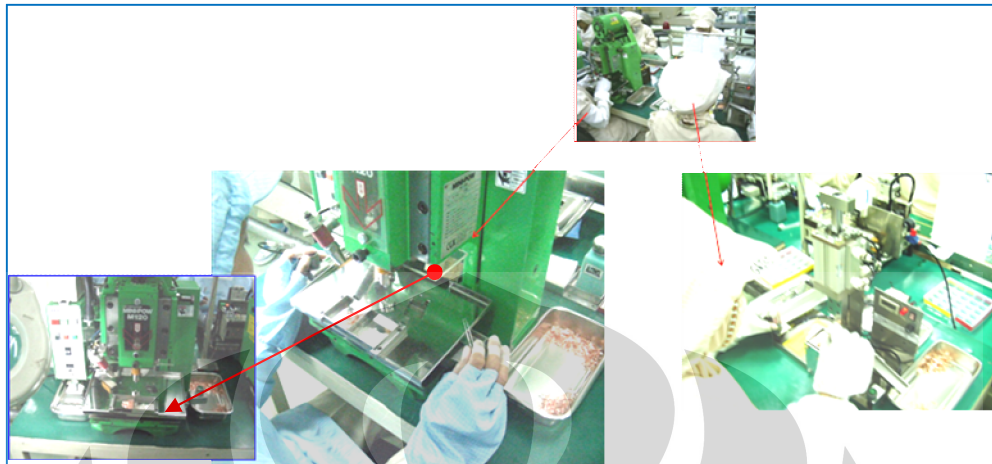
Dari data di atas ada beberapa langkah yang akan dilakukan untuk memperbaiki waktu kerja dari proses *base blowing* dan *terminal inserting*, di antaranya ialah:

1. Melakukan *re - design* peralatan kerja yaitu mere-layout kotak *base* dan posisi mesin *sucking blowing* menjadi lebih dekat dengan proses selanjutnya, sehingga dari proses pengambilan part *base* sampai proses ke *sucking blowing*, tangan operator tidak perlu sampai melewati bidang datar badannya sendiri dan akan mengurangi rasa pegal dari operator tersebut, hal tersebut sekaligus menerapkan nilai *ERGONOMIC*, yaitu memperhatikan kenyamanan kerja operator dan juga target perbaikan jarak perpindahan atau pergerakan tangan kiri dari proses pengambilan *base* ke mesin *sucking-blowing* akan lebih dekat dari 16 cm menjadi 10 cm.
2. Jarak transportasi *base* setelah diblowing ke mesin *terminal inserting* yang semula 50 cm dapat diperbaiki dengan didekatkan menjadi 30 cm.



Gambar 3.4 Rencana *Lay out Proses Base Blowing & Terminal Inserting* Setelah diimprove

3.4.3 Proses *Moving Contact Riveting* dan *Terminal C Bending*



Gambar 3.5 *Lay out* Proses *Moving Contact Riveting* & *Terminal C Bending* Sebelum diimprove

Dari gambar di atas kita dapat melihat bahwa ada kondisi *lay out* pekerjaan atau area kerja dari operator yang kurang mendukung atau kurang memaksimalkan proses kerja dari operator proses tersebut. Hal ini yang dari hasil observasi langsung, didapatkan beberapa kondisi yang menjadi kesempatan yang didapat untuk menggabungkan kedua proses ini, diantaranya ialah:

- a. Proses *moving contact riveting*
 1. *Push button* kanan dan kiri sangat lebar (40 cm)
 2. Jarak wadah material (*part stainless box*) ke jig riveting jauh 10 cm.
 3. Tangan kiri sangat tidakmaksimal, karena proses pemindahan hanya dilakukan oleh tangan kanan (tidak *balance*).
 4. Ketinggian *part stainless box* masih bisa diimprove, terlalu tinggi (10 cm).
 5. Saat melakukan observasi, ditemukan banyak sekali *stock part* setelah proses, berarti operator sanggup melakukan proses diatas target speed line.

- b. Prose *terminal C bending*
 1. *Push button* kanan dan kiri sangat lebar (40 cm).

2. Tangan kiri sangat tidakmaksimal, karena proses pemindahan hanya dilakukan oleh tangan kanan (tidak *balance*).
3. Gerakan mesin masih sangat lambat.
4. Saat melakukan observasi, ditemukan banyak sekali stock part setelah proses, berarti operator sanggup melakukan proses diatas target *speed line*, ini menunjukkan bahwa proses ini lebih cepat dari waktu standar lini produksi.

Berikut adalah pemetaan dari gerakan dua tangan operator ketika melakukan proses (*two hand proses chart*):

Tabel 3.4 Peta Proses Operator (*Two Hand Proses Chart*) Proses *Moving Contact Riveting* sebelum di*Improve*

PETA PROSES OPERATOR							
Type		: G6DS					
No Proses		: 2					
Nama Proses		: <i>Moving Contact Riveting</i>					
Tanggal		: 19 Agustus 2008					
Pemeriksa		: Jewsense					
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Simbol	Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan	
Menunggu	0	2	D	M	0,6	10	Bergerak mengambil material di mesin
				G	0,5	0	Mengambil contact yang akan dirivet
				M	0,3	10	Membawa contact ke jig rivet
				G	0,3	10	Mengambil terminal yang akan dirivet
				M	0,3	15	Membawa terminal ke jig rivet
Mengoperasikan mesin dengan menekan tombol ON (sebelah kiri)	20	0,5	U	U	0,5	20	Mengoperasikan mesin dengan menekan tombol ON (sebelah kanan)
Menunggu	0	0,8	D	G	0,4	5	Mengambil part setelah di rivet
				M	0,4	5	Meletakkannya di part box
TOTAL	20	3,3			3,3	75	
Siklus waktu		: 3.3 detik					
Unit/siklus waktu		: 1 unit					
Waktu per unit		: 3.3 detik					

Dari data data di atas, ada beberapa langkah yang akan dilakukan untuk memperbaiki waktu kerja untuk menggabungkan proses *moving contact rivet dan terminal C bending*, di antaranya ialah:

1. Menggabungkan kerja dua mesin (*moving contact rivet dan terminal C bending*), untuk mengoperasikan dua mesin bersamaan digunakan sepasang *push button* (awalnya dua pasang). Jarak dua buah *push button* ini dibuat lebih dekat dari 40 cm menjadi 20 cm, dengan juga mempertimbangkan nilai keamanannya.
2. Mendekatkan wadah material (*part stainless box*) dengan *jig riveting* dari 10 cm menjadi 5 cm.
3. *Part terminal C* yang sudah *dirivet* dengan *moving contact* di *jig riveting* langsung dipindahkan ke *jig terminal C bending*, jarak kedua jig ini 40 cm.
4. Memendekkan ketinggian wadah material (*Part stainless box*) dari 10 cm ke 5 cm, untuk mempermudah operator dalam mengambil part untuk di bawa ke jig proses.
5. Proses *loading* (pemindahan) terminal *C after rivet* (proses ke dua) dilakukan dengan menggunakan sistem *blowing* dari jig terminal *C bending* ke wadah terminal *C* setelah *bending*.

