



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA FAKTOR MANUSIA DENGAN METODE MFA,
FAKTOR MESIN dan LINGKUNGAN untuk
MENINGKATKAN KEBERHASILAN PROSES PADA
PERUSAHAAN MANUFAKTUR
(Studi Kasus Proses Stamping di PT. FTI)**

SKRIPSI

**ENCENG RIDWAN
0806366970**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JANUARI 2011**

i

Universitas Indonesia



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA FAKTOR MANUSIA DENGAN METODE MFA,
FAKTOR MESIN dan LINGKUNGAN untuk
MENINGKATKAN KEBERHASILAN PROSES PADA
PERUSAHAAN MANUFAKTUR
(Studi Kasus Proses Stamping di PT. FTI)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**ENCENG RIDWAN
0806366970**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JANUARI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Enceng Ridwan

NPM : 0806366970

Tanda Tangan :

Tanggal : 30 Desember 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Enceng Ridwan
NPM : 0806366970
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Analisa Faktor Manusia dengan Menggunakan Metode MFA, Faktor Mesin dan Lingkungan untuk Meningkatkan Keberhasilan Proses pada Perusahaan Manufaktur (Studi Kasus Proses Stamping di PT. FTI)

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 : Ir. Boy Nurtjahyo M., MSIE ()
Penguji : Ir Amar Rachman, MEIM ()
Penguji : Ir Akhmad Hidayatno, MBT ()
Penguji : Ir Djoko S. Gabriel, MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Desember 2010

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT , Sang maha penguasa yang selalu memberikan jawaban atas segala kesulitan dan sang maha tahu ketika hambanya membutuhkan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan kuliah dan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada masa penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir Boy Nurtjahyo M., MSIE , selaku dosen pembimbing skripsi yang sangat luar biasa dalam memberikan bimbingannya, memahami segala keterbatasan penulis serta sungguh menjadi stimulus yang handal sehingga suasana bimbingan menjadi menyenangkan dan penuh keharmonisan antara pembimbing dengan anak bimbingan.
2. Kepada pihak pemberi data (seksi QA dan EHS PT Fujitechnica Indonesia) yang telah banyak memberikan data yang dibutuhkan penulis.
3. Ibu Arian Dhini, ST, MT, selaku pembimbing akademis atas perhatiannya.
4. Bapak Ir Amar Rachman, MEIM ; Bapak Ir Akhmad Hidayatno, MBT ; dan Bapak Ir Djoko S. Gabriel, MT atas semua masukan dan kritiknya selama masa seminar dan sidang.
5. Sahabat seperjuangan : Wahyu Allan si pemberi semangat saat penulis merasa 'patah' , Putut Handonowarih si pemberi inspirasi saat penulis merasa bingung, Ali Rizka, Mahar, Aris Triono dan Vidi rekan sekelompok JOMUT.
I love you all
6. Keluarga penulis Ayah dan Ibu (orang tua terhebat yang paling penulis sayangi sampai saat ini) yang selalu memberikan kasih sayang dan perhatiannya tanpa mengharapkan balasan. Adik-adik tersayang Eno Nurhotimah dan Edi Nurhadi atas doa dan dukungannya.

7. Teman-teman TI ekstensi salemba angkatan 2008 yang selalu memberikan warna-warni , goresan tawa selama masa perkuliahan.
8. Sahabatku Denis Jatnika, Fahrizal Fairus (FTUI Salemba 2007) atas dorongan dan bantuan morilnya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya
9. Terakhir untuk semua pihak yang tidak bisa disebut satu persatu yang sedikit banyak telah memberi pengaruh terhadap penulis selama kuliah dan penyusunan skripsi.

Akhir kata saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu ke depannya.

Depok, 30 Desember 2010

Penulis

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

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

Nama : Enceng Ridwan
NPM : 0806366970
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 Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Analisa Faktor Manusia dengan menggunakan Metode MFA, Faktor Mesin dan Lingkungan untuk Meningkatkan Keberhasilan Proses pada Perusahaan Manufaktur

(Studi Kasus Proses Stamping di PT. FTI)”

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Depok

Pada tanggal : 30 Desember 2010

Yang menyatakan

(Enceng Ridwan)

vii

ABSTRAK

Nama : Enceng Ridwan
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Analisa Faktor Manusia dengan Metode MFA, Faktor Mesin, dan Faktor Lingkungan Untuk Meningkatkan Keberhasilan Proses Pada Perusahaan Manufaktur (Studi Kasus Proses Stamping di PT Fujitechnica Indonesia)

Pertumbuhan industri otomotif roda empat didalam negeri menimbulkan persaingan yang ketat diantara perusahaan-perusahaan yang bergerak didalam bisnis tersebut, baik perusahaan manufaktur perakitan mobil maupun para perusahaan pemasoknya. Hal ini membuat target kualitas barang yang dihasilkan harus memenuhi standar dan kualifikasi yang sangat tinggi yang ditetapkan oleh perusahaan perakitan mobil itu sendiri. Sementara di jalur produksi PT Fujitechnica Indonesia terutama di jalur stamping masih terdapat beberapa kondisi yang bisa menurunkan kualitas barang yang dihasilkan. Kondisi tersebut berasal dari faktor manusia, faktor mesin dan faktor lingkungan kerja yang tidak sesuai dengan aspek ergonomis. Maka dibuatlah analisa untuk menyelesaikan masalah tersebut. Untuk menurunkan jumlah barang yang *reject* secara *appearance* dan meningkatkan kualitas dimensi barang yang dihasilkan. Sehingga target kualitas dari pelanggan bisa tercapai.

Kata kunci :

Ergonomi, *Human Factors*, Kelelahan Otot.

ABSRTACT

Name : Enceng Ridwan
Study Program : Industrial Engineering
Title : Human Factors Analysis with MFA Method, Engineering,
and Environmental Factors to Improve Process Pass Rate In
Manufacturing Companies
(Case Study Stamping Process in PT Fujitechnica
Indonesia)

Four-wheel automotive industry growth in the country caused tight competition between the companies engaged in the business, both manufacturing companies assembling cars and our suppliers. This makes the target quality of goods produced must meet the standards and qualifications are very high set by the company assembling the car itself. While on the production line of PT Fujitechnica Indonesia especially on stamping still there are some conditions that could degrade the quality of goods produced. The condition is derived from human factors, machine factors and environmental factors that do not work according to ergonomic aspects. So the analysis was made to solve the problem. To reduce the number of items rejected by appearance and increase the quality dimensions of goods produced. So that the target quality from customers can be achieved.

Keywords:

Ergonomics, Human Factors, Muscle Fatigue.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR GRAFIK	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah	3
1.3 Perumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Metodologi Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	8
2. DASAR TEORI	9
2.1 <i>Human Factors</i>	9
2.1.1 Sejarah Perkembangan <i>Human factors</i>	10
2.2 <i>Human Factors</i> dan Pengaruhnya Terhadap Beban Kerja	13
2.2.1 Beban Kerja	13
2.2.1.1 Beban Kerja Fisik	14
2.2.1.2 beban kerja mental	15
2.3 Jenis-Jenis Kelelahan Otot	16
2.4 Sistem Kerangka dan Otot manusia	18
2.5 Kerja dan Kaitannya dengan Ergonomi	18
2.6 Metode-Metode dalam Analisa <i>Human Factors</i> dan Lingkungan	20

2.6.1 Metode Fisik	22
2.6.2 <i>Psychophysiological Methods</i>	25
2.6.3 <i>Behavioral and Cognitive Methods</i>	26
2.6.4 <i>Team Method</i>	26
2.6.5 <i>Environmental method</i>	26
2.7 <i>7 Tools of Quality</i>	27
3. PENGUMPULAN dan PENGOLAHAN DATA	34
3.1 Data Proses Produksi	34
3.1.1 Data Masalah Produksi	36
3.2 Analisa Pareto Masalah	38
3.2.1 Faktor Lingkungan	39
3.2.2 Faktor Manusia	45
4. ANALISA DATA	57
4.1 Kontribusi Faktor Non-Manusia terhadap Kualitas	57
4.1.1 Daya Pencahayaan	57
4.1.2 Faktor Kebisingan	61
4.1.3 Faktor Mesin	63
4.2 Kontribusi Faktor Manusia Terhadap Kualitas	66
5. KESIMPULAN dan SARAN	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR REFERENSI	72

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Penjualan Mobil pada Quartal I tahun 2010	1
Tabel 3.1 Komponen Yang Diproses di Jalur Stamping	34
Tabel 3.2 Data Komponen Yang Paling Sering Bermasalah	37
Tabel 3.3 Tabel Kondisi Lingkungan Kerja	40
Tabel 3.4 Data Pengukuran Pencahayaan	40
Tabel 3.5 Data Hasil Pemeriksaan Kebisingan	44
Tabel 3.6 Data Pengukuran Faktor Kimia di Area Lingkungan Kerja	45
Tabel 3.7 data Pengukuran Faktor Kimia di Halaman Pabrik	45
Tabel 3.8 Tabel Prioritas Berdasarkan Effort Level	48
Tabel 3.9 Kategori Pekerjaan Berdasarkan Effort Level	48
Tabel 3.10 Data MFA Proses Drawing Input	49
Tabel 3.11 Data MFA proses Drawing Output	50
Tabel 3.12 Data MFA Proses Trimming	51
Tabel 3.13 Data MFA Proses Cam Trimming, Pierching Input	52
Tabel 3.14 Data MFA Proses Cam Trimming, Pierching Output	53
Tabel 3.15 Data MFA Proses Separating, Cam Trimming Input/Output	54
Tabel 3.16 Data Kumulasi Proses Drawing (Output)	55
Tabel 3.17 Data Kumulasi Proses Trimming.....	55
Tabel 3.18 Data Kumulasi Proses Trimming, Cam trimming, pierching(Input)...	56
Tabel 3.19 Data Kumulasi Proses Trimming, Cam trimming, pierching(Output).	56
Tabel 3.20 Data Kumulasi Separating, Trimming (input & Output)	56
Tabel 4.1 Data Perbandingan Pencahayaan Lampu	57
Tabel 4.2 Data Pencahayaan dengan Menggunakan Fiber Glass	59
Tabel 4.3 Data Perbandingan Daya Lampu dengan dan Tanpa Fiber Roof	60
Tabel 4.4 Data Kebisingan Area Kerja	61
Tabel 4.5 Data Masalah Hasil Produksi Setelah Perbaikan	63
Tabel 4.6 Tingkat Kualitas Komponen Sebelum Perbaikan Proses	64
Tabel 4.7 Data Tingkat Kualitas Komponen Sesudah Perbaikan Proses	64
Tabel 4.8 Data Keberhasilan Proses 61831 Sesudah Perbaikan	65
Tabel 4.9 Data Keberhasilan Proses 61841 Sesudah Perbaikan	65

Tabel 4.10 Aktivitas Perbaikan Proses Drawing	67
Tabel 4.11 Aktivitas Perbaikan Proses Trimming (Input/Output)	67
Tabel 4.12 Aktivitas Perbaikan Proses Cam Trimming, Pierching	68
Tabel 4.13 Tingkat Kualitas Komponen Sebelum Perbaikan Proses	68
Tabel 4.14 Data Tingkat Kualitas Komponen Sesudah Perbaikan Proses	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah	4
Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian.	7
Gambar 2.1 Variasi dalam Produksi	28
Gambar 2.2 Fishbone Diagram	29
Gambar 2.3 Hubungan Positif Scatters Diagram	30
Gambar 2.4. Hubungan Negatif Scatters Diagram	31
Gambar 2.5 Tidak Ada Hubungan dalam Scatters Diagram.....	31
Gambar 2.6 Diagram Alur	33
Gambar 3.1 Diagram Tulang Ikan Masalah Komponen Pecah	38
Gambar 3.2 Atap Pabrik Yang Dipasang Ventilator	42
Gambar 3.3 Atap Pabrik Yang Dilengkapi Fiber Glass	43
Gambar 3.4 Hasil Proses Blanking Komponen 61831 dan 61841	46
Gambar 3.5 Hasil Proses drawing Komponen 61831 dan 61841	46
Gambar 3.6 Hasil Proses Trimming Komponen 61831 dan 61841	46
Gambar 3.7 Hasil Proses Cam Pierching Komponen 61831 dan 61841	47
Gambar 3.8 Hasil Proses Separating Komponen 61831 dan 61841	47

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1 Grafik Pareto Masalah	38
Grafik 4.1 Grafik Perbandingan Pencahayaan Lampu	58
Grafik 4.2 Grafik Perbandingan Pencahayaan Lampu dengan Fiber Glass Roof..	59
Grafik 4.3 Grafik Daya Lampu	61
Grafik 4.4 Grafik Perbandingan Tingkat Kebisingan dengan Standar.....	62
Grafik 4.5 Grafik Masalah Hasil Produksi	64
Grafik 4.6 Grafik Komparasi Sebelum dan Sesudah Perbaikan	65
Grafik 4.7 Grafik Tingkat Kualitas Komponen Sebelum Perbaikan Proses.....	69
Grafik 4.8 Grafik Tingkat Kualitas Komponen Sesudah Perbaikan	70
Grafik 4.9 Grafik Perbandingan Tingkat Kualitas Komponen	70



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar belakang

Pertumbuhan industri otomotif atau kendaraan bermotor sepanjang bulan Mei hingga Juni 2010 mencapai 26,15% dibanding pertumbuhan selama kuartal 1/2010. Total penjualan mobil di Indonesia pada kuartal pertama 2010, untuk ritel sudah mencapai **165.797** unit sedangkan *wholesales* lebih tinggi lagi, **174.042** unit.

Tabel 1.1 Tabel Penjualan Mobil Pada Quartal I Tahun 2010

No.	Merek	Januari	Februari	Maret	Total
1.	Toyota	19.459	21.131	25.717	66.307
2.	Daihatsu	7.933	8.008	8.538	24.479
3.	Mitsubishi	6.850	6.535	9.208	22.593
4.	Suzuki	4.581	3.963	4.800	13.344
5.	Honda	3.074	4.164	5.106	12.344
6.	Nissan	2.639	2.943	3.272	8.854
7.	Hino	1.572	1.651	1.854	5.077
8.	Isuzu	1.564	1.644	1.847	5.055
9.	Hyundai	469	426	444	1.339
10.	Kia	416	291	403	1.110

Untuk ritel, porsi terbesar dinikmati oleh Toyota, memperoleh 40 persen pangsa pasar dengan total penjualan pada Q1 2010 mencapai 66.307 unit. Posisi kedua masih tetap dipegang Daihatsu, posisi ketiga ditempati oleh Mitsubishi, posisi keempat Suzuki dan posisi kelima oleh honda. Lihat Tabel 1.1.

Untuk wholesales, Toyota juga berjaya, 68.773 unit (39,5 persen) diikuti oleh Mitsubishi pada posisi kedua dengan mencapai 24.169 unit (13,8 persen), posisi ketiga diduduki oleh Daihatsu sebesar 23.904 unit (13,7 persen) dan keempat oleh Suzuki 15.656 unit (8,9 persen).

Dengan pertumbuhan industri manufaktur khususnya industri otomotif yang pesat memacu semakin tingginya tuntutan akan kualitas produk yang dihasilkan, baik oleh perusahaan perakitan maupun perusahaan penyuplai.

PT. Fujitechnica Indonesia, yang berlokasi di Karawang International Industrial City (KIIC) sebagai anak perusahaan ASTRA Group III, Perusahaan manufaktur penyuplai komponen otomotif khususnya *stamping part*, *assy part* dan *dies* (cetakan) untuk supply produksi diperusahaan-perusahaan Perakitan mobil seperti Toyota, Astra Daihatsu Motor (ADM), Suzuki International Manufacturing (SIM), dan Nissan Motor Indonesia (NMI), dituntut untuk semakin meningkatkan kualitas produknya.

Proses produksi yang dilakukan di PT. Fujitechnica Indonesia memperhatikan kaidah-kaidah pencapaian kualitas berdasarkan spesifikasi-spesifikasi yang disyaratkan oleh pelanggan, dalam praktek dilapangan pencapaian spesifikasi-spesifikasi tersebut sering kali terbentur oleh hal-hal yang bisa menimbulkan ketidakstabilan proses sehingga pada akhirnya akan menimbulkan cacat pada kualitas dengan adanya barang-barang yang harus diperbaiki maupun dibuang.

Target kualitas yang ditetapkan oleh pelanggan terhadap PT Fujitechnica Indonesia khususnya untuk barang-barang *stamping* sangat ketat, tahun 2010 PT Suzuki International Manufacturing saja menetapkan 25 PPM, di semester kedua tahun 2010 akan ditingkatkan menjadi 10 PPM.