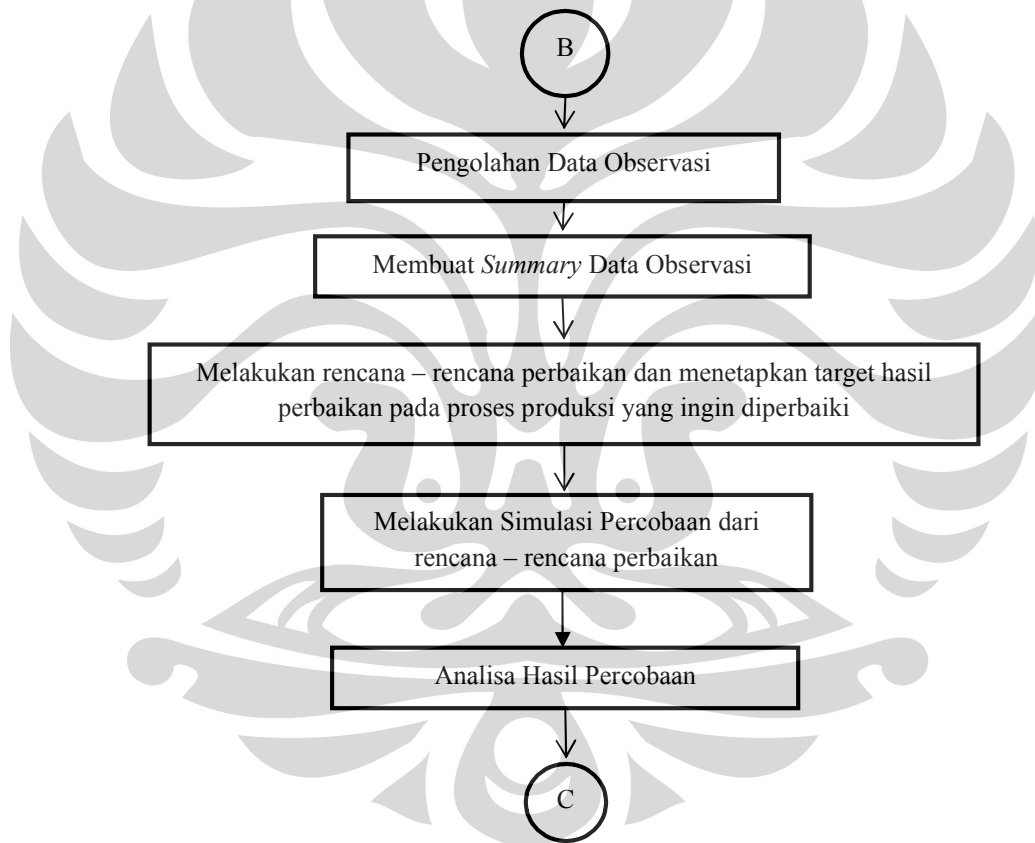
Tabel 3.5 Peta Proses Operator (*Two Hand Proses Chart*) Proses *Terminal C Bending* Sebelum di*Improve*

PETA PROSES OPERATOR							
Type	: G6DS						
No Proses	: 3						
Nama Proses	: <i>Moving Terminal Bending</i>						
Tanggal	: 19 Agustus 2008						
Pemeriksa	: Jewsense						
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Simbol	Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan	
Menunggu	0	1,8	D	M	0,8	15	Bergerak mengambil terminal di mesin
				G	0,4		Mengambil terminal yang akan dibending
				M	0,6	5	Membawa contact ke jig rivet
Mengoperasikan mesin dengan menekan tombol ON (sebelah kiri)	15	0,4	U	U	0,4	15	Mengoperasikan mesin dengan menekan tombol ON (sebelah kanan)
Menunggu	0	1	D	G	0,5	15	Mengambil part setelah di rivet
				M	0,5	10	Meletakkannya di part box
TOTAL	15	3,20			3,20	60	
Siklus waktu	: 3.2 detik						
Unit/siklus waktu	: 1 unit						
Waktu per unit	: 3.2 detik						

BAB 4 PENGOLAHAN dan ANALISA DATA

4.1 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data diawali dengan melakukan pengolahan data-data hasil observasi dan pengimplementasian dari rencana-rencana perbaikan. *Flow* pengolahan data dapat dilihat pada gambar di bawah:

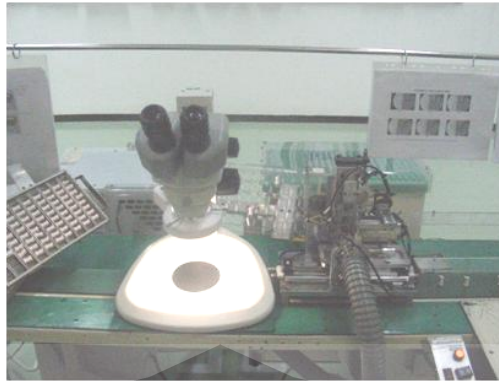


Flow Chart 4.1 Proses Pengolahan Data

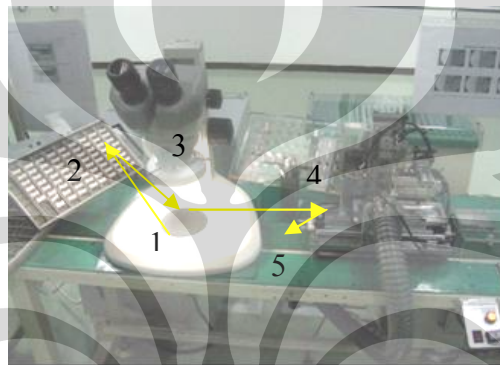
4.2 Implementasi Perbaikan (Uji Coba)

4.2.1 Proses *Microscope Checking*

4.2.1.1 Perbaikan Proses *Microscope Checking*



Gambar 4.1. *Lay out Proses Microscope Checking* Sebelum di Improve



Gambar 4.2. *Lay out Proses Microscope Checking* Setelah di Improve

Keterangan Rencana Perubahan:

1. Jarak mengambil (*grasping*) dan membawa kembali produk untuk di *microscope* dengan tangan kiri yang semula berjarak 40 cm akan di buat menjadi 30 cm dengan me-*redesign* area kerja atau *lay out* dari perlengkapan kerja dari proses tersebut, yakni mendekatkan palet produk yang berada di sebelah kiri operator.
2. Jarak untuk meletakkan product setelah di *inspect* di mesin *sucking-blowing* dengan tangan kanan yang semula berjarak 35 cm akan dibuat menjadi 25 cm dengan me-*redesign* area kerja atau *lay out* dari perlengkapan kerja dari proses tersebut, yakni mendesign ulang *layout* dari mesin yang yang berada di sebelah kanan operator.

3. Jarak meletakkan product setelah di sucking-blowing ke konveyor yang semula berjarak 30 cm akan diperdekat manjadi 10 cm yakni mendesign ulang layout dari mesin yang yang berada di sebelah kanan operator.

4.2.1.2 Perhitungan Waktu Kerja Proses *Microscope Checking* Setelah Perbaikan Proses *Microscope Checking*

Tabel 4.1. *Two Hand Proses Chart Proses Microscope Checking* Setelah di *Improve*

PETA PROSES OPERATOR							
Type	: G6DS						
No Proses	: 9						
Nama Proses	: <i>Microscope Checking</i>						
Tanggal	: 28 November 2008						
Pemeriksa	: Jewsense						
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Simbol		Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menuju palet tempat relay yang akan dimicroscope	30	0,6	M				Menunggu
Mengambil relay yang akan dimicroscope	0	0,2	G	D	1,4	0	
Membawanya ke bawah microscope	30	0,6	M				
Memegang relay selama pengecekan dilakukan	0	1	H	H	1	0	Memegang relay selama pengecekan dilakukan
Menunggu	0	0,7	D	M	0,7	25	Membawa dan memposisikan relay yang sudah dimicroscope ke jig mesin sucking blowing
Sucking blowing process	0	1	D	D	1	0	Sucking blowing process
Menunggu	0	0,2	D	G	0,2	25	Mengambil produk setelah sucking blowing dan meletakkannya di konveyor
TOTAL	60	4,30			4,30	50	
Siklus waktu	: 4,3 detik						
Unit/siklus waktu	: 1 unit						
Waktu per unit	: 4,3 detik						

Dari data hasil perhitungan waktu kerja yang dilakukan setelah pengimplementasian rencana-rencana perbaikan pada proses *microscope checking* yang dilakukan melalui uji coba, didapatkan hasil dari percobaan tersebut membuat proses tersebut dapat dilakukan lebih cepat dari sebelumnya. Waktu

sebelumnya ialah 5.1 detik dan setelah uji coba yang dilakukan hasilnya ialah 4.3 detik.

4.2.2 Proses *Base Blowing & Terminal Inserting*

4.2.2.1 Perbaikan Proses *Base Blowing & Terminal Inserting*



Gambar 4.3. Lay out Proses *Base Blowing & Terminal Inserting* Sebelum diimprove



Gambar 4.4. Lay out Proses *Base Blowing & Terminal Inserting* Setelah diimprove

Keterangan Rencana Perubahan:

1. Melakukan re - *design* peralatan kerja yaitu mere-*layout* kotak base dan posisi mesin *sucking blowing* menjadi lebih dekat dengan proses selanjutnya, sehingga dari proses pengambilan part base sampai proses ke *sucking blowing*, tangan operator tidak perlu sampai melewati bidang datar badannya sendiri dan akan mengurangi rasa pegal dari operator tersebut, hal tersebut sekaligus

menerapkan nilai *ERGONOMIC*, yaitu memperhatikan kenyamanan kerja operator dan juga target perbaikan jarak perpindahan atau pergerakan tangan kiri dari proses pengambilan base ke mesin *sucking-blowing* akan lebih dekat dari 16 cm menjadi 10 cm.

2. Jarak transportasi base setelah *diblowing* ke mesin *terminal inserting* yang semula 50 cm dapat diperbaiki dengan didekatkan menjadi 30 cm.

4.2.2.2 Perhitungan Waktu Kerja Proses *Microscope Checking* Setelah Perbaikan Proses *Base Blowing & Terminal Inserting*

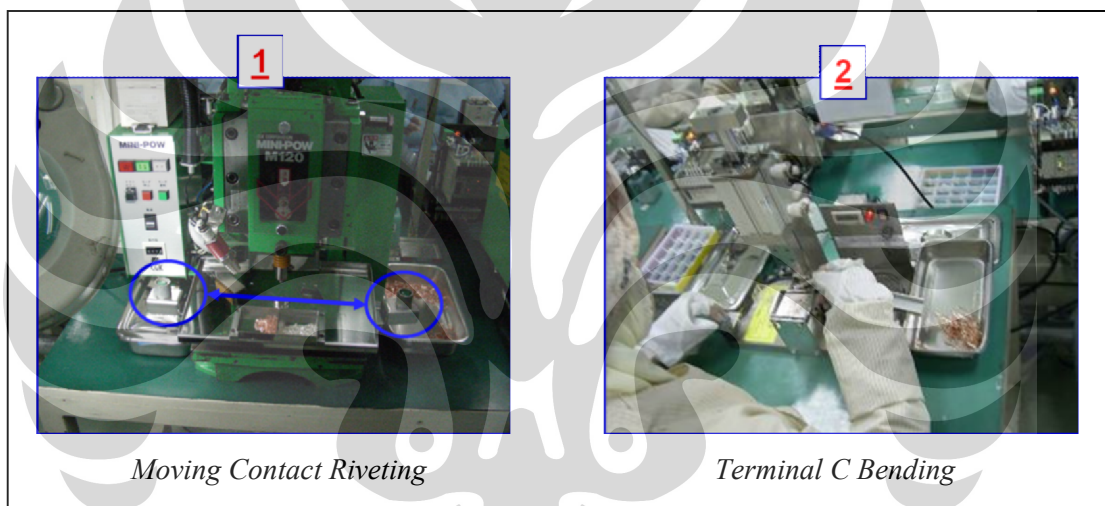
Tabel 4.2. *Two Hand Proses Chart Proses Base Blowing dan Terminal Inserting Setelah diImprove*