Faktor-faktor yang yang bisa menimbulkan cacat pada kualitas barang yang dihasilkan, disebabkan oleh :

1. Kondisi mesin yang tidak stabil
2. Kondisi bahan baku dan cara penanganannya
3. Kondisi penyimpanan (baik penyimpanan bahan baku, barang setengah jadi, maupun barang jadi)
4. Kondisi psikologis dan cara kerja manusia (operator produksi)

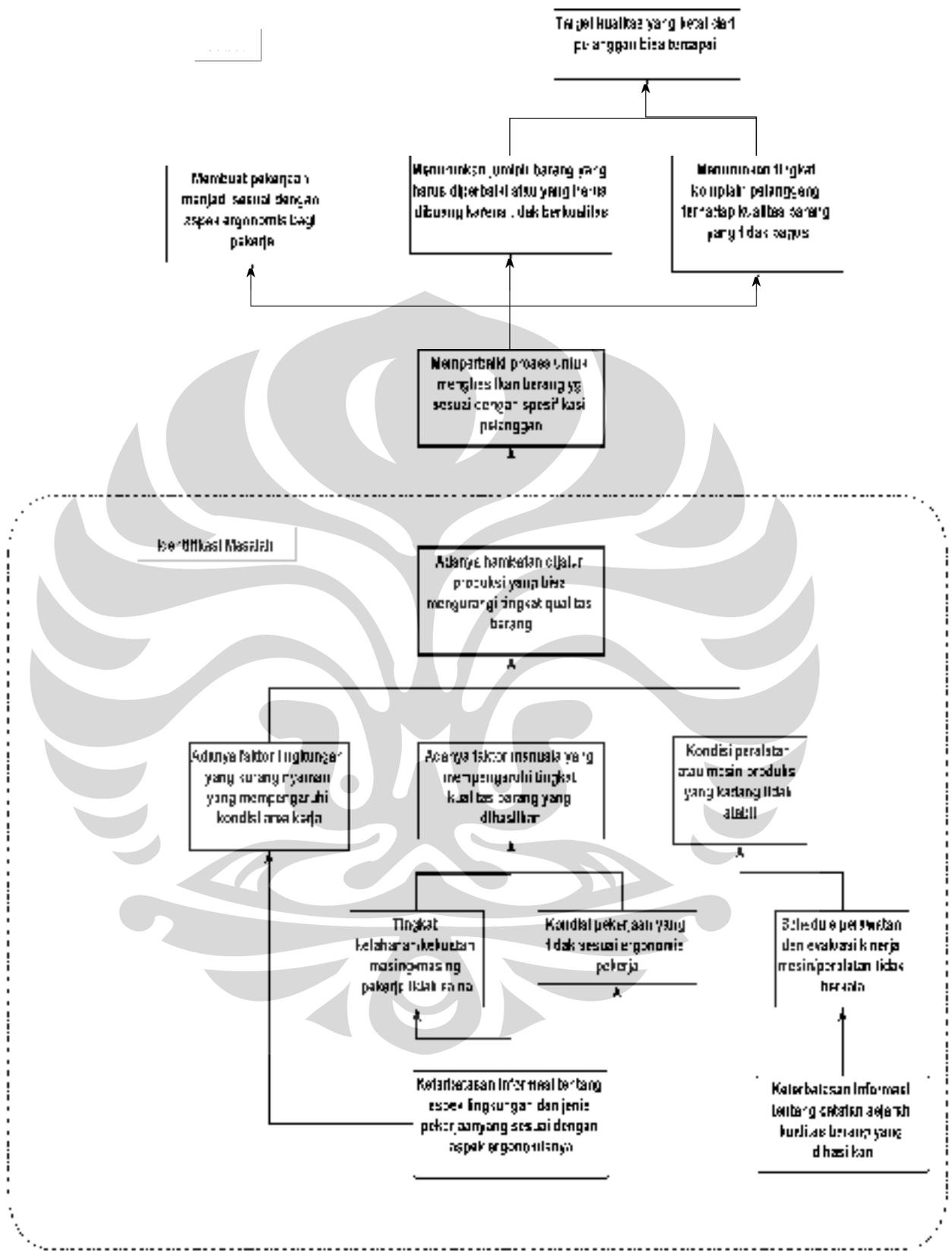
Untuk mencapai target Kualitas yang sangat ketat dari pelanggan dalam hal ini PT Suzuki International Manufacturing (PT. SIM) yakni sebesar 10 PPM maka harus dilakukan banyak perbaikan infrastruktur, bukan hanya terfokus pada kondisi mesin dan peralatannya tetapi juga meliputi kondisi area kerja dan faktor manusianya.

Faktor manusia dan kondisi area kerja yang tidak sesuai fungsi dan kaidah ergonomi serta prinsip *housekeeping* (5S) akan sangat mempengaruhi tingkat kualitas barang yang dihasilkan. Seringkali sebuah proses produksi dipengaruhi kelancarannya oleh faktor manusia dan kondisi fisik maupun psikologi operatornya, sebagai contoh pada saat operator mulai merasakan lelah akibat kerja maka daya konsentrasipun menurun, kondisi lingkungan yang tidak nyaman seperti panas dan kotor menyebabkan operator merasa tidak bergairah ataupun malas dalam bekerja, kondisi postur tubuh operator yang tidak sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukannya (karena tidak sesuai dengan kaidah ergonomi) akan membuat cedera ataupun operator cepat mencapai fase lelah sehingga sangat mempengaruhi hasil dari pekerjaan yang dilakukannya.

Faktor manusia harus diperhatikan pada saat kita menganalisa suatu masalah sehingga dalam proses penyelesaiannya harus dibedakan antara masalah yang diakibatkan oleh mesin ataupun oleh faktor manusia itu sendiri.

1.2 Diagram Keterkaitan masalah

Bagian sebelumnya telah memberikan latar belakang dari penelitian ini. Untuk dapat memberikan gambaran sistemik yang lebih menyeluruh, maka disusun suatu diagram keterkaitan permasalahan seperti pada gambar 1.1. Diagram tersebut akan membawa kepada bagian berikutnya, yakni perumusan permasalahan.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka masalah yang akan diangkat adalah faktor-faktor penyebab ketidakstabilan proses yang diakibatkan oleh faktor mesin dan manusia, dengan memperhatikan banyaknya keluhan pelanggan, jumlah barang yang diperbaiki serta buang dari hasil produksi.

Penyelesaian masalah diorientasikan kepada

- Hasil produksi yang memenuhi kriteria dan spesifikasi yang ditetapkan oleh pelanggan, serta mengurangi besarnya biaya produksi dengan menekan jumlah part yang harus diperbaiki maupun dibuang.
- Perbaiki metode kerja yang berhubungan dengan faktor manusia dan lingkungan sekitarnya.

1.4 Tujuan

Meningkatkan kualitas komponen secara dimensi dan *appearance* dengan cara menganalisa faktor-faktor yang menyebabkan ketidakstabilan proses yang diakibatkan oleh faktor mesin dan manusia, Untuk faktor manusia, analisa menggunakan *Physical Methode (Muscle Fatigue Assessment: Functional Job Analysis Technique Suzanne H. Rodgers* dan untuk analisa faktor lingkungan menggunakan *Environmental methode Alan Hedges* serta mengimplementasikan hasil-hasil perbaikan kedalam proses produksi sehingga tingkat keberhasilan proses stamping dapat meningkat.

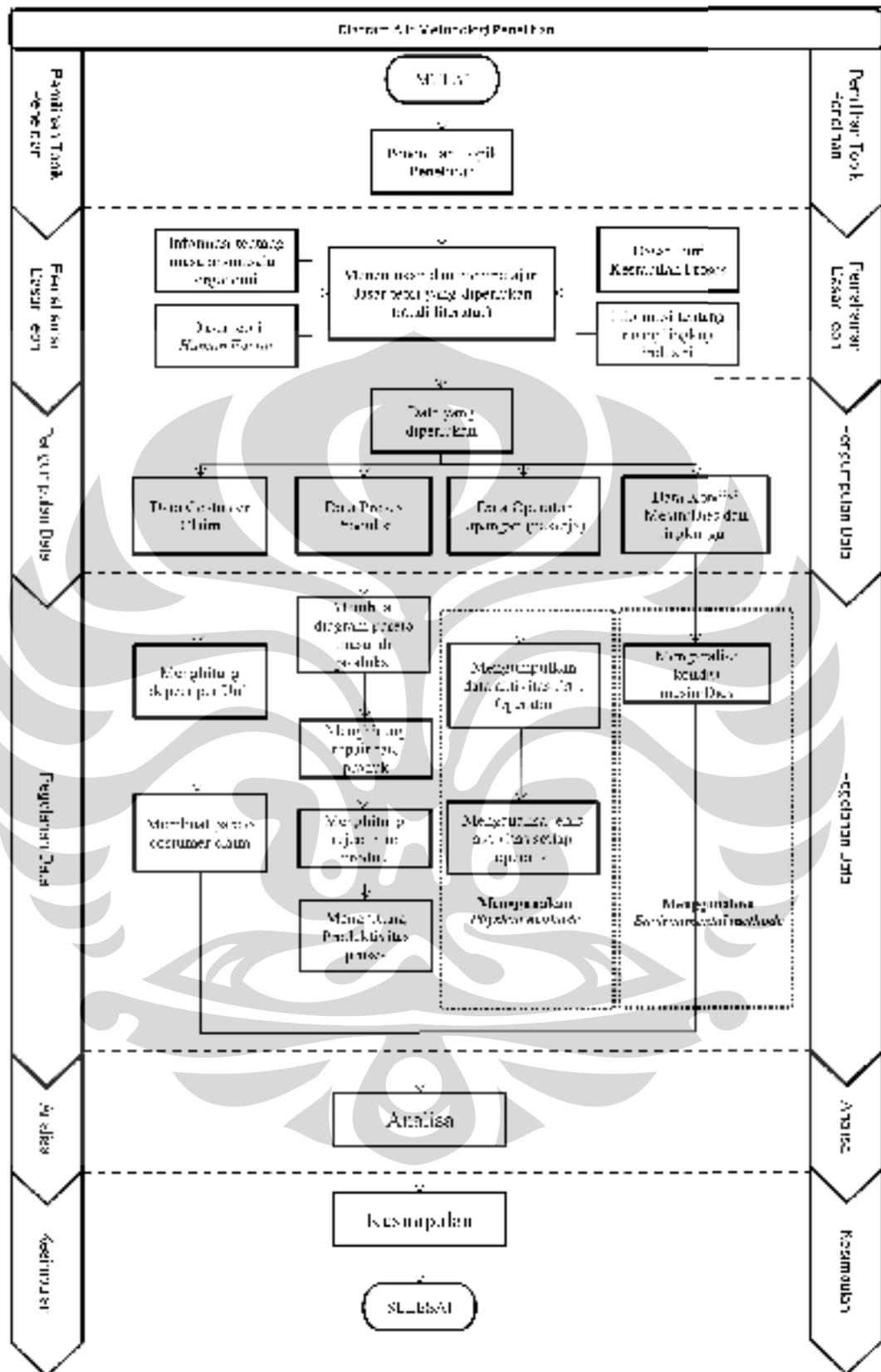
1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini, analisa hanya untuk komponen stamping yang akan dikirim ke PT Suzuki International Manufacturing yang meliputi aspek kualitas (Dimensi dan *appearance*) yang diproses PT Fujitechnica Indonesia, serta menganalisa faktor manusia dan lingkungan terhadap tingkat kualitas komponen yang dihasilkan. Tidak membahas peta operasi dan siklus proses stamping.

1.6 Methodologi Penulisan

Berikut ini adalah urutan langkah-langkah yang akan dilakukan selama pengerjaan skripsi ini, sebagaimana yang tergambar pada diagram alir dari metodologi penelitian (lihat gambar 1.2 dilembar berikutnya).





Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian.

1.7 Sistematika Penulisan

Dibawah ini adalah penjabaran dari masing-masing bab yang ada secara garis besar:

- **Bab I : Pendahuluan**

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian yang ingin dicapai, ruang lingkup penelitian yang dilakukan, metodologi penelitian yang dilakukan oleh penulis, serta sistematika penulisan.

- **Bab II : Dasar Teori**

Bab ini berisi tentang landasan teori yang digunakan untuk mendukung pengerjaan topik ini.

- **Bab III : Pengumpulan dan Pengolahan data**

Bab ini berisi tentang data apa saja yang diperlukan, bagaimana cara mengumpulkan data, bagaimana cara pengolahan data, cara menganalisa dan mengambil kesimpulan.

- **Bab IV : Analisa Data**

Bab ini menjabarkan tentang analisa dari hasil aktivitas pengolahan data.

- **Bab V : Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapat setelah hasil rancangan dianalisa serta saran untuk yang berniat mengembangkan skripsi dengan topik yang sama.

BAB II DASAR TEORI

2.1 *Human Factor*

Human Factor adalah multidisiplin ilmu yang merupakan penggabungan dari ilmu *psychology*, *engineering*, *industrial design*, *statistics*, *operations research* dan *anthropometry* (Analisa pengukuran tubuh manusia yang digunakan untuk perbandingan dan klasifikasi antropologi), hal ini meliputi :

- Ilmu yang mempelajari sifat tentang kemampuan manusia
- Aplikasi pemahaman untuk design, pengembangan dan penyebaran sistem serta layanan (*Human Factor Engineering*)
- Penjaminan penerapan ilmu *Human Factor* supaya berhasil menjadi sebuah program (*Human Factor Integration*). Hal ini bisa disebut juga sebagai *ergonomics*

Istilah *Human Factor* banyak digunakan di Amerika Serikat dan beberapa negara lainnya. Istilah lain nya adalah *ergonomic* juga digunakan di US dan Eropa. *Human engineering* digunakan untuk istilah militer US, dan *engineering psychology* digunakan untuk para psikolog di US.

Human Factors fokus kepada apa yang dilakukan manusia dan interaksinya dengan produk, peralatan, fasilitas, prosedur dan lingkungan yang digunakan dalam pekerjaan dan kehidupan sehari-hari.

Penekanannya pada aktivitas manusia (lebih banyak kepada rancang bangun dengan pertimbangan secara *engineering*). *Human factors* mencari cara untuk mengubah hal-hal yang digunakan manusia dan lingkungan supaya lebih baik kapabilitasnya, batasannya, dan sesuai dengan keperluan manusia.

Pendekatan *Human Factors* adalah aplikasi yang sistematis dari informasi yang relevan tentang kapabilitas manusia, limitasi (batasan kemampuan), kebiasaan, dan karakteristik yang terjadi antara interaksi manusia dan lingkungannya.

Human Factors mempunyai 2 tujuan utama :

1. Meningkatkan efektivitas dan efisiensi dari pekerjaan dan aktivitas yang dilakukan, termasuk meningkatkan kenyamanan, mengurangi kesalahan, dan meningkatkan produktivitas.
2. Meningkatkan nilai kebutuhan tertentu manusia, termasuk memperbaiki keamanan, mengurangi kelelahan dan stress, meningkatkan kenyamanan, memperbesar keberterimaan pelanggan, meningkatkan kepuasan kerja, dan memperbaiki kualitas hidup.

2.1.1 Sejarah perkembangan *Human Factors*

Perkembangan *Human Factors* khususnya di Amerika terbagi kedalam beberapa tahapan masa perkembangan, yaitu :

1. Sejarah perkembangan awal

Bisa dikatakan bahwa *Human Factors* sudah dimulai ketika manusia menggunakan berbagai peralatan sederhana. Perkembangan *Human Factors* seiring dengan perkembangan teknologi dimulai ketika revolusi industri sekitar akhir 1800 dan awal 1900-an, Sebagai contoh selama awal tahun 1900-an, Frank dan Lillian Gilberth memulai pekerjaan mereka dalam bidang *motion study* dan *shop management*. Pekerjaan Gilberth menjadi pertimbangan cikal bakal *Human Factors*, pekerjaan mereka meliputi ; Analisa performansi kerja, tingkat kelelahan, *design work station* dan peralatan.

Analisa gilberth juga berpengaruh terhadap proses bedah di rumah sakit. Sebelum Gilberth mencetuskan analisisnya, dokter bedah di rumah sakit mengambil peralatan bedahnya dari sebuah baki, hal ini sangat membuang waktu karena saat yang bersamaan dokter juga harus memperhatikan kondisi pasien, dengan analisa gilberth dokter mengambil peralatan bedahnya dengan bantuan suster atau dokter pendamping.

2. Perkembangan rentang waktu 1945 – 1960 (Masa kelahiran profesi)

Pada akhir masa perang tahun 1945, laboratorium *Engineering Psychology* didirikan oleh *U.S. Army Air Corps* (yang sekarang menjadi *US Air Force*) dan *U.S. Navy*, pada saat yang bersamaan perusahaan civil pertama

dibentuk untuk melakukan kontrak kerja *Engineering Psychology* (Dunlap dan asosiasi). Usaha yang paralel juga terjadi di Inggris, dibina oleh dewan riset medis serta departemen ilmu pengetahuan dan riset industri.

Tahun 1949, Perkumpulan riset ergonomi (yang sekarang disebut Perkumpulan Ergonomi) dibentuk di Inggris dan buku pertama tentang *Human Factors* diterbitkan berjudul *Applied Experimental Psychology : Human Factors in Engineering Design* (Chapanis, Garner, and Morgan, 1949)

Pada tahun 1957 adalah tahun yang penting, khususnya untuk bidang *Human Factors* di Amerika. Pada tahun tersebut jurnal *Ergonomics Research Society* muncul, perkumpulan *Human Factors* dibentuk, 21 divisi (Perkumpulan *Engineering Psychology*) dari asosiasi Psikologi Amerika diorganisir, edisi pertama dari buku *Human Factors in Engineering and design* dipublikasikan, dan di Rusia diluncurkan *Sputnik* ke angkasa. Tahun 1959 Asosiasi ergonomi internasional dibentuk untuk menghubungkan perkumpulan *Human factors* dan Ergonomi dari berbagai negara diseluruh dunia.

3. Perkembangan rentang waktu 1960 -1980-an (Periode pertumbuhan cepat)

Selama 20 tahun antara 1960 – 1980 terjadi pertumbuhan dan ekspansi yang cepat dari bidang *Human Factors*, sampai tahun 1960-an *Human Factors* dasar-dasarnya terkonsentrasi pada industri militer yang kompleks. Dengan adanya perlombaan penerbangan ke luar angkasa menjadikan *Human Factors* sebagai bagian yang penting pada program luar angkasa. Indikasi pertumbuhan *Human Factors* pada periode ini adalah keanggotaan dari perkumpulan *Human Factors* tahun 1960 mencapai 500, meningkat lagi menjadi lebih dari 3000 keanggotaan pada tahun 1980.

4. Periode 1980 – 1990 (Era komputer, bencana dan proses pengadilan)

Pada tahun 1990 keanggotaan *Human Factors* berkembang lebih pesat lagi menjadi hampir 5000 keanggotaan.

Revolusi komputer menghantarkan *Human factors* menjadi pusat perhatian. Pembicaraan tentang peralatan komputer yang didesain secara ergonomi, Perangkat lunak yang mudah penggunaannya, dan *Human factors* dikantor menjadi bagian yang tak terpisahkan dari artikel majalah dan surat kabar.

Pada tahun 1980-an masa dimana terjadi bencana teknologi, yaitu :

- Kecelakaan terjadi di station nuklir Three mile Island tahun 1979
- Pada tanggal 4 desember 1984 terjadi kebocoran *Methylisocyanate* (MIC) di *Union Carbide PesticidePlant* Bhopal, India menewaskan 4000 orang dan melukai lebih dari 200.000 orang
- Pada tahun 1986 terjadi ledakan dan kebakaran di Power station nuklir chernobyl di Uni soviet menewaskan lebih dari 300 orang, terjadi paparan radiasi yang luas, dan jutaan area terkontaminasi radioaktif
- Pada tahun 1989 terjadi ledakan di *Phillip Petroleum Plastics Plant* Texas, hembasannya setara dengan 10 ton bahan peledak TNT, menewaskan 23 orang, melukai 100 pekerja, dan kerugian asuransi bisnis terbesar sepanjang sejarah yakni mencapai 1.5 miliar dollar.

Hasil analisa Meshkati (1989, 1991) menunjukkan bahwa adanya kurang perhatian terhadap pertimbangan *Human factors* yang digunakan untuk peran-peran industri yang penting (vital).

5. Periode 1990-an

Dewan riset nasional (Van cott dan huey, 1991) memperkirakan permintaan akan tenaga spesialis bidang *Human Factors* akan banyak dibutuhkan ditahun 1990-an. Sebagai contoh *U.S. Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* membuat formula kebijakan ergonomi untuk industri umum selama tahun 1990-an, kongres U.S tahun 1988 memerintahkan *Federal Aviation Administration (FAA)* untuk mengembangkan riset *Human Factors* supaya bisa memperbaiki keselamatan penerbangan. Dua area lain yang mengharuskan pengembangan *Human Factors* yaitu desain peralatan medis dan mendesain produk serta peralatan yang sudah tua.