PETA PROSES OPERATOR						
Type	: G6DS					
No Proses	: 4					
Nama Proses	: Base Blowing & Terminal C Inserting					
Tanggal	: 28 November 2008					
Pemeriksa	: Jewsense					
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Simbol	Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Transportasi ke box base	30	0,35	M			
Mangambil Base	0	0,5	G			
Membawa base ke mesin sucking blowing	10	0,25	M	D	2,6	0
Memblowing base di mesin sucking blowing	0	0,5	P			
Membawa base ke jig mesin terminal inserting	50	0,6	M			
Meletakkan base tepat di jig mesin terminal C inserting		0,4	P			
Menunggu	0	1,1	H	G	0,3	10
				P	0,8	10
Mengambil base yang sudah diinsert terminal dari jig	0	0,3	G	U	0,3	10
Meletakkan base di konveyor	10	0,3	P	D	0,3	0
TOTAL	100	4,30			4,30	30
Siklus waktu	: 4,3 detik					
Unit/siklus waktu	: 1 unit					
Waktu per unit	: 4,3 detik					

Dari data hasil perhitungan waktu kerja yang dilakukan setelah pengimplementasian rencana-rencana perbaikan pada proses *base blowing* dan terminal C inseting yang dilakukan melalui uji coba, didapatkan hasil dari percobaan tersebut membuat proses *base blowing* dan *terminal C inseting* dapat dilakukan lebih cepat dari sebelumnya. Waktu sebelumnya ialah 4.7 detik dan setelah uji coba yang dilakukan hasilnya ialah 4.3 detik.

4.2.3 Proses *Moving Contact Riveting* dan *Terminal C Bending*

4.2.3.1 Perbaikan dan Penggabungan Proses *Moving Contact Riveting* dan *Terminal C Bending*



Gambar 4.5. Lay out Proses *Moving Contact Riveting* dan *Terminal C Bending* Sebelum diimprove



Gambar 4.6 Lay out Proses *Moving Contact Riveting* dan *Terminal C Bending* Setelah diimprove

Keterangan Perubahan:

1. Menggabungkan kerja dua mesin (*moving contact rivet dan terminal C bending*), untuk mengoperasikan dua mesin bersamaan digunakan sepasang *push button* (awalnya dua pasang). Jarak dua buah *push button* ini dibuat dekat dari 40 menjadi 20 cm dengan juga mempertimbangkan nilai keamanannya.
2. Mendekatkan wadah material (*part stainless box*) *moving contact riveting* dengan *jig riveting* (5 cm).
3. Part terminal C yang sudah dirivet dengan *moving contact* di *jig riveting* langsung dipindahkan ke *jig terminal C bending*, jarak kedua jig ini 40 cm.
4. Memendekkan ketinggian wadah material (*Part stainless box*) pada proses terminal C *Bending* dari 10 cm ke 5 cm, untuk mempermudah operator dalam mengambil part untuk di bawa ke jig proses.
5. Proses *loading* (pemindahan) terminal C after *rivet* (proses ke dua) dilakukan dengan menggunakan sistem *blowing* dari jig terminal C *bending* ke wadah terminal C setelah *bending*.

4.2.3.2 Perhitungan Waktu Kerja Proses *Moving Contact Riveting* dan *Terminal C Bending* Setelah Perbaikan

Dari data perhitungan waktu kerja yang dilakukan setelah pengimplementasian rencana-rencana perbaikan pada proses *moving contact riveting* dan terminal C *bending* yang dilakukan melalui uji coba, didapatkan hasil dari percobaan tersebut membuat proses tersebut dapat dilakukan lebih cepat dari sebelumnya. Waktu dua proses sebelumnya ialah 3.3 detik dan 3.2 detik dan setelah uji coba yang penggabungan proses yang dilakukan hasil penggabungannya ialah 4.3 detik. (Lihat *two hand process chart* di bawah)

TABEL 4.3. *Two Hand Proses Chart Proses Moving Contact Riveting dan Terminal C Bending*
Setelah di Improve

PETA PROSES OPERATOR							
Type : G6DS No Proses : 2 Nama Proses : Moving Contact Rivetting & Terminal C Bending Tanggal : 28 November 2008 Pemeriksa : Jewsense							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (detik)	Simbol	Waktu (detik)	Jarak (cm)	Tangan Kanan	
Menunggu	0	2	D	M	0,6	10	Bergerak mengambil material di mesin
				G	0,5	0	Mengambil contact yang akan dirivet
				M	0,3	10	Membawa contact ke jig rivet
				G	0,3	10	Mengambil terminal yang akan dirivet
				M	0,3	15	Membawa terminal ke jig rivet
Mengoperasikan mesin dengan menekan tombol ON (sebelah kiri)	10	0,4	U	U	0,4	10	Mengoperasikan mesin dengan menekan tombol ON (sebelah kanan)
Menunggu	0	1,9	D	G	1,3	40	Memindahkan terminal setelah dirivet dan memosisikannya di jig mesin terminal C bending
				M	0,6		Kembali bergerak mengambil material di mesin moving contact rivet
TOTAL	10	4,3			4,3	95	
Siklus waktu : 4.3 detik Unit/siklus waktu : 1 unit Waktu per unit : 4.3 detik							

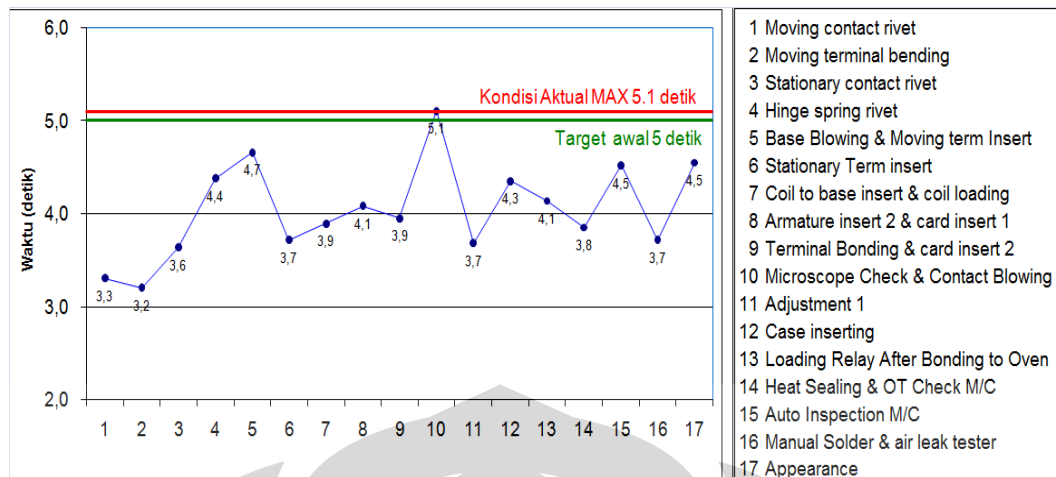
4.3 Analisa

4.3.1 Analisa Pengumpulan Data Dengan Perhitungan Waktu Kerja Pada Kondisi Awal

TABEL 4.4 Data Waktu Kerja Aktual

Tanggal : 19 Agustus 2008

NO	PROSES	Waktu (detik/pieces)										AVG
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Moving contact rivet	3.38	3.24	3.39	3.37	3.27	3.23	3.31	3.20	3.24	3.39	3,3
2	Moving terminal bending	3.57	3.41	3.4	3.30	3.31	3.30	3.10	3.21	3.31	3.36	3,2
3	Stationary contact rivet	3.20	3.61	3.91	3.53	3.35	3.45	5.53	3.20	3.21	3.35	3,6
4	Hinge spring rivet	4.13	4.34	4.42	4.98	4.78	4.08	4.87	3.97	3.91	4.31	4,4
5	Base Blowing & Moving term Insert	4.63	4.99	4.86	4.62	4.73	4.76	4.35	4.81	4.25	4.55	4,7
6	Stationary Term insert	3.75	3.39	3.99	3.79	4.24	3.76	3.73	3.23	3.60	3.69	3,7
7	Coil to base insert & coil loading	3.67	3.11	4.32	3.59	3.62	3.41	4.03	4.39	4.25	4.53	3,9
8	Armature insert 2 & card insert 1	5.17	3.32	3.42	5.24	3.16	3.24	5.43	3.19	3.11	5.52	4,1
9	Terminal Bonding & card insert 2	4.43	4.72	2.34	4.56	4.61	2.21	5.00	4.80	2.17	4.64	3,9
10	Microscope Check & Contact Blowing	5.12	5.12	5.15	5.20	4.95	5.17	5.01	5.15	5.08	5.18	5,1
11	Adjustment 1	10.21	10.39	10.10	10.85	12.07	11.03	12.45	10.20	12.86	10.27	11,0
12	Adjustment 2	12.21	11.68	13.87	13.96	13.73	13.11	11.92	13.12	12.08	13.78	12,9
13	Adjustment 3	10.29	11.50	15.53	11.21	10.95	13.60	14.40	14.71	10.27	10.05	12,3
14	Case inserting	9.14	8.52	9.10	8.66	8.67	8.61	8.39	8.66	8.37	8.85	8,7
15	Loading Relay After Bonding to Oven	4.14	4.16	4.15	4.28	4.04	4.05	4.25	4.15	4.11	4.01	4,1
16	Heat Sealing & OT Check M/C	3.55	3.94	3.96	4.00	3.90	3.82	3.82	3.94	3.74	3.82	3,8
17	Auto Inspection M/C	4.53	4.50	4.44	4.44	4.41	4.91	4.50	4.55	4.41	4.48	4,5
18	Manual Solder & air leak tester	7.44	6.94	7.66	6.94	7.92	6.63	8.02	7.35	7.77	7.61	7,4
19	Appearance	116.45	90.16	97.59	110.32	130.77	125.98	104.72	125.09	131.65	103.62	113,6



Grafik 4.1. Data Waktu Kerja Kondisi Awal

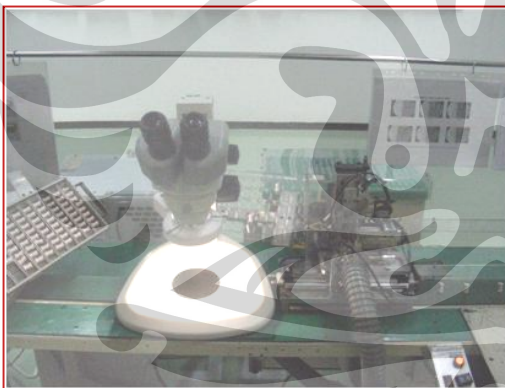
Dari perhitungan waktu kerja yang dilakukan, menunjukkan bahwa ada satu proses yang waktu kerjanya lebih lama dari waktu yang ditentukan. Seperti yang ditunjukkan pada tabel dan grafik di atas, waktu kerja (*cycle time*) dari proses *microscope checking* lebih lama dari target waktu kerja yang ditentukan. Target awal waktu kerja adalah 5 detik dan waktu kerja aktual dari proses ini adalah 5.1 detik, berarti terjadi penumpukan barang atau hambatan atau istilah yang lebih dikenal dalam dunia manufaktur ialah *bottle neck*. Hal ini sering kali tidak disadari oleh staff produksi, bahwa tidak tercapainya output tidak semata-mata disebabkan oleh break down mesin ataupun material yang kurang atau *shortage*, dari hasil work measurement ini maka fakta masalah dapat diketahui dengan tepat, sehingga dapat melanjutkan perbaikan pada proses tersebut.

Selanjutnya bersamaan dengan mendapatkan waktu kerja dari lini produksi tersebut, proses observasi secara langsung juga dapat menghasilkan pemetaan time study secara detail, yaitu dengan *two hand proses chart*, melalui pemetaan ini dapat diketahui secara detail berapa kecepatan setiap detail gerakan pada satu proses tersebut. Dan juga dengan proses ini langkah perbaikan dapat direncanakan lebih matang, karena dapat mengetahui kesempatan bagian mana yang dapat diperbaiki atau *diimprove*. Dan dari observasi yang dilakukan, terdapat dua proses yang memungkinkan untuk diperbaiki, yaitu proses *base blowing-terminal C inserting* dan dua proses yang sangat cepat dan memungkinkan untuk digabung.