2.2 *Human Factors* dan Pengaruhnya Terhadap beban kerja

Manusia sebagai makhluk individu memiliki perbedaan dalam hal kemampuan untuk menyelesaikan tugas-tugas, pekerjaan, menggunakan peralatan, atau fungsi peralatan, meskipun terkadang telah dilakukan pelatihan atau perekrutan secara profesional dengan kualifikasi pekerjaan yang sama.

Seiring dengan perkembangan teknologi maka aspek manusia menjadi penting untuk diperhatikan. Dalam hal ini, *Human factors* muncul sebagai salah satu aspek yang sangat diperhitungkan khususnya di negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan Eropa. Bentuk lain dari *human factors* sering dihubungkan dengan *ergonomi* atau *human engineering*.

Salah satu teori yang dapat digunakan untuk menciptakan kesesuaian antara manusia sebagai pusat kendali dengan komponen lainnya pada saat melakukan kegiatan adalah Model SHEL. Model ini merupakan gambaran dari unsur-unsur utama yang saling berinteraksi. Manusia (*liveware*) sebagai pusat interaksi dikelilingi oleh 4 (empat) kelompok utama yaitu:

- *Liveware–hardware* : manusia dan mesin (termasuk peralatan);
- *Liveware–software* : manusia dan material lainnya (seperti dokumen, prosedur, simbol dan sebagainya);
- *Liveware–environment* : manusia dan lingkungan (termasuk faktor internal dan eksternal tempat kerja);
- *Liveware–liveware* : manusia dan manusia lainnya (termasuk teman sekerja dan kolega).

Tujuan dari model ini adalah bagaimana menciptakan interaksi optimal antar setiap komponen.

Dalam melaksanakan interaksi tersebut di atas, seringkali manusia (*liveware*) merasakan gangguan sebagai akibat dari faktor pembebanan yang dirasakan. Faktor pembebanan ini dapat berupa fisik maupun psikis.

2.2.1 BEBAN KERJA

Secara garis besar, kegiatan manusia dapat digolongkan dalam dua komponen utama yaitu kerja fisik (menggunakan otot sebagai kegiatan sentral) dan kerja mental (menggunakan otak sebagai pencetus utama). Kedua kegiatan ini

tidak dapat dipisahkan secara sempurna mengingat terdapat hubungan yang erat antara satu dengan yang lainnya. Namun, jika dilihat dari energi yang dikeluarkan, maka kerja mental murni relatif lebih sedikit mengeluarkan energi dibandingkan dengan kerja fisik.

2.2.1.1 Beban Kerja Fisik

Perkerjaan yang dilakukan dengan mengandalkan kegiatan fisik semata akan mengakibatkan perubahan pada fungsi alat-alat tubuh yang dapat dideteksi melalui perubahan:

- Konsumsi oksigen;
- Denyut jantung;
- Peredaran darah dalam paru-paru;
- Temperatur tubuh;
- Konsentrasi asam laktat dalam darah;
- Komposisi kimia dalam darah dan air seni;
- Tingkat penguapan, dan faktor lainnya.

Kerja fisik akan mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada saat kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung yaitu dengan pengukuran kecepatan denyut jantung atau konsumsi oksigen.

Pengukuran beban kerja fisik merupakan pengukuran beban kerja yang dilakukan secara obyektif dimana sumber data yang diolah merupakan data-data kuantitatif, misalnya:

- **Denyut jantung atau denyut nadi**

Denyut jantung atau denyut nadi digunakan untuk mengukur beban kerja dinamis seseorang sebagai manifestasi dari gerakan otot. Semakin besar aktifitas otot maka akan semakin besar fluktuasi dari gerakan denyut jantung yang ada, demikian pula sebaliknya.

Menurut **Grandjean (1998)** dan **Suyasning (1981)**, beban kerja dapat diukur dengan denyut nadi kerja. Selain itu, denyut nadi juga dapat digunakan untuk memperkirakan kondisi fisik atau derajat kesegaran jasmani seseorang. Denyut jantung (yang diukur per menit) dapat digunakan untuk mengukur tingkat

kelelahan seseorang. Cara lain yang dapat dilakukan untuk merekam denyut jantung seseorang pada saat kerja yakni dengan menggunakan *electromyography* (EMG).

- **Konsumsi oksigen**

Oksigen yang dikonsumsi oleh seseorang tentunya akan dipengaruhi oleh intensitas pekerjaan yang dilakukan. Secara khusus, konsumsi oksigen dapat dibandingkan dengan kapasitas kerja fisik (*Physical Work Capacity – PWC*). PWC menggambarkan jumlah oksigen maksimum yang dapat dikonsumsi oleh seseorang pada setiap menitnya. Menurut **Astrand** dan **Rodahl (1986)**, persentase PWC yang tinggi pada suatu pekerjaan tertentu akan mengindikasikan beban fisik atau kelelahan yang dialami.

2.2.1.2 Beban Kerja Mental

Menurut **Henry R. Jex** dalam bukunya “**Human Mental Workload**”, definisi beban kerja mental yakni:

“Mental workload is the operator’s evaluation of the attentional load margin (between their motivated capacity and the current task demands) while achieving adequate task performance in a mission relevant context”.

Seiring dengan berjalannya waktu, kemampuan seseorang dapat saja berubah sebagai akibat dari praktek terhadap pekerjaan (**Kemampuan meningkat**), kelelahan yang ditimbulkan (**kemampuan menurun**), dan kebosanan terhadap pekerjaan dan kondisi (**kemampuan menurun**). Kemampuan seseorang akan berbeda dengan orang lain karena perbedaan dukungan fisik dan mental, perbedaan latihan, dan perbedaan pekerjaan.

Hubungan antara beban kerja dengan kinerja dapat dilihat dalam bentuk kurva U terbalik. Kinerja manusia pada tingkat beban kerja rendah tidak juga baik. Jika tidak banyak hal yang dapat dikerjakan maka orang tersebut akan mudah bosan dan cenderung kehilangan ketertarikan terhadap pekerjaan yang dilakukan. Dalam keadaan ini (*underload*), efek yang akan muncul dalam bentuk kehilangan informasi sebagai akibat dari menurunnya konsentrasi.

Pengukuran beban kerja mental merupakan pengukuran beban kerja yang dilakukan secara subyektif dimana sumber data yang diolah merupakan data-data kualitatif. Beberapa jenis pengukuran subyektif yang telah dilakukan yakni:

- **Subjective Workload Assessment Technique (SWAT);**

Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh **Reid** dan **Nygren** pada *Harry G. Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory Wright – Patterson Air Force Base, Ohio, USA*. Metode ini muncul sebagai akibat dari meningkatnya kebutuhan akan pengukuran subyektif yang dapat digunakan dalam pekerjaan secara langsung. SWAT ini dibuat sedemikian rupa sehingga tanggapan hanya diberikan melalui tiga deskriptor pada masing-masing tiga faktor/dimensi. Penggunaan metode ini dilakukan melalui 2 (dua) tahapan pekerjaan yakni *scale development* dan *event scoring*.

- **National Aeronautics and Space Administration–Task Load Index (NASA–TLX);**

NASA–TLX merupakan *multidimensional scale* yang digunakan untuk mengukur beban kerja mental sebagai fungsi dari *mental demand, physical demand, temporal demand, performance, effort, dan frustration dimension*.

- **Cooper Harper Scale (Wierwille dan Casali, 1983);**
- **Multidescriptor Scale (Wierwille dan Casali, 1983);**
- **Workload – Compensation – Interference/Technical Effectiveness Scale (Wierwille dan Connor, 1983);**
- **Overall Workload Scale (Hill et al, 1992);**
- **Consumer Mental Workload Scale (Owen, 1992);**
- **Direct Scaling (Ghiaseddin, 1995).**

Hingga saat ini, SWAT dan NASA–TLX merupakan metode yang paling banyak digunakan.

2.3 Jenis-Jenis Kelelahan Otot

Aktifitas kontraktile di otot tidak bisa berlangsung terus-menerus, seperti pada saat kita sedang melakukan pekerjaan kantor atau pabrik yang bersifat monoton dan berulang-ulang. Pada akhirnya ketegangan otot menurun seiring

dengan timbulnya kelelahan. Jenis kelelahan : kelelahan otot, kelelahan neuromuskular dan kelelahan sentral. Sifat kelelahan : lokal atau menyeluruh, kelelahan yang menyertai olahraga endurance, kelelahan dan kinerja olahraga.

Kelelahan otot terjadi ketika otot tidak dapat berespon terhadap rangsangan dengan tingkat aktifitas kontraktile yang setara. Faktor-faktor yang terkait ; penimbunan asam laktat, habisnya cadangan energi.

Waktu timbulnya kelelahan otot berbeda sesuai jenis serat otot. Aktivitas yang berintensitas tinggi lebih cepat menimbulkan kelelahan. Kelelahan otot membatasi kinerja otot

Macam-macam jenis kelelahan otot :

- **Kelelahan Neuromuskular**

Faktor pembatas pada aktivitas yang kuat dan cepat terletak pada taut neuromuskulus. Neuron motorik aktif tidak mampu mensintesis asetilkolin dengan cukup cepat untuk mempertahankan transmisi kimiawi potensial aksi dari neuron motorik ke otot.

- **Kelelahan Sentral / Kelelahan Psikologis**

Jika kerja otot tidak adekuat mengaktifkan neuron motorik yang mempersarafi otot yang bekerja. Individu akan memperlambat atau menghentikan aktivitasnya. Olahraga berat, kelelahan mungkin berakar pada rasa tidak nyaman yang berkaitan dengan aktivitas sehingga perlu motivasi. Olahraga kurang berat berkaitan dengan kebosanan atau kurang tidur. Mekanismenya masih belum jelas.

- **Kelelahan otot yang bersifat lokal/ menyeluruh**

Menyertai latihan yang berintensitas tinggi dan waktunya singkat akibat akumulasi asam laktat dalam darah dan otot. Berhubungan dengan resistensi energi bagian otot selama kontraksi atau rileksasi otot *Fast Twitch*.

- **Kelelahan yang menyertai Olahraga endurance**

Kelelahan ini terjadi karena kelelahan otot (lokal) dan di luar otot (komponen tubuh lain). Kelelahan lokal karena terkurasnya cadangan glikogen otot baik di *FT (Fast Twitch) / ST (Slow Twich)*

2.4 Sistem Kerangka dan Otot Manusia

Ergonomi berasal dari bahasa Latin yaitu Ergos (kerja) dan Nomos (hukum alam) dan didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain atau perancangan untuk mendapatkan suasana kerja yang sesuai dengan manusianya. Tujuan utama ilmu ergonomi adalah menyesuaikan tempat kerja dengan pekerja itu sendiri.

Ergonomi secara khusus mempelajari keterbatasan dan kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Ilmu ini berangkat dari kenyataan bahwa manusia memiliki batas-batas kemampuan baik jangka pendek maupun jangka panjang, pada saat berhadapan dengan lingkungan sistem kerja yang berupa perangkat keras atau hardware (mesin, peralatan kerja, dsb) dan perangkat lunak atau software (metode kerja, sistem, dsb). Ilmu ergonomi merupakan ilmu yang peduli akan adanya keserasian manusia dan pekerjaannya, menempatkan manusia sebagai unsur pertama, yaitu pada kemampuan, kebolehan, dan batasannya. Ergonomi bertujuan membuat pekerjaan, peralatan, informasi, dan lingkungan yang serasi satu sama lainnya. Metodenya dengan menganalisis hubungan fisik antara manusia dengan fasilitas kerja. Manfaat dan tujuan ilmu ini adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan pada saat bekerja. Pendekatan keilmuan yang digunakan adalah *human-centered* atau berorientasi kepada manusia. Oleh karena itu, selama manusia masih berhubungan dengan dunia kerja atau berhubungan dengan mesin, selama itu pula, ergonomi akan dipakai dan selalu dibutuhkan, baik oleh perusahaan maupun oleh dunia pendidikan

2.5 Kerja dan Kaitannya dengan Ergonomi

Lingkungan kerja yang tidak sehat akan menjadi beban tambahan bagi kerja dan atau bagi karyawan, misalnya :

- a) Penerangan atau pencahayaan ruangan kerja yang tidak cukup dapat menyebabkan kelelahan mata.
- b) Kegaduhan dan bising dapat mengganggu konsentrasi, mengganggu daya ingat dan menyebabkan kelelahan psikologis.

- c) Gas, uap, asap dan debu yang terhisap lewat pernapasan dapat mempengaruhi fungsinya berbagai jaringan tubuh yang akhirnya menurunkan daya kerja.
- d) Binatang, khususnya serangga (nyamuk, kecoa, lalat, dan sebagainya) disamping mengganggu konsentrasi kerja juga merupakan pemindahan (vektor) dan penyebab penyakit.
- e) Alat-alat bantu kerja yang tidak ergonomis (tidak sesuai dengan ukuran tubuh) akan menyebabkan kelelahan kerja yang cepat.
- f) Hubungan atau iklim kerja yang tidak harmonis dapat menimbulkan kebosanan, tidak betah kerja dan sebagainya yang akhirnya menurunkan produktivitas kerja.

Maka agar faktor-faktor diatas tidak menjadi beban tambahan kerja, faktor lingkungan tersebut dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat meningkatkan gairah kerja, misalnya :

- a) Penerangan / pencahayaan yang cukup, standar penerangan tempat kerja setara dengan 100-200 kaki lilin atau minimal 300 lux (sumber dinas kesehatan lingkungan). Penggunaan lampu neon (fluorecent) dianjurkan karena kesilauan rendah, tidak banyak bayangan, dan suhu rendah.
- b) Dekorasi warna di tempat kerja. Warna atau cat tembok mempunyai arti penting dalam kesehatan kerja. Warna merah padam misalnya, dapat merangsang seseorang bekerja lebih cepat daripada warna biru.
- c) Ruangan yang diberi pendingin (AC) akan menimbulkan efisiensi kerja namun suhu yang terlalu dingin juga akan mengurangi efisiensi.
- d) Bebas serangga (lalat, nyamuk, kecoa) dan bebas dari bau-bauan yang tidak sedap.

Definisi Kerja, merupakan sesuatu yang dikeluarkan oleh seseorang sebagai profesinya, dan dengan sengaja dilakukan untuk mendapatkan penghasilan. Pengeluaran tersebut berupa energi untuk kegiatan yang dibutuhkan oleh seseorang untuk mencapai tujuan tertentu.

Setiap individu atau manusia mempunyai kemampuan berbeda-beda dalam melakukan pekerjaannya yang pasti mempunyai perbedaan dengan orang lain meskipun pendidikan dan pengalamannya sama serta bekerja pada suatu pekerjaan

ataupun tugas yang sama. Perbedaan ini disebabkan karena kapasitas yang dimiliki orang tersebut berbeda. Kemampuan tenaga kerja pada umumnya dapat diukur dari keterampilannya dalam melaksanakan pekerjaannya. Semakin tinggi keterampilan yang dimiliki oleh tenaga kerja, semakin efisien badan (anggota badan), tenaga dan pemikiran (mentalnya) dalam melaksanakan pekerjaan. Penggunaan tenaga dan mental atau jiwa yang efisien, berarti beban kerjanya relatif rendah.

Maka dari itu efisiensi kerja sangat penting dalam mengkaji kinerja karyawan, khususnya agar para pekerja tidak mengalami kelelahan dalam waktu cepat dalam bekerja. Karena suatu efisiensi kerja berkaitan dengan pelaksanaan atau kegiatan yang dilakukan manusia dari pekerjaannya.

Efisiensi merupakan suatu ukuran keberhasilan yang dapat dinilai dari segi besarnya sumber maupun biaya untuk mencapai suatu hasil dari kegiatan yang dijalankan. Efisiensi dapat diartikan juga, merupakan perbandingan yang terbaik antara input (masukan) dan output (hasil antara keuntungan dengan sumber-sumber yang dipergunakan), seperti halnya juga hasil optimal yang dicapai dengan penggunaan sumber yang terbatas. Oleh karena itu suatu perusahaan sekiranya dapat membuat suatu system ataupun memperhatikan suatu efisiensi dari suatu pekerjaan yang dilakukan oleh manusia agar kinerjanya dapat lebih maksimal, dan tentunya tidak menimbulkan efek lelah yang terjadi dalam waktu yang singkat. Suatu efisiensi kerja dapat dirancang dengan proses dengan benar, respon suatu reaksi, daya ingat jangka pendek, rasa kewaspadaan.

2.6 Metode-Metode dalam Analisa *Human Factors* dan Lingkungan

Ada banyak metode yang bisa kita gunakan untuk menganalisa Faktor manusia dan Faktor lingkungan. Metode-metode tsb adalah :

- ***Physical methods***
 - *Physical methods* Alan Hedge
 - PLIBEL — *The Method Assigned for Identification of Ergonomic Hazards* Kristina Kemmlert

- *Musculoskeletal Discomfort Surveys Used at NIOSH* Steven L. Sauter, Naomi G. Swanson, Thomas R. Waters, Thomas R. Hales, and Robin Dunkin-Chadwick
- *The Dutch Musculoskeletal Questionnaire (DMQ)* Vincent H. Hildebrandt
- *Quick Exposure Checklist (QEC) for the Assessment of Workplace Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs)* Guangyan Li and Peter Buckle
- *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* Lynn McAtamney and Nigel Corlett
- *Rapid Entire Body Assessment* Lynn McAtamney and Sue Hignett
- *The Strain Index* J. Steven Moore and Gordon A. Vos
- *Posture Checklist Using Personal Digital Assistant (PDA) Technology* Karen Jacobs
- *Scaling Experiences during Work: Perceived Exertion and Difficulty* Gunnar Borg
- *Muscle Fatigue Assessment: Functional Job Analysis Technique* Suzanne H. Rodgers
- ***Psychophysiological Methods***
 - *Psychophysiological Methods* Karel A. Brookhuis
 - *Electrodermal Measurement* Wolfram Boucsein
 - *Electromyography (EMG)* Matthias Göbel
 - *Estimating Mental Effort Using Heart Rate and Heart Rate Variability Lambertus (Ben)* J.M. Mulder, Dick de Waard, and Karel A. Brookhuis
 - DII
- ***Behavioral and Cognitive Methods***
 - *Behavioral and Cognitive Methods* Neville A. Stanton
 - *Observation* Neville A. Stanton, Christopher Baber, and Mark S. Young
 - *Applying Interviews to Usability Assessment* Mark S. Young and Neville A. Stanton

- *Verbal Protocol Analysis* Guy Walker
- DII
- ***Team Methods***
 - *Team Methods* Eduardo Salas
 - *Team Training* Eduardo Salas and Heather A. Priest
 - *Distributed Simulation Training for Teams* Dee H. Andrews
 - *Synthetic Task Environments for Teams: CERTT's UAV-STE* Nancy J. Cooke and Steven M. Shope
 - DII
- ***Environmental Methods***
 - *Environmental Methods* Alan Hedge
 - *Thermal Conditions Measurement* George Havenith
 - *Cold Stress Indices* Hannu Rintamäki
 - *Heat Stress Indices* Alan Hedge
 - DII
- ***Macroergonomic Methods***
 - *Macroergonomic Methods* Hal W. Hendrick
 - *Macroergonomic Organizational Questionnaire Survey (MOQS)* Pascale Carayon and Peter Hoonakker
 - *Interview Methods* Leah Newman
 - *Focus Groups* Leah Newman
 - DII

2.6.1 Metode Fisik (*Physical methode*)

- ***Physical methode Allan Hedge***

Penggunaan metode fisik untuk menilai bagaimana suatu pekerjaan dilakukan sangat penting dari sisi ergonomis. Metode fisik yang digunakan untuk memperoleh pengawasan penting untuk pengelolaan resiko cedera dalam angkatan kerja. Hal ini berlaku umum bahwa banyak luka muskuluskeletal berawal dari ketidaknyamanan pekerja saat melakukan aktivitas, jika hal-hal tsb diabaikan akan mengarah kepada keparahan gejala. Gejala ketidaknyamanan tsb akan berubah menjadi intens sakit dan nyeri. Sakit dan nyeri ini jika dibiarkan

maka akan menjadi kumulatif cedera muskuloskeletal seperti : tendonitis, tenosinovitis, atau cedera serius saraf-kompresi seperti karpal tunnel syndrome. Sensasi ketidaknyamanan adalah tanda-tanda awal tubuh peringatan bahwa beberapa atribut pekerjaan pekerja harus diubah.