4.3.2 *Wokplace Design*

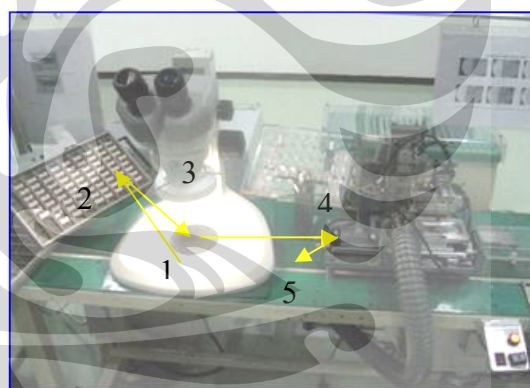
Dari perhitungan waktu kerja dan observasi yang sudah dilakukan, didapat kemungkinan-kemungkinan perbaikan yang dapat dilakukan yaitu dengan *redesign* posisi area kerja dan peralatan atau perlengkapan-perengkapan yang dipakai pada proses tersebut. *Work place design* yang dilakukan dilakukan bertujuan memperbaiki atau *improve cycle time* dari suatu proses.

Contohnya, pada proses *microscope checking*, keadaan sebelumnya menunjukkan bahwa dalam melakukan proses, operator harus menjangkau jarak yang cukup jauh dan ada gerakan yang memerlukan tenaga ekstra seperti mengangkat tangan untuk melewati mesin. Hal ini dapat memperlama waktu kerja atau *cycle time* dari proses tersebut. Maka dari hal ini, timbullah ide untuk melakukan *re-design work place* area kerja, yakni *redesign* ulang agar waktu kerja dari proses ini bisa lebih cepat, dengan cara mere-layout area kerja. Lihat contoh di bawah:



Gambar 4.7

Lay out Proses Microscope Checking
Sebelum di *Improve*



Gambar 4.8

Lay out Proses Microscope Checking
Setelah di *Improve*

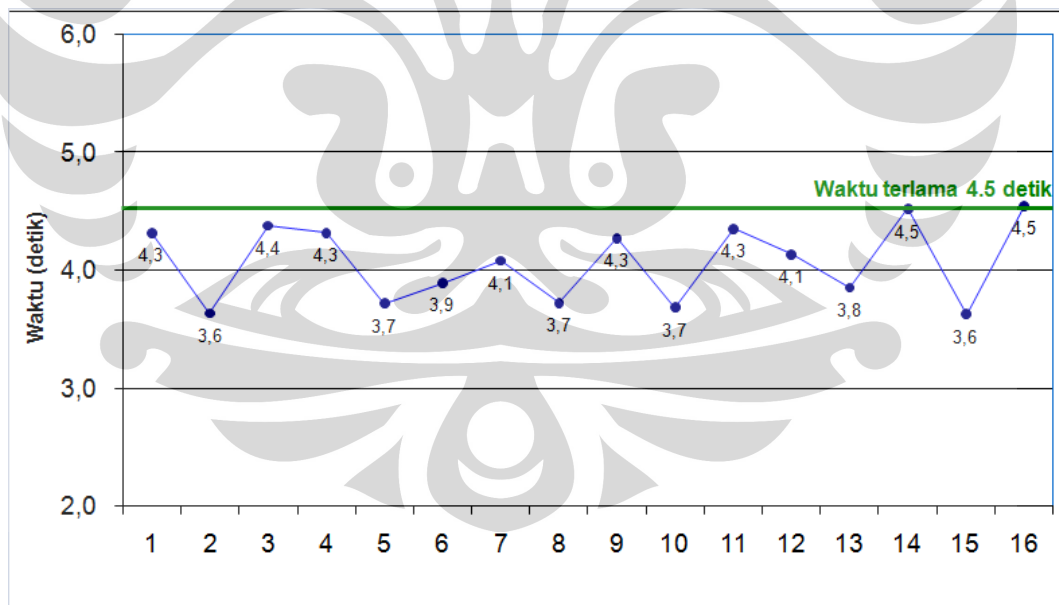
4.3.3 Perhitungan Waktu Kerja Setelah Perbaikan

Setelah proses uji coba perbaikan dilakukan, waktu kerja atau *cycle time* proses menjadi lebih baik. Hal ini didapat dari perhitungan waktu kerja yang kembali dilakukan setelah implementasi rencana-rencana yang dilakukan.