Ketidaknyamanan juga akan mempengaruhi kinerja kerja, baik mengurangi kuantitas pekerjaan, maupun penurunan kualitas pekerjaan melalui tingkat kesalahan yang meningkat, atau keduanya.

Ada 3 metode yang bisa digunakan untuk mengukur ketidaknyamanan secara objektif, yaitu : PLIBEL, US National Institut Keselamatan dan Kesehatan Kerja (NIOSH) untuk survey ketidaknyamanan, dan Survey belanda untuk muskuloskeletal.

- **PLIBEL**

PLIBEL adalah checklist penyaringan sederhana yang dimaksudkan untuk Menyoroti resiko muskuloskeletal yang berhubungan dengan tempat kerja, aspek waktu, pertimbangan lingkungan dan organisasi bisa dianggap sebagai faktor yang berpengaruh. Metode ini adalah metode penilaian umum, tidak dimaksudkan untuk setiap jenis pekerjaan tertentu.

Keuntungan dari metode ini adalah sederhana dan dirancang untuk memeriksa kondisi primer. PLIBEL merupakan metode investigasi awal untuk pengamat tempat kerja untuk mengidentifikasi bahaya ergonomis dan dapat dilengkapi dengan pengukuran lain, misalnya berat dan waktu, atau kutipan pengamatan dari penelitian lain

Kelemahannya adalah metode ini terlalu umum tidak untuk jenis pekerjaan tertentu

- ***Muscle Fatigue Assessment (MFA): Job Analysis technique***

Metode ini dikenal juga sebagai teknik evaluasi pekerjaan fungsional, dikembangkan oleh Rodgers dan Williams (1987) mengkarakterisasi ketidaknyamanan yang dijelaskan oleh para pekerja di perakitan mobil baris dan tugas fabrikasi.

Metode MFA yang paling tepat untuk mengevaluasi tugas-tugas produksi memiliki kurang dari 12 sampai 15 pengulangan per menit dengan kelompok otot

yang sama, hal ini juga bisa digunakan untuk mempelajari pekerjaan kantor dan jasa.

Prosedur dari Metode MFA ini adalah

- Mengidentifikasi masalah pekerjaan.
Ada tidaknya potensi cedera atau keluhan yg diakibatkan oleh pekerjaan
- Mengidentifikasi masalah tugas pada pekerjaan.
Review data kecelakaan/cedera, dan data penyakit akibat kerja, tingkat kesulitan pekerjaan, serta lamanya pekerjaan yang dilakukan
- Memilih tugas pekerjaan untuk dianalisa.
Susun berdasarkan prioritas paling atas pada langkah 2
- Menentukan tingkat intensitas kerja setiap bagian tubuh.
Gunakan rekaman video untuk melihat tingkat intensitas (minimal 4-6 menit pekerjaan yang kontinyu untuk mempelajari karakteristik pekerjaan, meminta pekerja untuk ikut menentukan tingkat intensitas kerja, dan membuat list urutan tingkat intensitas kerja mulai dari yang paling ringan, sedang dan berat)
- Menentukan durasi kerja (dalam detik) untuk setiap intensitas kerja tiap bagian tubuh.
Gunakan *stopwatch* untuk menentukan lamanya durasi pekerjaan yang dilakukan secara terus-menerus sebelum pergantian pekerjaan atau relaksasi (istirahat)
- Menentukan frekuensi kerja (dalam menit) pada intensitas pekerjaan yang sama untuk setiap bagian tubuh.
- Menggunakan peringkat tiga nomor yang dihasilkan dari langkah 4 sampai dengan 6. Tentukan prioritas untuk perubahan skor, masukan kedalam kolom terakhir untuk setiap bagian tubuh.
Gunakan tabel panduan metode MFA untuk menentukan 3 prioritas yang akan dilakukan perbaikan berdasarkan intensitas kerja, durasi dan frekuensi kerja untuk setiap bagian tubuh
- Menentukan prioritas perubahan dari yang paling tinggi supaya menjadi lebih rendah.

Menentukan seberapa tinggi prioritas perubahan yang dilakukan, dan setiap perubahan dari peringkat tinggi ke peringkat yang lebih rendahnya.

- Langkah berikutnya adalah mengidentifikasi kenapa 3 peringkat kondisi yang paling tinggi dan mengembangkan strategi perubahan dengan membuat analisa penyebabnya.

Gunakan proses pemecahan masalah untuk menentukan akar penyebab faktor resiko yang diidentifikasi oleh bagian tubuh.

- Menentukan kembali urutan tugas yang meliputi semua anggota tubuh untuk menentukan dampak dari perubahan yang berhubungan dengan kenyamanan dan keluhan pekerja.

Metode MFA ini sangat ideal untuk sebuah tim mengevaluasi tugas dan pekerjaannya. Strategi untuk mengurangi paparan resiko dapat dikembangkan dengan mendefinisikan tingkatan kerja melalui identifikasi postural dan faktor resiko.

Metode MFA juga dapat menentukan pekerjaan yang cocok untuk orang dalam jangka pendek pada saat awal kembali bekerja setelah sakit atau cedera, sehingga tugas atau pekerjaan yang bisa membebani otot dapat dipisahkan atau dihindari.

Keuntungan dari metode MFA ini adalah:

- Mudah untuk digunakan.
- Kerjasama operator (pekerja) dibutuhkan untuk mendapatkan peningkatan.
- Mengevaluasi interaksi untuk memperkirakan kelelahan.
- Mengevaluasi semua bagian otot tubuh.
- Mengidentifikasi pola kelelahan kerja dan menunjukkan bagaimana cara memperbaikinya.
- Mengutamakan perbaikan pada tugas-tugas pekerjaan

Kekurangan dari metode MFA ini adalah

- Metode semi quantitative yang membutuhkan penilaian
- Memerlukan analisa tugas secara terpisah
- Terlalu fokus pada siklus otot bukan siklus kerja

- Kurang efektif jika hanya dilakukan oleh satu analis saja, lebih baik oleh sebuah tim di lini produksi.

2.6.2 *Psychophysiological Methods*

Berbagai metode pengukuran fisiologi yang digunakan dalam bidang kedokteran semakin sering dan umum digunakan dibidang *Human Factors* dan tujuan ergonomi untuk pembelajaran operator sehubungan dengan beban kerja yang bersifat beban mental

Kesalahan manusia yang berkaitan dengan beban kerja mental, dalam arti tidak memadainya pengolahan informasi mengenai hal tsb menjadi salah satu penyebab utama dari sebagian besar kecelakaan kerja (Smiley dan Brookhuis, 1987).

2.6.3 *Behavioral and Cognitive Methods*

Dasar dari *Behavioral and Cognitive Methods* (metode perilaku dan kognitif) adalah disiplin ilmu psikologi. Metode ini merupakan pedoman umum untuk memberikan informasi persepsi, proses kognitif, dan potensial respon individu.

Model Norman (1986) menyajikan gambaran kegiatan manusia dalam 2 tahapan yang berbeda :

- Eksekusi : dimana kegiatan manusia membawa perubahan didunia.
- Evaluasi : dimana perubahan di dunia dievaluasi.

Kedua fase tersebut diatas dihubungkan oleh tujuan, yang menentukan arah dari kegiatan masing-masing.

2.6.4 *Team Methods*

Proses pengelolaan kinerja tim membutuhkan pemahaman yang mendalam mengenai kompetensi tim, kebutuhan komunikasi dan tugas, lingkungan tim, misi dan tujuan tim. Tim pelatihan, analisis tugas, dan pengukuran kinerja membutuhkan metode bagi organisasi untuk mengoptimalkan fungsi tim.

2.6.5 *Environmental Methods*

Pada pertengahan abad ke 20, studi tentang dampak dari modifikasi lingkungan fisik kondisi tempat kerja menjadi dasar terbentuknya disiplin ilmu ergonomis. Tubuh manusia adaptif secara fisiologis terhadap kondisi lingkungan kerja tetapi ketika kondisi melebihi kemampuan adaptif tubuh maka berakibat kinerja menurun dan kesehatan memburuk, lebih ekstrem lagi bisa berakibat fatal.

Tujuan dari design ergonomis tempat kerja adalah menciptakan lingkungan kerja yang nyaman, memperhatikan aspek keselamatan dan kesehatan pekerja.

Desain ergonomis lingkungan dapat dianggap sebagai ilmu moderasi karena upaya untuk menciptakan eksposur yang berkelanjutan yang berhubungan dengan berbagai regulasi proses fisiologis tubuh.

2.7 *7 Tools of Quality*

Dalam industri barang dan jasa, peningkatan kualitas produksi adalah hal yang sangat penting untuk keberlangsungan usaha, peningkatan kualitas produksi ini dapat dilakukan dengan berbagai alat bantu. Diantaranya ada *7 Tools* yang merupakan alat bantu dalam pengolahan data untuk peningkatan kualitas yang merupakan alat bantu dalam memetakan masalah secara terstruktur, guna membantu kelancaran komunikasi pada tim kerja, dan untuk pengambilan keputusan. *7 Tools of Quality* digunakan bagi yang menerapkan metodologi *7 Steps of Quality Improvement*. Di Indonesia, dikenal istilah TULTA (Tujuh Langkah Tujuh Alat). Berikut adalah penjelasan tentang kedua alat bantu dalam manajemen kualitas ini.

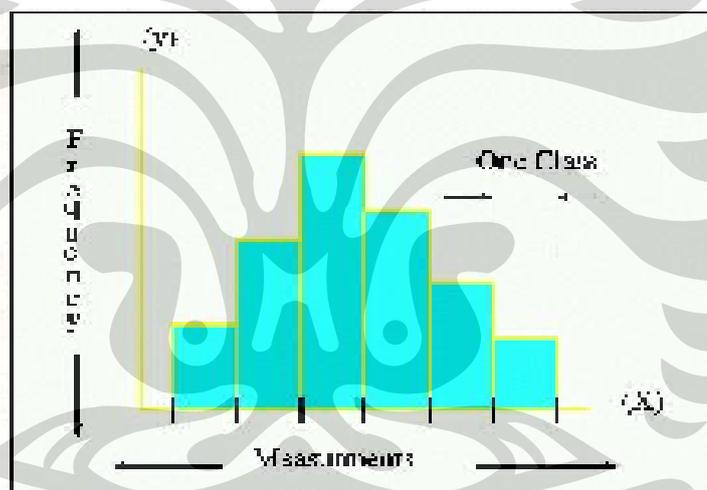
1. *Pareto Charts*, tujuan dari bagan Pareto adalah untuk memprioritaskan masalah - untuk memutuskan masalah-masalah apa yang harus dibahas. Tidak ada perusahaan memiliki cukup sumber untuk mengatasi setiap masalah, jadi mereka harus memprioritaskan.

Konsep Pareto dikembangkan oleh ekonom Italia Vilfredo Pareto yang menjelaskan distribusi frekuensi karakteristik tertentu dari suatu populasi. Juga disebut aturan 20-80, persentase kecil dari kelompok tertentu

(20%) dengan kontribusi jumlah tinggi karakteristik tertentu (80%). Bagan Pareto sangat membantu dalam meningkatkan proses manufaktur.

2. **Histogram**, tujuannya adalah untuk menentukan penyebaran atau variasi dari suatu himpunan titik data dalam bentuk grafis.

Dalam melakukan proses produksi selalu ada keinginan untuk menghasilkan hal-hal yang sama dengan nilai-nilai desain yang direncanakan. Tapi ini tidak selalu terjadi. Kita akan selalu memiliki variasi dalam nilai-nilai dari masing-masing bagian yang dihasilkan. Hal ini ditemukan dalam output dari proses apapun: manufaktur, jasa, atau administratif. Namun, variasi tidak semuanya buruk. Salah satu ciri khas dari variasi adalah bahwa ia selalu menampilkan pola, distribusi. Pola ini dapat memberitahu kita banyak hal tentang proses itu sendiri dan penyebab masalah yang ditemukan dalam proses. Histogram membantu kami mengidentifikasi dan menafsirkan pola-pola ini.



Gambar 2.1 Variasi Produksi

Melalui gambar Histogram yang ditampilkan, akan dapat diprediksi hal-hal sebagai berikut :

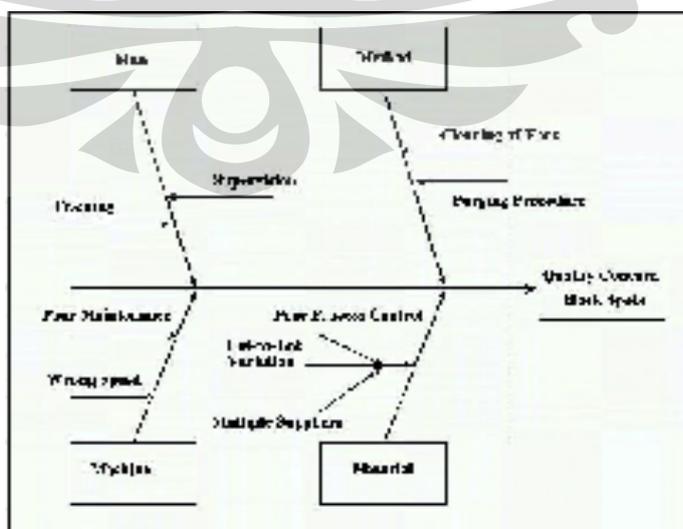
- a. Bila bentuk Histogram pada sisi kiri dan kanan dari kelas yang tertinggi berbentuk simetri, maka dapat diprediksi bahwa proses berjalan konsisten, artinya seluruh faktor-faktor dalam proses memenuhi syarat-syarat yang ditentukan.

- b. Bila Histogram berbentuk sisir, kemungkinan yang terjadi adalah ketidak-tepatan dalam pengukuran atau pembulatan nilai data, sehingga berpengaruh pada penetapan batas-batas kelas.
- c. Bila sebaran data melampaui batas-batas spesifikasi, maka dapat dikatakan bahwa ada bagian dari hasil produk yang tidak memenuhi spesifikasi mutu. Tetapi sebaliknya, bila sebaran data ternyata berada di dalam batas-batas spesifikasi, maka hasil produk sudah memenuhi spesifikasi mutu yang ditetapkan.

Secara umum, histogram biasa digunakan untuk memantau pengembangan produk baru, penggunaan alat atau teknologi produksi yang baru, memprediksi kondisi pengendalian proses, hasil penjualan, manajemen lingkungan dan lain sebagainya.

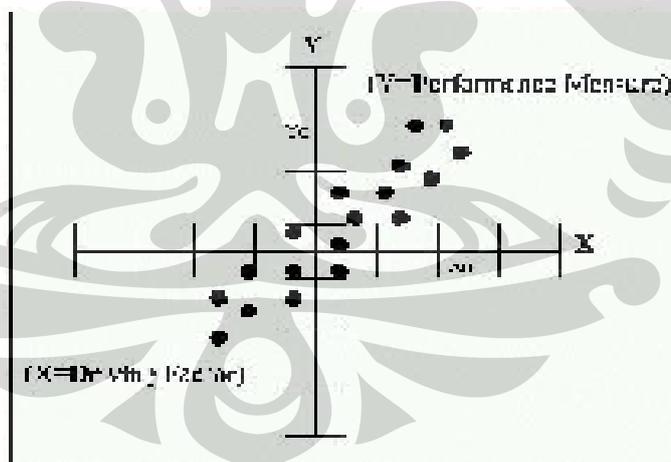
3. **Cause and Effect Diagrams (Fish bone)**, merupakan alat yang memungkinkan pengguna untuk meletakkan sistematis representasi grafis jalan setapak yang pada akhirnya mengarah pada akar penyebab suatu kekhawatiran atau masalah kualitas.

Pertama kali dikembangkan pada tahun 1943 oleh Mr Ishikawa di University of Tokyo. Sebuah diagram sebab-akibat terdiri dari dua sisi. Sisi kanan, efek samping, daftar masalah atau kepedulian kualitas dipertanyakan. Sementara sisi kiri adalah daftar penyebab utama dari masalah. Sisi kanan juga dapat mencakup efek yang diinginkan pengguna ingin dicapai. Yang penting adalah terus-menerus menyebabkan mendefinisikan dan berhubungan satu sama lain.

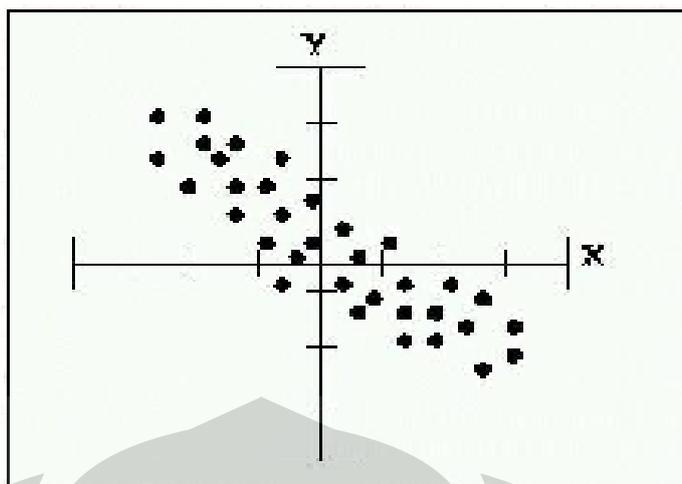


Gambar 2.2 *Fishbone Diagram* universitas Indonesia

4. **Scatter Diagrams**, tujuannya untuk mengidentifikasi korelasi yang mungkin ada antara karakteristik kualitas dan faktor yang mungkin mempengaruhinya. *Scatter diagrams* merupakan pendekatan *non-mathematical* atau grafis untuk mengidentifikasi hubungan antara ukuran kinerja dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhinya. Karakteristik kinerja (Y) digambarkan pada sumbu vertikal, sedangkan faktor yang diduga berkorelasi (X) diplot pada sumbu horizontal. Titik potong antara kedua sumbu adalah rata-rata masing-masing set data. Data yang dikumpulkan bukan untuk hanya mengamati karakteristik kualitas yang diteliti tetapi juga memperhatikan faktor-faktor atau penyebab lain yang mungkin berdampak pada karakteristik kualitas. Melalui penggambaran data dalam scatter diagram, akan dapat dilakukan analisa lebih lanjut, sejauhmana antara faktor x dan y memiliki korelasi, yang dalam hal ini direpresentasikan sebagai nilai r (rho), yaitu nilai yang menunjukkan tingkat keeratan hubungan antar faktor tersebut. Dikatakan kedua faktor itu berhubungan sangat erat bila nilai rho mendekati angka + 1. Di samping itu, juga akan dapat disimpulkan kecenderungan arah korelasi tersebut (positif atau negatif).

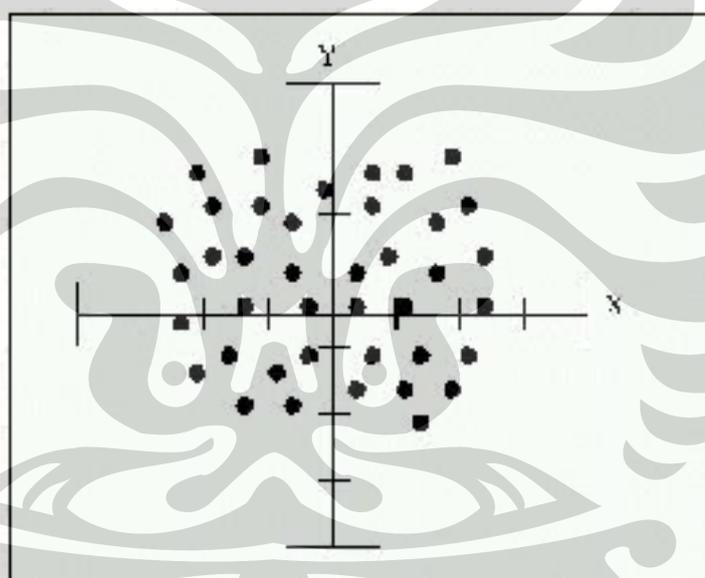


Hubungan positif: **Gambar 2.3** Hubungan Positif Scatters Diagram dan sumbu Y juga meningkat, dan sebaliknya.



Gambar 2.4 Hubungan Negatif Scatters Diagram

Hubungan negatif, dimana item pada sumbu X meningkat, item pada sumbu Y berkurang



Gambar 2.5 Tidak Ada Hubungan dalam Scatters

Tidak ada hubungan; Mengubah nilai-nilai dari item X tidak memiliki efek pada nilai barang Y.

5. **Control Chart**, tujuannya adalah untuk memastikan bahwa proses dalam kendali dan untuk memonitor variasi proses secara terus-menerus.

Dikembangkan pada pertengahan tahun 1920-an oleh Walter Shewhart dari Bell lab, alat SPC ini telah menjadi penyumbang utama peningkatan kualitas proses. Memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan

variasi proses. Hal ini juga memungkinkan pengguna untuk membuat tindakan perbaikan yang tepat untuk menghilangkan sumber-sumber variasi. Mutu produk yang diciptakan melalui suatu proses panjang, sesungguhnya tidak pernah bisa terlepas dari variasi, yang dalam hal ini bisa dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu : (1) "*Chance Cause*", yaitu variasi yang timbul secara tidak terduga dan sukar dikendalikan, dan (2) "*Assignable Cause*", yaitu variasi yang bisa diperkirakan penyebabnya dan memungkinkan untuk dilakukan pencegahan.

6. **Check Sheet**, memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan data dari sebuah proses yang mudah, sistematis, dan teratur. Selain itu, data yang dikumpulkan menggunakan *check sheet* dapat digunakan sebagai masukan data untuk peralatan kualitas lain seperti diagram Pareto. Ada empat tipe utama yang digunakan untuk memeriksa lembar pengumpulan data:

a. *Defective item check sheet*:

Jenis lembar periksa ini digunakan untuk mengidentifikasi jenis masalah atau cacat yang terjadi dalam proses. Biasanya lembar cek ini akan memiliki daftar cacat atau masalah yang mungkin terjadi dalam proses.

b. *Defective Location Check Sheet*

Jenis ini lembaran cek digunakan untuk mengidentifikasi lokasi cacat pada produk. Digunakan saat penampilan eksternal dari produk itu penting.

c. *Defective Cause Check Sheet*

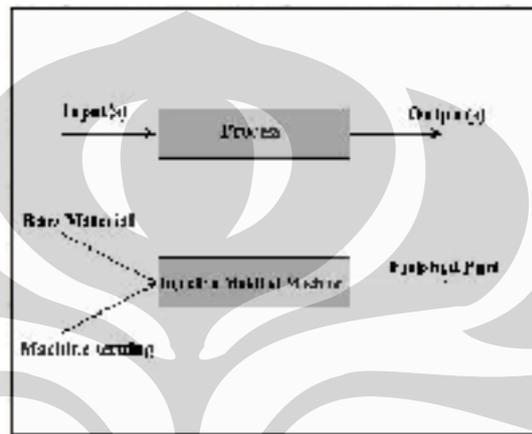
Jenis lembar periksa mencoba untuk mengidentifikasi penyebab masalah atau cacat. Terdapat lebih dari satu variabel yang dipantau saat mengumpulkan data untuk jenis lembaran cek.

d. *Checkup Confirmation Check Sheet*

Jenis ini digunakan lembar periksa untuk memastikan bahwa prosedur yang tepat sedang diikuti. Lembar cek ini biasanya akan memiliki daftar tugas yang harus diselesaikan sebelum tindakan dapat diambil.

7. **Flow Chart**, merupakan alat bantu yang memberikan gambaran visual urutan operasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu tugas.

Diagram alur merupakan langkah pertama kita dalam memahami suatu proses, baik administrasi atau manufaktur, *flow chart* memberikan ilustrasi visual, gambar langkah-langkah proses mengalami untuk menyelesaikan tugas itu. Dari gambar ini kita dapat melihat bagaimana proses ini dan terdiri dari unsur-unsur itu, sesuai dengan gambaran keseluruhan bisnis. Setiap proses akan membutuhkan input untuk menyelesaikan tugas ini, dan akan memberikan output ketika tugas selesai.



Gambar 2.6. Diagram Alur

BAB III
PENGUMPULAN dan PENGOLAHAN DATA

3.1 Data Proses Produksi

PT Fujitechnica indonesia mempunyai 2 jalur stamping, yaitu jalur A untuk kisaran kapasitas mesin 500 – 1000 ton, dan jalur B untuk kisaran kapasitas 300 – 500 ton. Masing-masing jalur memproduksi barang stamping untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang berasal dari : PT ADM , PT NMI, PT SIM dll.

Untuk pengiriman ke PT ADM ada 5 komponen, ke PT NMI ada 24 komponen, ke PT SIM ada 60 komponen. Lihat pada tabel no 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Komponen Yang Diproses Di Jalur Stamping

NO	NO BARANG	NAMA BARANG
1	58711	Member Fr Upr Ctr
2	58721	Member Fr Lwr Ctr
3	58722	Member Fr Lwr Rh
4	58723	Member Fr Lwr Lh
5	58724	Panel Lamp Support Rh
6	58725	Panel Lamp Support Lh
7	58726	Bracket Front Fender Rh
8	58727	Bracket Front Fender Lh
9	58728	Member Front Upper Rh
10	58729	Member Front Upper Lh
11	58821-J00	Reinf Pedal Bracket
12	58821-J10	Reinf Pedal Bracket
13	58871	Crossmember Dash Ctr
14	58912	Panel Cowl Front
15	58914	Bracket Hood Hinge Rh
16	58915	Bracket Hood Hinge Lh
17	59141	Beam Front Frame Front
18	59711	Crossmember Fr Lower No. 1
19	59714	Crossmember Fr Lower No. 2
20	59771	Crossmember Rear Floor
21	61211	Locker Ctr Plr Lwr Rh
22	61221	Locker Ctr Plr Lwr Lh

23	61211-JA0	Locker Ctr Plr Lwr Rh
24	61221-JA0	Locker Ctr Plr Lwr Lh
25	61212	Panel Locker Front Rh
26	61222	Panel Locker Front Lh
27	61711	Panel Rear Floor Front
28	61712	Mbr Rear Floor Front
29	61731	Mbr Seat Leg
30	61771	Panel Rr W/H Inr Rh
31	61781	Panel Rr W/H Inr Lh
32	61831	Locker Back Plr Lwr Rh
33	61841	Locker Back Plr Lwr Lh
34	61881	Panel Tail Skirt Outer
35	62111	Panel Fr Pillar Inr Rh
36	62611	Panel Fr Pillar Inr Lh
37	62217	Locker Rr W/H Fr Rh
38	62717	Locker Rr W/H Fr Lh
39	62218	Ext. Rear W/H Rear Rh
40	62718	Ext. Rear W/H Rear Lh
41	63121	Reinf Fr Door Hinge Rh
42	63621	Reinf Fr Door Hinge Lh
43	63122	Reinf Fr W/H Side Rh
44	63622	Reinf Fr W/H Side Lh
45	63131	Reinf Rear Door Hinge Rh
46	63631	Reinf Rear Door Hinge Lh
47	63151-JA0	Reinf Rear Pillar Rh
48	63651-JA0	Reinf Rear Pillar Lh
49	63271	Panel Back Pillar Otr Rh
50	63771	Panel Back Pillar Otr Lh
51	63272	Reinf Back Pillar Lwr Rh
52	63772	Reinf Back Pillar Lwr Lh
53	64622	Reinf Back Door Hinge Rh
54	64623	Reinf Back Door Hinge Lh
55	64624	Guss& Back Door Hinge Rh
56	64625	Guss& Back Door Hinge Lh
57	68512	Panel Rr Door Otr UpR Rh
58	68712	Panel Rr Door Otr UpR Lh
59	63725	R/F Back Pillar No. 2 Rh
60	63775	R/F Back Pillar No. 2 Lh

3.1.1 Data Masalah Produksi

Selama tahun 2010, tercatat banyak masalah produksi yang terjadi dijalur APV stamping PT Fujitechnica Indonesia dengan melihat rekapitulasi dari *Quality Problem Report (QPR)* yang dikeluarkan setiap kali masalah terjadi dan dihitung setiap bulannya.

Masalah yang sering terjadi pada proses produksi adalah :

1. Komponen Pecah

Bagian komponen terdapat retak atau potensi untuk retak. Tidak ada toleransi untuk potensi masalah retak/pecah ini. Komponen yang sudah diindikasikan retak/pecah, masih berupa potensi pecah harus dibuang.

2. Part keriput/wrinkle

Bagian komponen terdapat lipatan atau permukaan yang tidak rata akibat tarikan dies saat proses stamping dilakukan. Hal ini tidak diperbolehkan mengingat permukaan yang tidak rata akan menimbulkan gap saat di assy dengan komponen lain, atau permukaan yang melipat akan menjadi potensi untuk masalah pecah.

3. Gelombang

Permukaan komponen tidak rata/bergelombang

4. Profile tidak terbentuk (salah posisi)

Profile atau bentuk detail dari komponen tidak terbentuk akibat salah posisi material saat proses stamping dilakukan atau kemungkinan komponen tidak diletakkan dengan benar di posisinya oleh pekerja.

5. Peak/Dent

Peak adalah permukaan komponen yang menonjol, jika setelah di cat permukaan mobil akan terlihat bintik-bintik yang menonjol.

Dent adalah permukaan yang masuk kedalam (penyok), baik *peak* dan *dent* dengan *grade* tertentu tidak diperbolehkan karena mengurangi tingkat kualitas secara *appearance*.

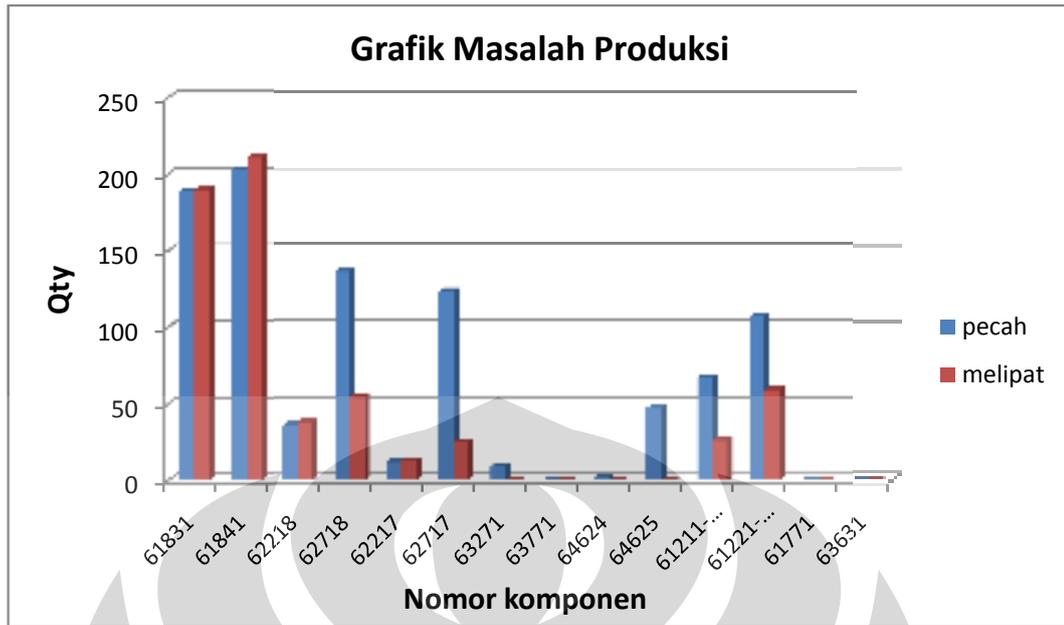
6. Trimline minus

Sisi potongan komponen minus akibat terpotong dies secara berlebihan sehingga menimbulkan masalah dimensi pada saat proses assy dengan komponen lainnya.

Pareto masalah produksi di atas rentang waktu bulan januari – awal september 2010 di jalur proses stamping PT Fujitechnica indonesia adalah sebagai berikut

Tabel 3.2 Data Komponen Yang Paling Sering Bermasalah

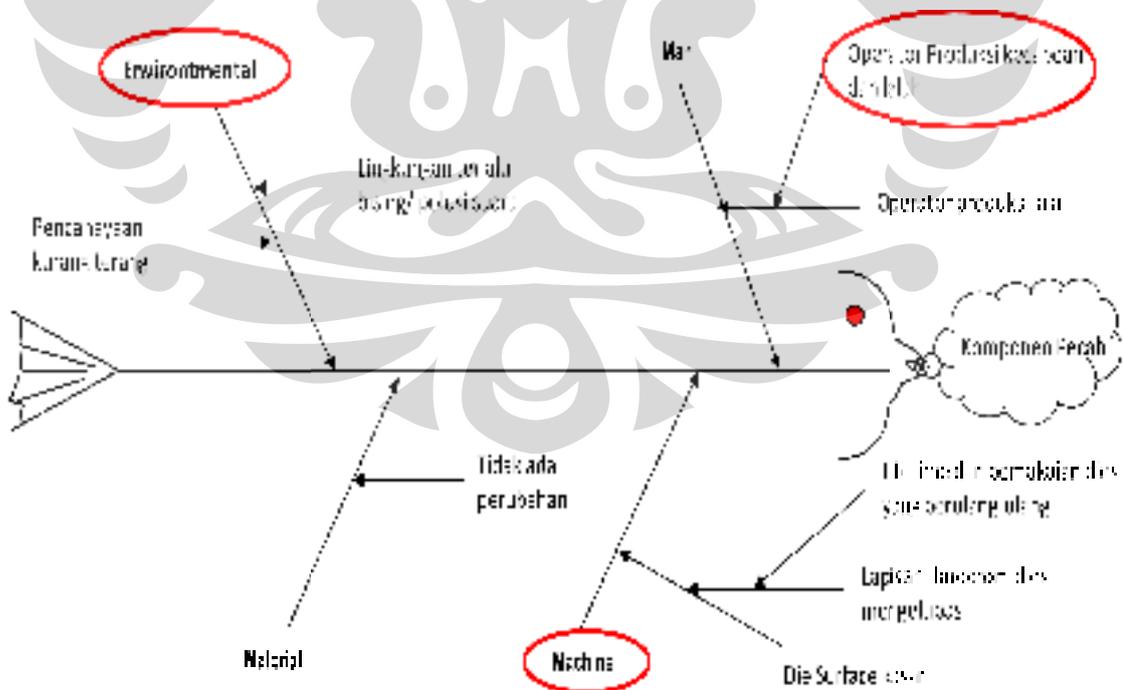
No	Part Number	Problem produksi					
		Part pecah	melipat/keriput	Gelombang	Part ex-scrap	Peak/Dent	Trim minus
1	61831	189	190	-	-	-	48
2	61841	203	211	-	-	-	-
3	62218	36	38	-	-	-	-
4	62718	136	54	-	-	-	-
5	62217	12	13	-	-	-	-
6	62717	123	25	-	-	24	-
7	63271	9	-	-	-	-	-
8	63771	-	-	-	-	-	-
9	64624	2	-	-	-	-	-
10	64625	47	-	-	-	-	-
11	61211-61JA0	67	26	-	17	-	-
12	61221-61JA0	107	59	-	-	-	-
13	61771	-	-	3	58	-	-
14	63631	-	-	-	11	-	-



Grafik 3.1 Grafik Pareto Masalah

Berdasarkan pareto masalah produksi yang paling dominan adalah masalah pecah dan melipat/keriput untuk komponen 61831, komponen 61841, komponen 62718, dan 62717

3.2 Analisa Pareto Masalah



Gambar 3.1 Diagram Tulang Ikan Masalah Komponen Pecah

Dari diagram tulang ikan diatas dapat diketahui bahwa penyebab utama dari terjadinya pecah pada komponen stamping yang diproduksi adalah karena tiga hal berikut dibawah ini :

- Faktor Lingkungan
 - Pencahayaan yang kurang menyebabkan daya konsentrasi untuk mendeteksi masalah, berkurang juga.
 - Lingkungan kerja terlalu bising karena suara dari mesin-mesin stamping yang bekerja.
- Faktor Manusia
 - Operator produksi lalai tidak melakukan Built In Quality.
 - Operator lalai karena kecapean dan lelah (kurang konsentrasi).
 - Operator lelah karena jumlah pekerjaan yang terlalu banyak (cycle time yang terlalu ketat).
- Faktor Mesin
 - Permukaan dies sudah kasar
 - Permukaan dies kasar karena lapisan hardchrom dies sudah mengelupas
 - Lapisan Hardchrom mengelupas karena lifetime dan pemakaian dies yang berulang untuk produksi

Untuk Faktor kelelahan pada faktor manusia akan kita analisa dengan menggunakan metoda Muscle Fatigue Assessment: Functional Job Analysis Technique *Suzanne H. Rodgers* sedangkan untuk faktor lingkungannya akan di analisa dengan metode lingkungan alan Hedge, serta analisa terpisah untuk faktor mesin dan peralatan.