Table 4.5. Data Perhitungan Waktu Kerja Setelah Diimprove

Tanggal : 28 November 2008

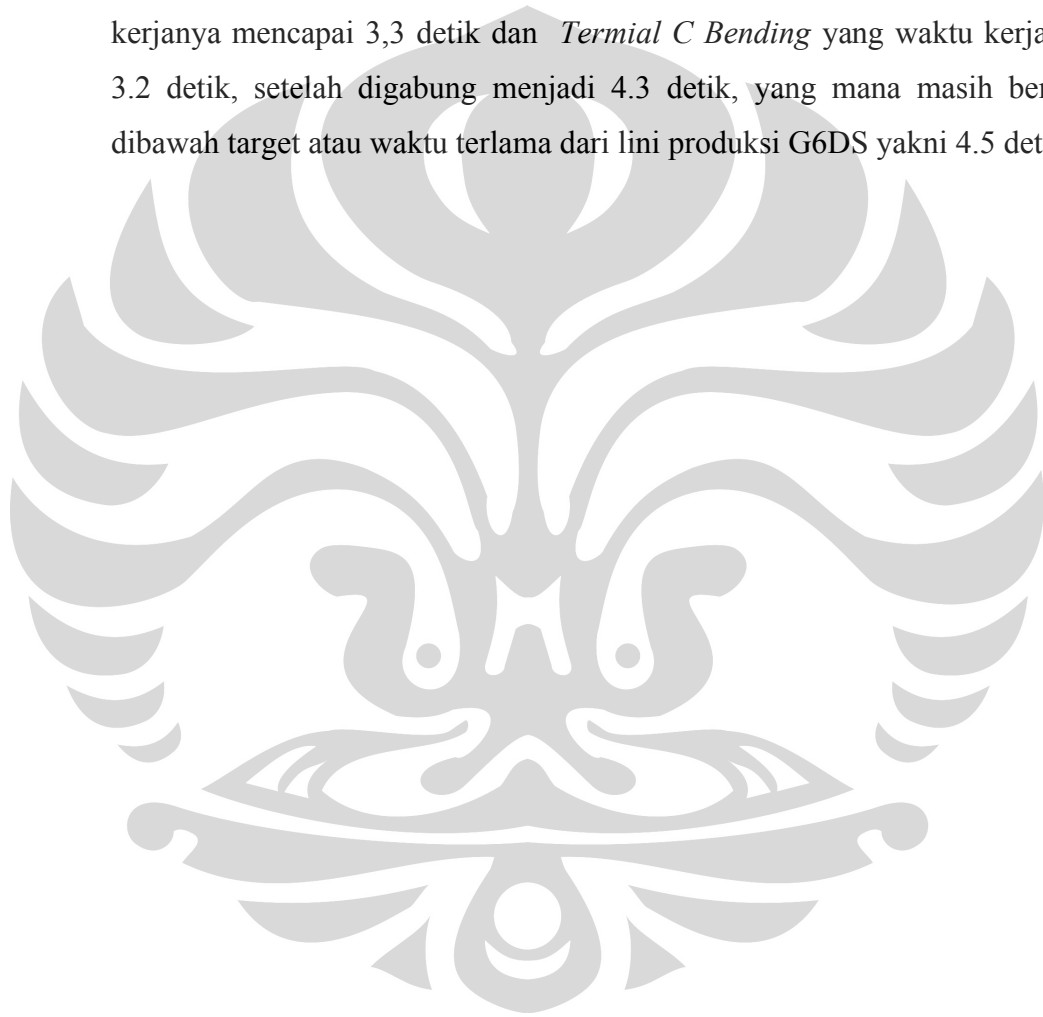
NO	PROSES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVG	AVG/Pcs
1	Moving contact rivet & Moving terminal bending	4,38	4,31	4,29	4,27	4,29	4,31	4,24	4,31	4,38	4,39	4,3	4,3
2	Stationary contact rivet	3,20	3,61	3,91	3,53	3,35	3,45	5,53	3,20	3,21	3,35	3,6	3,6
3	Hinge spring rivet	4,13	4,34	4,42	4,98	4,78	4,08	4,87	3,97	3,91	4,31	4,4	4,4
4	Base Blowing & Moving term Insert	4,21	4,34	4,38	4,26	4,37	4,31	4,35	4,29	4,31	4,36	4,3	4,3
5	Stationary Term insert	3,75	3,39	3,99	3,79	4,24	3,76	3,73	3,23	3,60	3,69	3,7	3,7
6	Coil to base insert & coil loading	3,67	3,11	4,32	3,59	3,62	3,41	4,03	4,39	4,25	4,53	3,9	3,9
7	Armature insert 2 & card insert 1	5,17	3,32	3,42	5,24	3,16	3,24	5,43	3,19	3,11	5,52	4,1	4,1
8	Terminal Bonding & card insert 2	3,81	3,70	3,71	3,67	3,71	3,79	3,75	3,68	3,75	3,65	3,7	3,7
9	Microscope Check & Contact Blowing	4,32	4,21	4,30	4,29	4,10	4,17	4,32	4,39	4,31	4,31	4,3	4,3
10	Adjustment 1	10,21	10,39	10,10	10,85	12,07	11,03	12,45	10,20	12,86	10,27	11,0	3,7
11	Adjustment 2	12,21	11,68	13,87	13,96	13,73	13,11	11,92	13,12	12,08	13,78	12,9	4,3
12	Adjustment 3	10,29	11,50	15,53	11,21	10,95	13,60	14,40	14,71	10,27	10,05	12,3	4,1
13	Case inserting	9,14	8,52	9,10	8,66	8,67	8,61	8,39	8,66	8,37	8,85	8,7	4,3
14	Loading Relay After Bonding to Oven	4,14	4,16	4,15	4,28	4,04	4,05	4,25	4,15	4,11	4,01	4,1	4,1
15	Heat Sealing & OT Check M/C	3,55	3,94	3,96	4,00	3,90	3,82	3,82	3,94	3,74	3,82	3,8	3,8
16	Auto Inspection M/C	4,53	4,50	4,44	4,44	4,41	4,91	4,50	4,55	4,41	4,48	4,5	4,5
17	Manual Solder & air leak tester	6,99	7,12	7,01	7,14	7,27	7,31	7,41	7,41	7,23	7,61	7,3	3,6
18	Appearance	116,45	90,16	97,59	110,32	130,77	125,98	104,72	125,09	131,65	103,62	113,6	4,5



Grafik 4.2. Grafik Waktu Kerja Setelah Diimprove

Dari hasil perhitungan waktu kerja yang dilakukan setelah perbaikan selesai, didapat bahwa waktu kerja dari proses-proses yang diimprove menunjukkan perbaikan yang cukup baik.

1. Proses *Microscope Checking*, yang menjadi proses dengan waktu terlama dari lini produksi tersebut dapat diubah menjadi lebih cepat, yakni yang sebelumnya 5.1 detik menjadi 4.3 detik.
2. Proses *Base Blowing dan Terminal C Inserting*, yang sebelumnya memakan waktu 4.7 detik untuk melakukan sebuah cycle proses berubah menjadi 4.3 detik.
3. Dua proses yang sangat cepat, yaitu *Moving Contact Riveting* yang waktu kerjanya mencapai 3,3 detik dan *Terminal C Bending* yang waktu kerjanya 3.2 detik, setelah digabung menjadi 4.3 detik, yang mana masih berada dibawah target atau waktu terlama dari lini produksi G6DS yakni 4.5 detik.



BAB 5

KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data-data dan hasil analisa yang telah diperoleh dari bab sebelumnya, dapat diambil suatu kesimpulan:

1. Proses *microscope cheking* dapat diperbaiki waktu kerjanya dengan melakukan workplace design, yaitu:
 - a. Memperpendek jarak pengambilan produk (*reaching and grasping*) dengan tangan kiri, dari kondisi awal 40 cm menjadi 30 cm. Dari pendataan *two hand proses chart* yang diambil, waktu dari *micromotion* ini berubah dari 0.8 detik menjadi 0.6 detik.
 - b. Menghilangkan *asesoris acrilyc* yang berada di atas palet produk yang menghalangi gerakan tangan kiri operator dalam mengambil produk. Aktivitas ini mempermudah gerakan operator dalam mengambil (*grasping*) produk di palet.
 - c. Mere-lay-out posisi mesin untuk memudahkan transportasi pergerakan tangan operator. Kondisi sebelumnya, posisi mesin mengharuskan operator melakukan gerakan mengangkat tinggi tangannya untuk melewati mesin dan meletakkan produknya di konveyor (roda berjalan), setelah perbaikan operator tidak perlu melewati sisi ketinggian dari mesin karena sudah didesign peletakkan produk di konveyor sudah *didesign* lebih dekat.
 - d. Memperpendek jarak transportasi:
 1. Jarak gerakan membawa dan memposisikan produk yang sudah *dimicroscope* di jig mesin *sucking-blowing* dari semula 35 cm setelah *dire-design*, menjadi 25 cm, efek dari perubahan *dimicromotin* ini ialah percepatan waktu yang awalnya 0.9 detik menjadi 0.7 detik.
 2. Jarak gerakan mengambil produk setelah *sucking-blowing* dan

meletakkannya di konveyor yang dari semula 35 cm setelah dire-design menjadi 2 cm, efek dari perubahan *dimicromotin* ini ialah percepatan waktu yang awalnya 0.3 detik menjadi 0.2 detik.