3.2.1 Faktor Lingkungan

Kondisi lingkungan kerja yang nyaman dan sesuai dengan aspek ergonomis bagi pekerja adalah lingkungan yang optimal.

Tabel dibawah ini menggambarkan kondisi lingkungan kerja yang optimal ditinjau dari beberapa aspek :

Tabel 3.3 Tabel Kondisi Lingkungan Kerja Yang Ideal

Terlalu dingin	Kondisi Panas yang Optimal	Terlalu Panas
	Kondisi udara dalam ruangan yang optimal	Terlalu polusi
Terlalu redup	Kondisi pencahayaan yang optimal	Terlalu terang
Terlalu sepi	Kondisi akustik yang optimal	Terlalu ramai
	Kondisi getaran yang optimal	Terlalu banyak getaran
	Kondisi Lingkungan yang optimal	

Sumber : *Handbook of HF and Ergonomics Methode*

Tujuan dari design ergonomis lingkungan kerja adalah menciptakan kondisi yang nyaman, diterima dan tidak membahayakan kesehatan pekerja. Dalam beberapa situasi melibatkan modifikasi karakteristik fisik tempat kerja yang meliputi salah satunya pencahayaan yang cukup dan meminimalkan stress akibat kondisi yang panas.

Dari hasil analisa lingkungan kerja di PT FTI didapat data :

- **Pencahayaan Area Kerja**

Tabel 3.4 Data Pengukuran Pencahayaan

**HASIL PENGUKURAN PENCAHAYAN (LUX METER)
26 Mei 2010**

No	Area/Ruang	Jam	Hasil (Lux)		Standart	Keterangan
			On	Off		
PRODUKSI						
1	Part Repair	13,00	-	208	300-750	Lampu Off
2	STAMPING A – Line					
	1 A-1	13,30	-	171	300-750	Lampu Off
	2 A-2	13,30	-	130	300-750	Lampu Off
	3 A-3	13,30	-	46	300-750	Lampu Off
	4 A-4	13,30	-	84	300-750	Lampu Off
	5 STP Finish A4	13,15	330	-	300-750	Lampu On
3	STAMPING B – LINE					

	1	B-1	13,15	-	190	300-750	Lampu Off
	2	B-3	13,15	-	162	300-750	Lampu Off
	3	B-4	13,15	-	171	300-750	Lampu Off
4	GRINDING						
	1	Mesin 1	13,15	308	-	300-750	Lampu On
	2	Mesin 2	13,15	620	-	300-750	Lampu On
	3	Mesin 3	13,15	359	-	300-750	Lampu On
	4	Mesin 4	13,15	353	-	300-750	Lampu On
5	MACHINING						
		Mesin Okuma 3	13,15	-	211	750-1500	Lampu Off
		Mesin Kojima 1500	13,15	195	-	750-1500	Lampu On
		Mesin Okuma 1	13,3	-	230	750-1500	Lampu Off
6		Prefiting	13,15	-	247	300-750	Lampu Off
7		Die MTC	13,15	-	216	300-750	Lampu Off
8		Finishing	13,15	-	252	300-750	Lampu Off
9		Spoting Mesin	13,15	78	-	300-750	Lampu On
10	MODEL						
		Model 1	13,15	-	260	750-1500	Lampu Off
		Model 2	13,15	398	-	750-1500	Lampu On
11		QA Ekspert	13,15	208	-	750-1500	Lampu On
12	HAND WORK						
	1	H/W Outer Panel 1	13,15	374	-	300-750	Lampu On
	2	H/W Outer Panel 2	13,15	320	-	300-750	Lampu On
13		QA Assurance	13,30	118	-	150-300	Lampu On
14		C/F	13,30	-	230	300-750	Lampu Off
15		Tool Room	13,30	161	-	300-750	Lampu On

Sumber Data : Departemen EHS PT Fujitechnica Indonesia

Lingkup area kerja yang akan kita analisa adalah area kerja stamping mulai mesin stamping A1, A2, A3, A4, dan Finish area A4 serta mesin stamping B1, B3, dan B4 (mesin B2 tidak beroperasi).

Hasil ukur pencahayaan di sekitar area A line dengan range antara 46 – 171 lux pada jam 13.30 (dengan kondisi lampu di area kerja dimatikan) tentu hal ini sangat tidak standar karena nilai pencahayaan yang dianjurkan adalah 300 – 750 lux. tetapi jika lampu dinyalakan dan diukur nilai pencahayaannya maka akan didapat angka 330 (memenuhi syarat pencahayaan).

Masalah ketidaknyaman lain akan muncul ketika siang hari lampu di area kerja harus dinyalakan semua, selain boros energi juga akan menimbulkan suasana yang panas akibat radiasi dari lampu yang dinyalakan ditambah dengan kondisi siang hari yang panas.

Alternative Countermeasure :

Untuk menghindari ketidaknyamanan operator pada siang hari, akibat panas dari cuaca dan radiasi lampu yang dinyalakan disekitar area kerja, maka pada bagian atap langit-langit are kerja yang nilai pencahayaannya kurang diganti dengan atap fiber glass yang tembus cahaya matahari serta dipasang beberapa ventilator untuk sirkulasi udara bagian langit-langit atap, dengan hal ini selain bisa menambah daya pencahayaan disekitar area kerja (tanpa menyalakan lampu disiang hari) juga bisa menghemat pemakaian energi lampu.

Sketch Atap yang dipasang dengan fiber glass dan ventilator



Gambar 3.2 Atap Pabrik Yang Dipasang Ventilator

Cara Kerja Cyclone Turbine (Ventilator)

Cyclone Turbine Ventilator Otomatis akan berputar hanya dengan hembusan angin yang lemah sekalipun, tetapi juga mampu menahan angin berkecepatan tinggi. Berputarnya Cyclone Turbine Ventilator Otomatis juga disebabkan karena adanya perbedaan tekanan udara didalam dan diluar ruangan,

Universitas Indonesia

dimana secara alamiah udara panas didalam dan diluar ruangan akan mengalir dan menekan keluar melalui sirip - sirip turbine dan membuat Cyclone Turbine Ventilator Otomatis berputar. Dengan demikian ada atau tidak ada angin, Cyclone Turbine Ventilator akan selalu berputar menghisap udara panas dalam ruangan.



Gambar 3.3 Atap Pabrik Yang Dilengkapi Fiber Glass

Perbedaan Kondisi Sebelum dan Sesudah

- Kondisi area kerja Stamping dengan kondisi lampu mati pada siang hari, nilai pencahayaan di area A-Line berkisar antara 46 – 171 Lux (dengan standar pencahayaan 300 – 750 Lux)
- Kondisi area kerja setelah ganti sebagian atapnya dengan fiber glass, nilai pencahayaan rata-rata di area A –Line 330 Lux (setara dengan nilai pencahayaan ketika lampu dinyalakan)

Hal ini memberikan keuntungan dua hal :

- Penghematan energi lampu (karena pada siang hari tidak semua lampu diarea kerja harus dinyalakan, cukup terbantu dengan adanya efek fiber glass roof)
- Temperatur di area kerja tidak menjadi lebih panas akibat radiasi lampu yang terlalu banyak dinyalakan.

- **Tingkat Kebisingan Area Kerja**

Berikut adalah data hasil pengukuran kebisingan yang dilakukan oleh UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kab. Karawang di PT Fujitechnica Indonesia khususnya di area produksi : area stamping, area finishing dan machining.

Data tingkat kebisingan diambil bulan april – juni 2010 di PT Fujitechnica Indonesia.

Tabel 3.5 Data Hasil Pemeriksaan Kebisingan

No	Parameter	NAB dB (A)			Hasil dB (A) Rata-rata	
		Petang	Siang	Malam	Up wind (Utara)	Down win (Seatan)
1	Leq	-	70	-	66,7	57,6
2	L-95	-	-	-	59,5	51,9
3	MODE	-	-	-	65,2	56,4

No	Parameter	NAB dB (A)			Hasil dB (A) Rata-rata			
		8 jam	4 jam	1 jam	Stamping A-Line	Stamping B-Line	Finishing	Machining
1	Leq	85	88	94	88,5	88,7	83,8	82,2
2	L-95	-	-	-	82,4	82,5	77,1	77,2
3	MODE	-	-	-	87,5	87,2	82,2	81,4

Keterangan :

Leq : Dosis tingkat suara yang akan diterima telinga manusia

Mode : Tingkat suara terbanyak

L-95 : Tingkat suara background noise

- **Kondisi Udara lingkungan area kerja**

Mengacu kepada surat edaran Menteri Tenaga Kerja Nomor : SE-01/Men/1997, tentang nilai ambang batas faktor kimia di udara lingkungan kerja, tanggal 16 Oktober 1997, maka di area lingkungan kerja PT Fujitechnica Indonesia dilakukan pengukuran kandungan faktor kimia pada bulan juni 2010. Hasilnya sebagai berikut :

Tabel 3.6 Data Pengukuran Faktor Kimia di Area Lingkungan Kerja

No	Parameter	NAB	Hasil		
			Sub Assy	Machining	Finishing/Stamping Area
1	Suhu		33,7 ° C	33,1 ° C	32,9 ° C
2	Kelembaban		61,50%	70,40%	69,40%
3	SO ₂	5200 µg/M ³	92,26 µg/M ³	117,65 µg/M ³	72,89 µg/M ³
4	CO	29000 µg/M ³	261,05 µg/M ³	275,13 µg/M ³	194,42 µg/M ³
5	NO ₂	5600 µg/M ³	41,11 µg/M ³	31,75 µg/M ³	23,48 µg/M ³
6	H ₂ S	14000 µg/M ³	1,27 µg/M ³	2,18 µg/M ³	2,26 µg/M ³
7	NH ₃	17000 µg/M ³	2,35 µg/M ³	2,05 µg/M ³	2,81 µg/M ³
8	Debu	10000 µg/M ³	205,10 µg/M ³	221,15 µg/M ³	228,75 µg/M ³

Sumber Data : Departemen EHS PT Fujitechnica Indonesia

Arah Angin : Utara – Selatan

Kecepatan Angin : 0,1 – 1,5 m/detik

Cuaca : cerah

Tabel 3.7 Data Pengukuran Faktor Kimia Di Halaman Pabrik

No	Parameter	NAB	Hasil	
			Hal depan	Hal belakang
1	Suhu		30,6 ° C	30,9 ° C
2	Kelembaban		61,50%	64,10%
3	SO ₂	365 µg/M ³	30,16 µg/M ³	27,41 µg/M ³
4	NO ₂	150 µg/M ³	27,55 µg/M ³	21,72 µg/M ³
5	CO	10000 µg/M ³	137,18 µg/M ³	104,17 µg/M ³
6	Debu	230 µg/M ³	72,55 µg/M ³	68,10 µg/M ³
7	H ₂ S	0,02 PPM	ttd	ttd
8	NH ₃	2,0 PPM	0,0014 PPM	0,0020 PPM

Sumber Data : Departemen EHS PT Fujitechnica Indonesia

Ket :

Ttd : Tidak terdeteksi

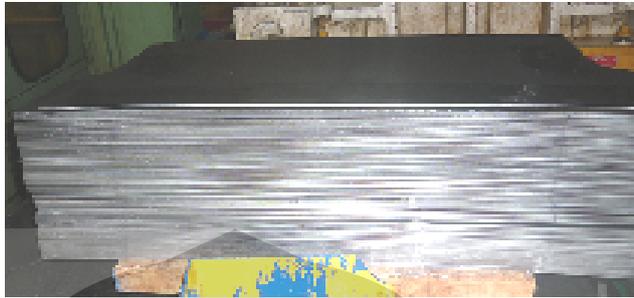
3.2.2 Faktor manusia

Untuk menganalisa faktor manusia dengan menggunakan metode Muscle Fatigue Assesment, kita harus mengetahui segmentasi pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja yang akan kita analisa.

Proses Stamping komponen 61831 dan 6184141 (Locker Back Pillar Lower Rh/Lh)

Terdiri atas 5 proses :

1. Proses Blanking : Proses pemotongan raw material sesuai dengan ukuran dan bentuk dari komponen yang akan diproses.



Gambar 3.4 Hasil Proses Blanking Komponen 61831 dan 61841

2. Proses Drawing : Proses pembentukan awal.



Gambar 3.5 Hasil Proses Drawing Komponen 61831 dan 61841

3. Trimming : Proses pemotongan scrap-scrap yang tak terpakai dari komponen yang akan dibuat.



Gambar 3.6 Hasil Proses Trimming Komponen 61831 dan 61841

4. Cam Piercing : Proses pembentukan lubang yang sesuai dengan *drawing part*.



Gambar 3.7 Hasil Proses Cam Pierching Komponen 61831 dan 61841

5. Separating : Proses pemisahan komponen sebelah kanan dan sebelah kiri.



Gambar 3.8 Hasil Proses Separating Komponen 61831 dan 61841

- Methode Muscle Fatigue Assesment

Methode MFA menggunakan acuan tabel prioritas untuk menentukan perubahan yang dikategorikan berdasarkan Tingkat pekerjaan (Effort Level)

Tabel dibawah ini kaidah untuk menentukan prioritas sesuai dengan masing-masing Effort Level

Tabel 3.8 Tabel Prioritas Berdasarkan Effort Level

Effort Level - 1			Effort Level - 2			Effort Level - 3		
Duration	Frequency	Priority	Duration	Frequency	Priority	Duration	Frequency	Priority
1	1	L	1	1	L	1	1	L
1	2	L	1	2	L	1	2	M
1	3	L	1	3	M	1	3	H
2	1	L	2	1	L	2	1	H
2	2	L	2	2	M	2	2	H
2	3	M	2	3	H	2	3	VH
3	1	L	3	1	M	3	1	VH
3	2	M	3	2	M	3	2	VH
3	3	— ^a	3	3	— ^a	3	3	— ^a

Tabel 3.9 Kategori Pekerjaan Berdasarkan Effort Level

Low (L)	Moderate (M)	High (H)	Very High (VH)
111	123	223	323
112	132	313	331
113	213	321	332
211	222	322	
121	231		4xx
212	232		x4x
311	312		xx4
122			
131			
221			

Sumber *Handbook of HF and Ergonomics Methode*

Tabel 3.10 Data MFA Proses Drawing Input

Job	Proses Stamping			Analyst Enceng Ridwan			
Task	Proses Drawing (input)			Date 19 Oktober 2010			
Region	Effort level <75% of workers can exert effort - 4			Scores			Priority
	Light - 1	Moderate - 2	Heavy - 3	Effort	Duration	Freq	
Neck	Head turned partly to side, back or slightly forward	Head turned to side; head fully back; head forward about 20°	Same as moderate but with force or weight; head stretched forward	1	1	2	Low
Shoulders	Arms slightly away from sides; arms extended with some support	Arms away from body, no support; working overhead	Exerting forces or holding weight with arms away from body or overhead	R	R	R	R
				1	1	2	Low
Back	Leaning to side or bending arching back	Bending forward; no load; lifting moderately heavy loads near body; working overhead	Lifting or exerting force while twisting; high force or load while bending	L	L	L	L
				1	1	2	Low
Arms/Elbow	Arms away from body, no load; light forces lifting near body	Rotating arms while exerting moderate force	High forces exerted with rotation; lifting with arms extended	R	R	R	R
				1	1	2	Low
Wrists / Hands / Fingers	Light forces or weights handled close to body; straight wrists; comfortable power grips	Grips with wide or narrow span; moderate wrist angles, especially flexion; use of gloves with moderate forces	Pinch grips; strong wrist angles; slippery surfaces	L	L	L	L
				1	1	2	Low
Legs/Knees	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force	R	R	R	R
				1	1	2	Low
Ankles / Feet / Toes	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side; pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force; standing on tiptoes	L	L	L	L
				1	1	2	Low
Continuous Effort		<6 s	6 – 20 s	20 – 30 s		>30 s	
Duration		1	2	3		4 (Enter VH for Priority)	
Effort Frequency		< 1 / min	1 – 5 / min	> 5 – 15 / min		> 15 / min	
		1	2	3		4 (Enter VH for Priority)	

Tabel 3.11 Data MFA Proses Drawing Output

Job	Proses Stamping			Analyst Enceng Ridwan			
Task	Proses Drawing (output)			Date 19 Oktober 2010			
Region	Effort level <75% of workers can exert effort - 4			Scores			Priority
	Light - 1	Moderate - 2	Heavy - 3	Effort	Duration	Freq	
Neck	Head turned partly to side, back or slightly forward	Head turned to side; head fully back; head forward about 20°	Same as moderate but with force or weight; head stretched forward	1	1	2	Low
Shoulders	Arms slightly away from sides; arms extended with some support	Arms away from body, no support; working overhead	Exerting forces or holding weight with arms away from body or overhead	R	R	R	R
				1	1	2	Low
Back	Leaning to side or bending arching back	Bending forward; no load; lifting moderately heavy loads near body; working overhead	Lifting or exerting force while twisting; high force or load while bending	L	L	L	L
				1	1	2	Low
Arms/Elbow	Arms away from body, no load; light forces lifting near body	Rotating arms while exerting moderate force	High forces exerted with rotation; lifting with arms extended	R	R	R	R
				1	1	2	Low
Wrists / Hands / Fingers	Light forces or weights handled close to body; straight wrists; comfortable power grips	Grips with wide or narrow span; moderate wrist angles, especially flexion; use of gloves with moderate forces	Pinch grips; strong wrist angles; slippery surfaces	L	L	L	L
				2	2	3	High
Legs/Knees	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force	R	R	R	R
				1	1	2	Low
Ankles / Feet / Toes	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side; pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force; standing on tiptoes	L	L	L	L
				1	1	2	Low
Continuous Effort		<6 s	6 – 20 s	20 – 30 s		>30 s	
Duration		1	2	3		4 (Enter VH for Priority)	
Effort Frequency		< 1 / min	1 – 5 / min	> 5 – 15 / min		> 15 / min	
		1	2	3		4 (Enter VH for Priority)	

Tabel 3.12 Data MFA Proses Trimming

Job	Stamping process			Analyst	Enceng Ridwan		
Task	Trimming			Date	19 Oktober 2010		
Region	Effort level <75% of workers can exert effort - 4			Scores			Priority
	Light - 1	Moderate - 2	Heavy - 3	Effort	Duration	Freq	
Neck	Head turned partly to side, back or slightly forward	Head turned to side; head fully back; head forward about 20°	Same as moderate but with force or weight; head stretched forward	1	2	3	Moderate
Shoulders	Arms slightly away from sides; arms extended with some support	Arms away from body, no support; working overhead	Exerting forces or holding weight with arms away from body or overhead	R	R	R	R
				2	2	3	High
				L	L	L	L
				2	2	3	High
Back	Leaning to side or bending arching back	Bending forward; no load; lifting moderately heavy loads near body; working overhead	Lifting or exerting force while twisting; high force or load while bending	1	2	3	Moderate
Arms/Elbow	Arms away from body, no load; light forces lifting near body	Rotating arms while exerting moderate force	High forces exerted with rotation; lifting with arms extended	R	R	R	R
				2	2	3	High
				L	L	L	L
				2	2	3	High
Wrists / Hands / Fingers	Light forces or weights handled close to body; straight wrists; comfortable power grips	Grips with wide or narrow span; moderate wrist angles, especially flexion; use of gloves with moderate forces	Pinch grips; strong wrist angles; slippery surfaces	R	R	R	R
				2	2	3	High
				L	L	L	L
				2	2	3	High
Legs/Knees	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force	R	R	R	R
				1	2	3	Moderate
				L	L	L	L
				1	2	3	Moderate
Ankles / Feet / Toes	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side; pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force; standing on tiptoes	R	R	R	R
				1	2	3	Moderate
				L	L	L	L
				1	2	3	Moderate
Continuous Effort Duration		<6 s 1	6 – 20 s 2	20 – 30 s 3		>30 s 4 (Enter VH for Priority)	
Effort Frequency		< 1 / min 1	1 – 5 / min 2	> 5 – 15 / min 3		> 15 / min 4 (Enter VH for Priority)	

Tabel 3.13 Data MFA Proses Cam Trimming, Pierching Input

Job	Stamping process			Analyst	Enceng Ridwan		
Task	Trimming, cam trimming, pierching (input)			Date	19 Oktober 2010		
Region	Effort level <75% of workers can exert effort - 4			Scores			Priority
	Light - 1	Moderate - 2	Heavy - 3	Effort	Duration	Freq	
Neck	Head turned partly to side, back or slightly forward	Head turned to side; head fully back; head forward about 20°	Same as moderate but with force or weight; head stretched forward	2	2	2	Moderate
Shoulders	Arms slightly away from sides; arms extended with some support	Arms away from body, no support; working overhead	Exerting forces or holding weight with arms away from body or overhead	R	R	R	R
				2	2	2	Moderate
				L	L	L	L
				2	2	2	Moderate
Back	Leaning to side or bending arching back	Bending forward; no load; lifting moderately heavy loads near body; working overhead	Lifting or exerting force while twisting; high force or load while bending	1	2	3	Moderate
Arms/Elbow	Arms away from body, no load; light forces lifting near body	Rotating arms while exerting moderate force	High forces exerted with rotation; lifting with arms extended	R	R	R	R
				2	1	2	Low
				L	L	L	L
				2	1	2	Low
Wrists / Hands / Fingers	Light forces or weights handled close to body; straight wrists; comfortable power grips	Grips with wide or narrow span; moderate wrist angles, especially flexion; use of gloves with moderate forces	Pinch grips; strong wrist angles; slippery surfaces	R	R	R	R
				2	1	2	Low
				L	L	L	L
				2	1	2	Low
Legs/Knees	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force	R	R	R	R
				3	2	2	High
				L	L	L	L
				3	2	2	High
Ankles / Feet / Toes	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side; pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force; standing on tiptoes	R	R	R	R
				1	2	2	Low
				L	L	L	L
				1	2	2	Low
Continuous Effort Duration		<6 s 1	6 – 20 s 2	20 – 30 s 3		>30 s 4 (Enter VH for Priority)	
Effort Frequency		< 1 / min 1	1 – 5 / min 2	> 5 – 15 / min 3		> 15 / min 4 (Enter VH for Priority)	

Tabel 3.14 Data MFA Proses Cam Trimming, Piercing Output

Job	Stamping process			Analyst	Enceng Ridwan		
Task	Trimming, cam trimming, piercing (output)			Date	19 Oktober 2010		
Region	Effort level <75% of workers can exert effort - 4			Scores			Priority
	Light - 1	Moderate - 2	Heavy - 3	Effort	Duration	Freq	
Neck	Head turned partly to side, back or slightly forward	Head turned to side; head fully back; head forward about 20°	Same as moderate but with force or weight; head stretched forward	2	2	3	High
Shoulders	Arms slightly away from sides; arms extended with some support	Arms away from body, no support; working overhead	Exerting forces or holding weight with arms away from body or overhead	R	R	R	R
				2	2	3	High
				L	L	L	L
				2	2	3	High
Back	Leaning to side or bending arching back	Bending forward; no load; lifting moderately heavy loads near body; working overhead	Lifting or exerting force while twisting; high force or load while bending	1	2	3	Moderate
Arms/Elbow	Arms away from body, no load; light forces lifting near body	Rotating arms while exerting moderate force	High forces exerted with rotation; lifting with arms extended	R	R	R	R
				2	1	2	Low
				L	L	L	L
				2	1	2	Low
Wrists / Hands / Fingers	Light forces or weights handled close to body; straight wrists; comfortable power grips	Grips with wide or narrow span; moderate wrist angles, especially flexion; use of gloves with moderate forces	Pinch grips; strong wrist angles; slippery surfaces	R	R	R	R
				2	1	2	Low
				L	L	L	L
				2	1	2	Low
Legs/Knees	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force	R	R	R	R
				2	2	2	Moderate
				L	L	L	L
				2	2	2	Moderate
Ankles / Feet / Toes	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side; pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force; standing on tiptoes	R	R	R	R
				1	2	2	Low
				L	L	L	L
				1	2	2	Low
Continuous Effort		<6 s	6 – 20 s	20 – 30 s		>30 s	
Duration		1	2	3		4 (Enter VH for Priority)	
Effort Frequency		< 1 / min	1 – 5 / min	> 5 – 15 / min		> 15 / min	
		1	2	3		4 (Enter VH for Priority)	

Tabel 3.15 Data MFA Proses Separating, Cam Trimming Input/Output

Job				Analyst			
Stamping process				Enceng Ridwan			
Task				Date			
Separating, Cam trimming (input/output)				19 Oktober 2010			
Region	Effort level			Scores			Priority
	<75% of workers can exert effort - 4			Effort	Duration	Freq	
	Light - 1	Moderate - 2	Heavy - 3				
Neck	Head turned partly to side, back or slightly forward	Head turned to side; head fully back; head forward about 20°	Same as moderate but with force or weight; head stretched forward	2	2	3	High
Shoulders	Arms slightly away from sides; arms extended with some support	Arms away from body, no support; working overhead	Exerting forces or holding weight with arms away from body or overhead	R	R	R	R
				2	2	3	High
				L	L	L	L
				2	2	3	High
Back	Leaning to side or bending arching back	Bending forward; no load; lifting moderately heavy loads near body; working overhead	Lifting or exerting force while twisting; high force or load while bending	2	2	2	Moderate
Arms/Elbow	Arms away from body, no load; light forces lifting near body	Rotating arms while exerting moderate force	High forces exerted with rotation; lifting with arms extended	R	R	R	R
				2	1	2	Low
				L	L	L	L
				2	1	2	Low
Wrists / Hands / Fingers	Light forces or weights handled close to body; straight wrists; comfortable power grips	Grips with wide or narrow span; moderate wrist angles, especially flexion; use of gloves with moderate forces	Pinch grips; strong wrist angles; slippery surfaces	R	R	R	R
				2	1	2	Low
				L	L	L	L
				2	1	2	Low
Legs/Knees	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force	R	R	R	R
				1	2	2	Low
				L	L	L	L
				1	2	2	Low
Ankles / Feet / Toes	Standing, walking without bending or leaning; weight on both feet	Bending forward, leaning on table; weight on one side; pivoting while exerting force	Exerting high force while pulling or lifting; crouching while exerting force; standing on tiptoes	R	R	R	R
				1	2	2	Low
				L	L	L	L
				1	2	2	Low
Continuous Effort		<6 s	6 – 20 s	20 – 30 s		>30 s	
Duration		1	2	3		4 (Enter VH for Priority)	
Effort Frequency		< 1 / min	1 – 5 / min	> 5 – 15 / min		> 15 / min	
		1	2	3		4 (Enter VH for Priority)	

Resume aktifitas tiap proses stamping

Aktifitas tiap proses yang akan di analisa untuk dijadikan prioritas perbaikannya adalah aktifitas yang mempunyai hasil kumulasi effort + durasi + Frekuensi = high atau very high

Tabel 3.16 Data Kumulasi Proses Drawing (Output)

Proses Drawing (Output)

Body Part	Akumulasi	Prioritas	Rincian Aktivitas Otot
R Arms/Elbow	223	High	Mengambil komponen hasil output proses drawing, jangkauan siku 1 meter, meletakan komponen ke atas konveyor dengan sedikit lemparan (karena kendala jangkauan)
L Arms/Elbow	223	High	Mengambil komponen hasil output proses drawing, jangkauan siku 1 meter, meletakan komponen ke atas konveyor dengan sedikit lemparan (karena kendala jangkauan)

Note : Data diambil dari Tabel 3.11 diatas

Tabel 3.17 Data Kumulasi Proses Trimming

Proses Trimming

Body Part	Akumulasi	Prioritas	Rincian Aktivitas Otot
R Shoulders	223	High	Mengangkat komponen yang akan di proses kedalam dies
L Shoulders	223	High	Mengangkat komponen yang akan di proses kedalam dies
R Arms/Elbow	223	High	Menekuk siku saat memijit tombol dan meletakan komponen ke dalam dies dg jarak 0,5 – 1 meter jangkauan
L Arms/Elbow	223	High	Menekuk siku saat memijit tombol dan meletakan komponen ke dalam dies dg jarak 0,5–1 meter jangkauan
R Wrists/Hand	223	High	Memegang komponen yang akan di proses dengan menggunakan sarung tangan
R Wrists/Hand	223	High	Memegang komponen yang akan di proses dengan menggunakan sarung tangan

Note : Data diambil dari Tabel 3.12

Tabel 3.18 Data Kumulasi Proses Trimming, Cam trimming, pierching (Input)

Proses Trimming, cam trimming,
pierching (Input)

Body Part	Akumulasi	Prioritas	Rincian Aktivitas Otot
R Legs/Knees	322	High	Komponen sering jatuh di ujung konveyor, lutut menekuk dan kembali berdiri. Komponen yg jatuh bisa mengenai kaki/lutut
L Legs/Knees	322	High	Komponen sering jatuh di ujung konveyor, lutut menekuk dan kembali berdiri. Komponen yg jatuh bisa mengenai kaki/lutut

Note Data diambil dari tabel 3.14

Tabel 3.19 Data Kumulasi Proses Trimming, Cam trimming, pierching (Output)

Proses Trimming, cam trimming,
pierching (Output)

Body Part	Akumulasi	Prioritas	Rincian Aktivitas Otot
neck	223	High	Leher sedikit ditebuk saat pekerja akan mengambil komponen yang sudah diproses di dalam dies
R Shoulders	223	High	Mengangkat komponen yang sudah diproses dari dalam dies dengan jangkauan tangan kira-kira 0,5 meter
L Shoulders	223	High	Mengangkat komponen yang sudah diproses dari dalam dies dengan jangkauan tangan kira-kira 0,5 meter

Note Data diambil dari tabel 3.14

Tabel 3.20 Data Kumulasi Separating, Trimming (input& Out put)

Proses separating, cam trimming
(Input dan Output)

Body Part	Akumulasi	Prioritas	Strategi untuk menurunkan akumulasi
neck	223	High	Leher sedikit ditebuk saat pekerja akan mengambil komponen yang sudah diproses di dalam dies
R Shoulders	223	High	Mengangkat komponen yang sudah diproses dari dalam dies dengan jangkauan tangan kira-kira 0,5 meter dan meletakkannya kedalam palet <i>finish part</i>
L Shoulders	223	High	Mengangkat komponen yang sudah diproses dari dalam dies dengan jangkauan tangan kira-kira 0,5 meter dan meletakkannya kedalam palet <i>finish part</i>

Note Data diambil dari tabel 3.15

BAB IV ANALISA DATA

4.1 Kontribusi Faktor Non Manusia Terhadap Kualitas

4.1.1 Daya Pencahayaan

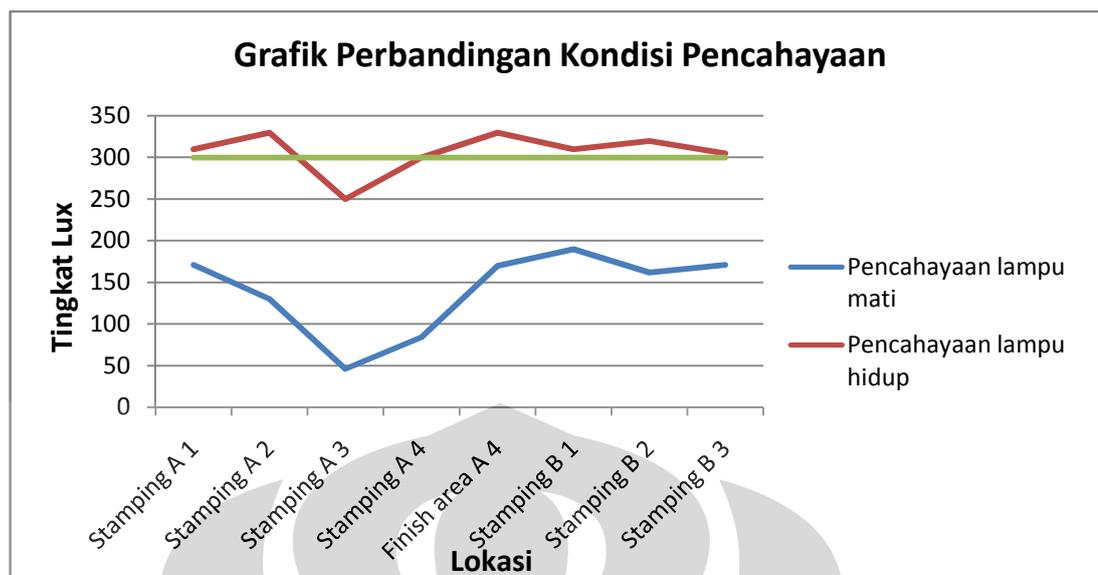
Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kenyamanan, daya konsentrasi pekerja yang berhubungan secara visual adalah faktor pencahayaan. Pencahayaan yang kurang di area kerja menyebabkan suasana kerja yang tidak nyaman serta dapat menimbulkan masalah baik terhadap keselamatan pekerja itu sendiri atau terhadap kualitas barang yang dihasilkan.

Dibawah ini adalah grafik perbandingan daya pencahayaan ketika lampu dinyalakan dengan kondisi saat lampu dimatikan serta kondisi saat lampu mati dengan pemakaian atap fiber glass untuk membantu daya pencahayaan secara alami pada siang hari

Pengambilan data pencahayaan dilakukan pada jam 13.30

Tabel 4.1 Data Perbandingan Pencahayaan Lampu

Area Pengukuran	Pencahayaan lampu mati	Pencahayaan lampu hidup	Standard pencahayaan
Stamping A 1	171	310	300
Stamping A 2	130	330	300
Stamping A 3	46	250	300
Stamping A 4	84	300	300
Finish area A 4	170	330	300
Stamping B 1	190	310	300
Stamping B 2	162	320	300
Stamping B 3	171	305	300



Grafik 4.1 Grafik Perbandingan Pencahayaan Lampu

Dari tabel data dan grafik diatas bisa dilihat bahwa kondisi lingkungan kerja dengan lampu dimatikan, daya pencahayaannya ternyata hanya berkisar antara 46-190 Lux jauh dibawah standard pencahayaan area lingkungan kerja yang minimal 300 Lux.

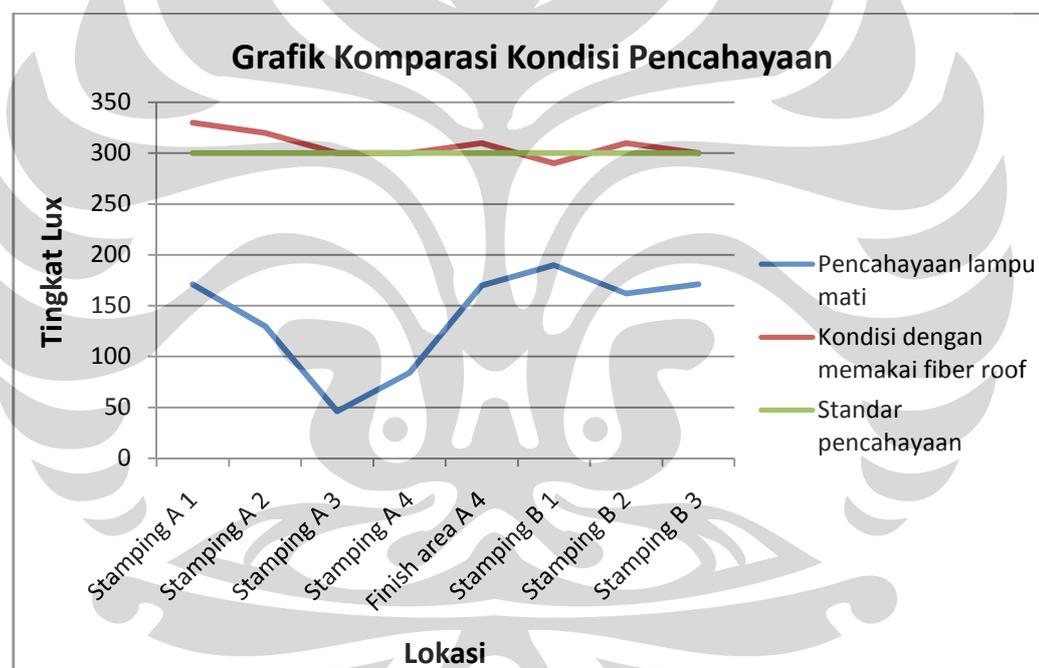
Disetiap area mesin stamping terdapat 2 lampu gantung yang terpasang di atap langit-langit yang masing-masing berdaya 500 watt, jika setiap area mesin tersebut lampunya dinyalakan maka daya pencahayaan area kerja menjadi berkisar antara 250-330 Lux. Kondis area kerja menjadi lebih standard.