Waktu kerja yang diperoleh setelah *improvement* ialah 4.3 detik, dari sebelumnya yang mencapai 5.1 detik.¹ (Tabel 4.1)

2. Proses *base blowing dan terminal C inserting* dapat diperbaiki waktu kerjanya dengan melakukan *workplace design*, yaitu:

a. Mengatasi masalah utama dari proses ini, yaitu membuat gerakan operator senyaman mungkin dan tidak perlu melakukan gerakan yang membuat dirinya cepat pegal (*stress*), karena kondisi aktualnya dia harus melakukan gerakan yang melewati sisi horizontal dari badannya. Dan berdasarkan hasil observasi dan wawancara, gerakan ini membuat operator merasa sakit di bahu. Aktivitas yang dilakukan adalah melakukan re - *design* peralatan kerja yaitu mere-*layout* kotak base dan posisi mesin *sucking blowing* ke area depan dan menjadi lebih dekat dengan proses selanjutnya (dimajukan). Hal tersebut sekaligus menerapkan nilai *ERGONOMIC*, yaitu memperhatikan kenyamanan kerja operator.

b. Memperpendek jarak transportasi:

1. Kondisi awal jarak untuk mengambil part base (*transportasi*) dari posisi awal menuju *part box base* 50 cm dan setelah dimodifikasi dapat berubah menjadi 30 cm, efek dari perubahan *dimicromotin* ini ialah percepatan waktu yang awalnya 0.5 detik menjadi 0.35 detik.

2. Kondisi awal jarak untuk membawa base (*transportasi*) dari part box base ke mesin *sucking blowing* ialah 16 cm dan setelah dimodifikasi dapat berubah menjadi 10 cm, efek dari perubahan *dimicromotin* ini ialah percepatan waktu yang awalnya 0.5 detik menjadi 0.25 detik.

Waktu kerja yang diperoleh setelah *improvement* ialah 4.3 detik, dari

¹ Martin Helander (2005), *A Guide to HumanFactor and Ergonomics*, second edition, hal 158 - 160

sebelumnya yang mencapai 4.7 detik. (Tabel 4.2)

3. Proses *moving contact riveting* dan *terminal C bending* dapat digabung proses kerjanya dengan melakukan *workplace design*, yaitu:
 - a. Menggabungkan kerja dua mesin (*moving contact rivet* dan *terminal C bending*), untuk mengoperasikan dua mesin bersamaan digunakan sepasang *push button* (awalnya dua pasang). Jarak dua buah *push button* ini dibuat lebih dekat dari 40 cm menjadi 20 cm, dengan juga mempertimbangkan nilai keamanannya.
 - b. Mendekatkan wadah material (*part stainless box*) dengan *jig riveting* dari 10 cm menjadi 5 cm.
 - c. *Part* terminal C yang sudah dirivet dengan *moving contact* di *jig riveting* langsung dipindahkan ke *jig terminal C bending*, jarak kedua *jig* ini 40 cm.
 - d. Memendekkan ketinggian wadah material (*Part stainless box*) dari 10 cm ke 5 cm, untuk mempermudah operator dalam mengambil *part* untuk di bawa ke *jig* proses.
 - e. Proses *loading* (pemindahan) terminal C *after rivet* (proses ke dua) dilakukan dengan menggunakan sistem *blowing* dari *jig terminal C bending* ke wadah terminal C setelah *bending*.

Waktu kerja yang diperoleh dari proses *two hand process chart* setelah *improvement* ialah 4.3 detik. (Tabel 4.3)

5.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan penelitian ini, didapatkan bahwa dengan melakukan perancangan ulang terhadap area kerja (*workplace design*), dapat mempercepat dan meningkatkan kenyamanan kerja dari operator produksi, plus juga dapat mengefisienkan lini produksi dengan mengurangi jumlah total pekerja.

Dari hasil tersebut, penelitian ini sangat baik untuk lebih dikembangkan lagi dengan berfokus tentang analisa efek kinerja dan *performance* dari Sumber Daya Manusia (SDM) yang ada atau dampak dari perubahan ini terhadap pekerja.

Apakah dengan membuat pekerjaan lebih nyaman dan lebih cepat dilakukan

akankah itu berdampak positif bagi pekerja atau bahkan dapat berdampak negatif? Contoh dampak positif: pekerja lebih loyal bekerja karena nyaman mereka bekerja diperhatikan dan terbukti dengan meningkatnya produktifitas lini produksi atau sebaliknya akan berdampak negatif, dimana produktifitas menjadi turun karena mereka menjadi malas bekerja dan merasa dilakukan semena-mena karena mereka merasa dibuat bekerja lebih cepat dari biasanya.



DAFTAR PUSTAKA

Barnes, Ralph M. *Sevent Edition* (1980). *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*, 1, 7, 50.

Niebel, Benjamin & Freivalds, Andris (2003). *Methods, standard, and Work Design*, XV, 1, 2, 3, 130 – 140.

Hicks, Philip E, (1994). *Industrial Engineering and Management*, 269.

Haelander, Martin (2005). *A Guide to Human Factors and Ergonomics*, 6.

Sanders, Mark S Ph.D. & McCormick, Ernest J Ph.D., (1993). *Human Factors In Enginnering and design*, 4.

Wignjosoebroto, Sritomo (2003). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, 9, 60, 152, 212, 307.

Cooper, Robin and Maskell, Brian, (2008). *International Journal: How to Manage Trough Worse-Before-Better*

Haynes, Barry P. (2007). *International Journal: An Evaluation of Office Productivity Measurement*

Eugene J, Gagnon, (2000). *International Journal: How To Measure Work International Journal of Material Handling Management*

Tolo, Bill (2005), *International Journal: 21st-century Stopwatch.*