Kondisi area kerja dengan lampu dinyalakan pada siang hari memang daya pencahayaannya menjadi standard dibandingkan ketika lampu dimatikan, tetapi lingkungan sekitarnya menjadi lebih panas akibat radiasi dari lampu tersebut, maka alternatifnya lampu dimatikan atau hanya dinyalakan sebagian dan atap langit langit sebagian diganti dengan fiber glass yang tembus cahaya. Maka dengan kondisi seperti itu lingkungan kerja mendapat tambahan pencahayaan dari sinar matahari yang tembus melalui fiber glass tanpa ada tambahan radiasi dari lampu yang dinyalakan.

Tabel dibawah ini adalah data perbandingan antara kondisi lampu mati dengan kondisi pemakaian atap fiber glass.

Tabel 4.2 Data Pencahayaan dengan Menggunakan Fiber Glass

Area Pengukuran	Pencahayaan lampu mati	Kondisi dengan memakai fiber roof	Standard pencahayaan
Stamping A 1	171	330	300
Stamping A 2	130	320	300
Stamping A 3	46	290	300
Stamping A 4	84	300	300
Finish area A 4	170	310	300
Stamping B 1	190	290	300
Stamping B 2	162	310	300
Stamping B 3	171	300	300

**Grafik 4.2** Grafik Perbandingan Pencahayaan Lampu dengan Fiber Glass Roof

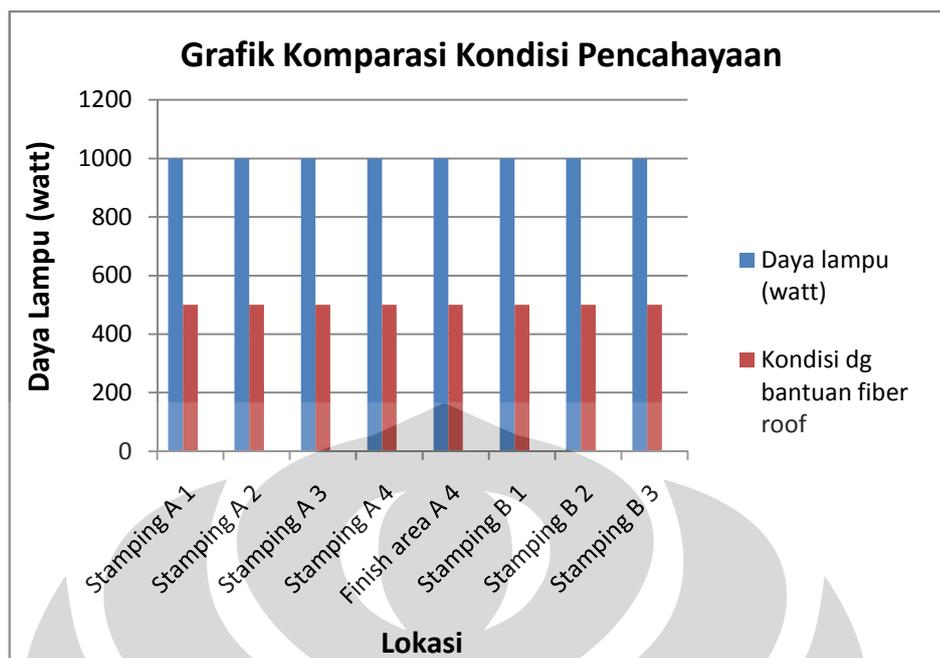
Pada grafik 4.2 terlihat data pencahayaan lingkungan kerja dengan lampu dimatikan atau hanya dinyalakan sebagian lampu maka pencahayaannya menjadi berkisar antara 290-330 Lux sebanding dengan kondisi ketika lampu semua dinyalakan. Jadi perusahaan bisa menghemat energi listrik sebesar 500-1000 watt disetiap area mesin stamping setiap harinya.

Tabel 4.3 Data Perbandingan Daya Lampu dengan Tanpa Fiber Roof

Area Pengukuran	Daya lampu tanpa fiber roof (watt)	Kondisi dg bantuan fiber roof (watt)
Stamping A 1	1000	500
Stamping A 2	1000	500
Stamping A 3	1000	500
Stamping A 4	1000	500
Finish area A 4	1000	500
Stamping B 1	1000	500
Stamping B 2	1000	500
Stamping B 3	1000	500

Di jalur produksi khususnya stamping area terdapat banyak lampu atap langit langit yang masing-masing berdaya 500 watt. Di setiap mesin terdapat kurang lebih 2-4 unit lampu gantung tsb jika dengan pemakaian *fiber roof*, jumlah lampu yang dinyalakan hanya 1 unit maka daya yang dibutuhkan hanya 500 watt untuk setiap area mesin. Tetapi jika tanpa pemakaian *Fiber roof* maka minimal daya lampu yang dibutuhkan untuk setiap area mesinnya adalah 1000 watt.

Dibawah ini adalah grafik perbandingan antara daya lampu yg digunakan saat sebelum dipasang *fiber roof* dengan saat setelah di pasang *fiber roof* untuk membantu pencahayaan.



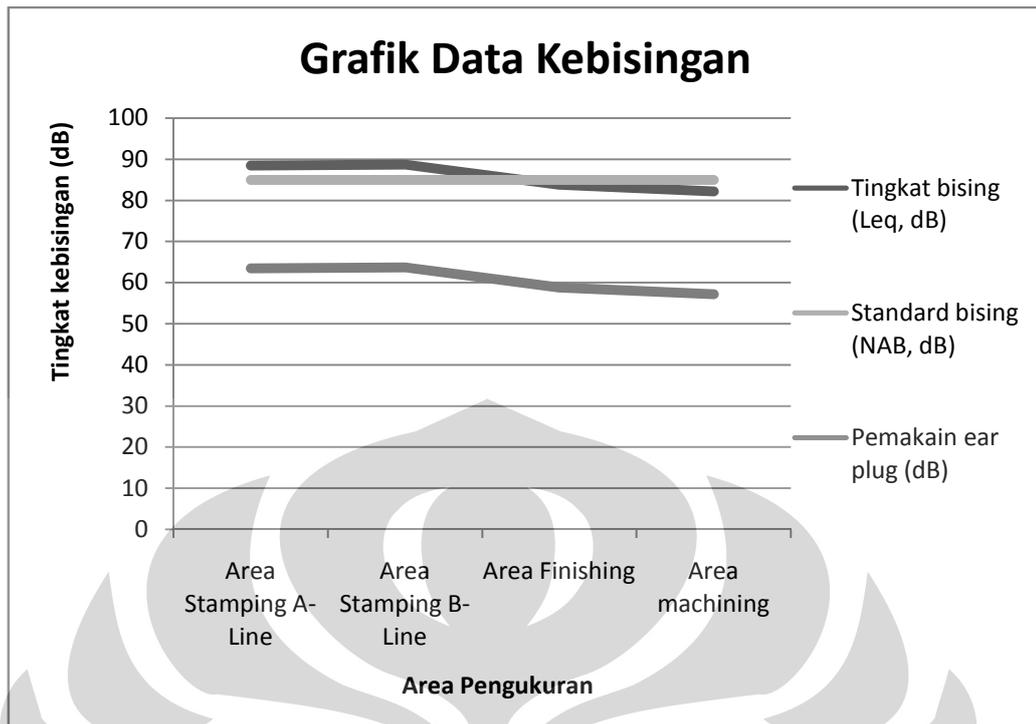
Grafik 4.3 Grafik Daya Lampu

4.1.2 Faktor kebisingan

Suara yang ditimbulkan oleh mesin-mesin stamping yang bekerja sangat mengganggu pendengaran. Tingkat kebisingan yang ditimbulkan berkisar antara 82,4 – 88,7 dB dengan standard kebisingan yang masih diperbolehkan untuk telinga manusia 85 dB, tentu saja hal ini berbahaya jika pekerja terpapar selama 8 jam kerja dengan tingkat kebisingan yang diterima oleh telinga diatas tingkat kebisingan standar yang diizinkan.

Tabel 4.4 Data Kebisingan Area Kerja

Area pengukuran	Tingkat bisng (Leq, dB)	Standard bisng (NAB, dB)	Pemakaian ear plug (dB)
Area Stamping A-Line	88,5	85	63,5
Area Stamping B-Line	88,7	85	63,7
Area Finishing	83,8	85	58,8
Area machining	82,2	85	57,2



Grafik 4.4 Grafik Perbandingan Tingkat Kebisingan dengan Standar Kebisingan

Dari Grafik diatas bisa terlihat tingkat kebisingan yang diterima telinga pekerja berkisar antara 82,2 – 88,7 dB diatas nilai standar kebisingan yang diizinkan yakni 85 dB. Maka diberlakukan kewajiban untuk menggunakan APD (Alat Perlindungan Diri) yang sesuai dengan standard yaitu Ear Plug yang mampu mengurangi tingkat kebisingan suara sampai angka 25 dB.

4.1.3 Faktor Mesin

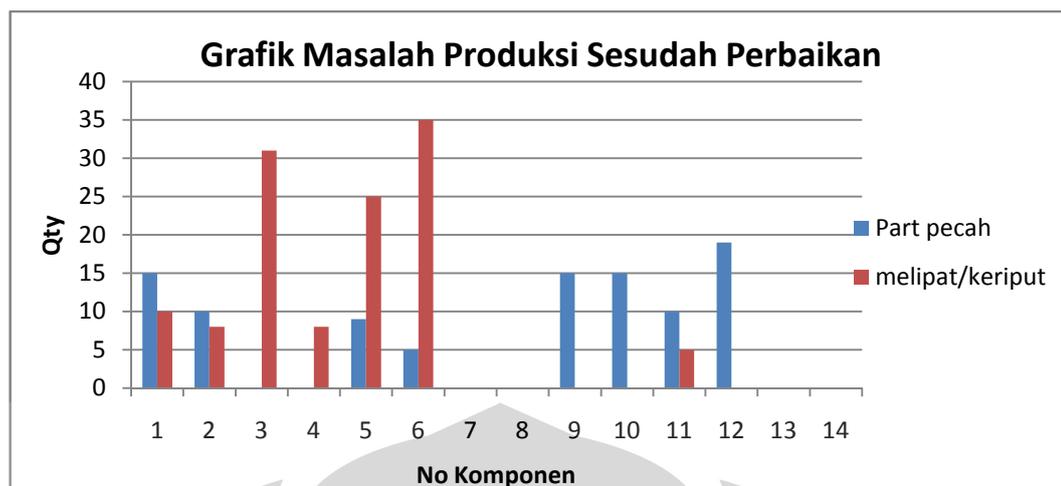
Masalah komponen 61831 dan 61841 pecah/melipat terjadi akibat tarikan dies pada saat proses drawing (proses pembentukan awal) dimana kondisi permukaan dies telah kasar atau tidak halus lagi. Ketidak halusan permukaan dies bisa diakibatkan oleh pemakaian dies yang sering atau karena lapisan hardchrom pada permukaan dies yang telah mengelupas.

Perbaikan yang bisa dilakukan adalah melakukan proses hardchrom, yaitu pelapisan ulang permukaan dies dengan proses hardchrom untuk melicinkan/menghaluskan permukaan supaya ketika terjadi gesekan antara permukaan dies dengan material yang dibentuk tidak menimbulkan masalah baret, pecah dan melipat.

Data dibawah ini adalah hasil produksi (bulan akhir September sampai november 2010) dies komponen 61831 dan 61841 setelah dies dilakukan proses hardchrom.

Tabel 4.5 Data Masalah Hasil Produksi Setelah Perbaikan

No	Part Number	Problem produksi					
		Part pecah	melipat/keriput	Gelombang	Part ex-scrap	Peak/Dent	Trim minus
1	61831	15	10	-	-	-	-
2	61841	10	8	-	-	-	-
3	62218	-	31	-	-	-	-
4	62718	-	8	-	-	-	-
5	62217	9	25	-	-	-	-
6	62717	5	35	-	-	-	-
7	63271	-	-	-	-	-	-
8	63771	-	-	-	-	-	-
9	64624	15	-	-	-	-	-
10	64625	15	-	-	-	-	-
11	61211-61JA0	10	5	-	-	-	-
12	61221-61JA0	19	-	-	-	-	-
13	61771	-	-	-	-	-	-
14	63631	-	-	-	-	-	-



Grafik 4.5 Grafik Masalah Hasil Produksi

Tabel 4.6 Data Keberhasilan Proses 61831 Sebelum Perbaikan

**Keberhasilan Proses Komponen 61831
(sebelum perbaikan)**

Produksi	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
Input	502	1513	2508	2500	3000	2502	2992	2000
Reject	1	21	25	80	132	58	25	37
Output	501	1492	2483	2420	2868	2444	2967	1963
Produktivitas	99,8%	98,6%	99,0%	96,8%	95,6%	97,7%	99,2%	98,2%
Rata-rata	98,1%							

Tabel 4.7 Data Keberhasilan Proses 61841 Sebelum Perbaikan

**Keberhasilan Proses Komponen 61841
(sebelum perbaikan)**

Produksi	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
Input	502	1513	2508	2500	3000	2502	2992	2000
Reject	20	25	92	70	112	76	12	7
Output	482	1488	2416	2430	2888	2426	2980	1993
Produktivitas	96,0%	98,3%	96,3%	97,2%	96,3%	97,0%	99,6%	99,7%
Rata-rata	97,5%							

Dari tabel 4.7 dan 4.8 diatas adalah data keberhasilan proses komponen 61831 dan 61841 sebelum dilakukan perbaikan baik, rata-rata keberhasilan prosesnya adalah 98,1% dan 97,5%

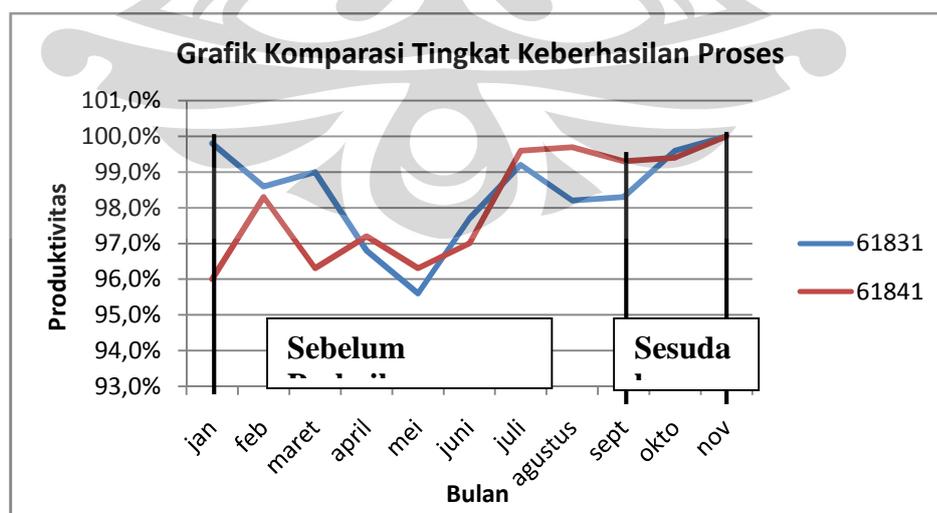
Tabel 4.8 Data Keberhasilan Proses 61831 Sesudah Perbaikan**Keberhasilan Proses Komponen 61831 (sesudah Perbaikan)**

Produksi	Sep	Okto	Nov
Input	1500	2646	3000
Reject	26	11	0
Output	1474	2635	3000
Keberhasilan Proses	98,3%	99,6%	100,0%
Rata-rata	99,3%		

Tabel 4.9 Data Keberhasilan Proses 61841 Sesudah Perbaikan**Keberhasilan Proses Komponen 61841 (sesudah Perbaikan)**

Produksi	Sep	Okto	Nov
Input	1500	2646	3000
Reject	11	17	0
Output	1489	2629	3000
Keberhasilan Proses	99,3%	99,4%	100,0%
Rata-rata	99,5%		

Dari tabel 4.8 dan 4.9 diatas adalah data keberhasilan proses komponen 61831 dan 61841 sesudah perbaikan. Rata-rata keberhasilan prosesnya adalah 99,3 % dan 99,5%. Jadi kondisi sebelum dan sesudah perbaikan mengalami kenaikan sebesar 1,2% untuk komponen 61831 dan 2% untuk komponen 61841.

**Grafik 4.6** Grafik Komparasi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

4.2 Kontribusi Faktor Manusia Terhadap Kualitas

Faktor manusia dalam melakukan aktivitas pekerjaannya sangat berpengaruh terhadap kualitas barang yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil kumulasi analisa proses stamping di bab III, didapat

- Proses Drawing (input), hasil kumulasinya semua low
- Proses Drawing (output), hasil kumulasinya :
 - Untuk pergelangan tangan, tangan dan jari nilainya 223 = high
- Proses trimming (Input/output) hasil kumulasinya :
 - Untuk bahu kanan dan kiri = 223 = high
 - Untuk siku kanan dan kiri = 223 = high
 - Untuk pergelangan tangan kanan dan kiri = 223 = high
- Proses cam trimming, pierching (input) hasil kumulasinya :
 - Untuk lutut, nilainya = 322 = high
- Proses cam trimming, pierching (output) hasil kumulasinya :
 - Untuk leher, nilainya = 223 = high
 - Untuk bahu kanan dan kiri = 223 = high
- Proses separating, cam trimming (input/output) hasil kumulasinya :
 - Untuk leher, nilainya = 223 = high
 - Untuk bahu kanan dan kiri = 223 = high

Aktivitas yang mempunyai nilai prioritas *high* di atas adalah aktivitas yang berpotensi menimbulkan masalah baik pada tingkat kualitas barang yang diproduksi maupun pada kenyamanan dan keamanan pekerja itu sendiri, seperti :

- Posisi pekerja saat meletakkan komponen yang diproses keatas *conveyor* menyebabkan deformasi terhadap dimensi.
- Terdapat kemungkinan komponen terjatuh diujung *conveyor* saat output proses trimming atau input proses cam trimming serta pierching karena terjadi antrian komponen sementara diujung *conveyor* terdapat celah.
- *Effort* yang dilakukan oleh pekerja termasuk *high priority* pada saat harus mengambil komponen yang terjatuh diujung *conveyor*.

Tabel 4.10 Aktivitas Perbaikan Proses Drawing

Universitas Indonesia

Proses Drawing (Output) setelah perbaikan

Body Part	Aktivitas Perbaikan	Sebelum	Sesudah	Prioritas
R Arms/Elbow	Memperpendek jangkauan siku pada saat meletakkan komponen ke atas <i>Conveyor</i> dengan memajukan 0,5 meter posisi <i>Conveyor</i> ke arah depan	223	123	Moderate
L Arms/Elbow	Memperpendek jangkauan siku pada saat meletakkan komponen ke atas <i>Conveyor</i> dengan memajukan 0,5 meter posisi <i>Conveyor</i> ke arah depan	223	123	Moderate

Pada saat output proses drawing, terjadi potensi komponen melipat dan pecah karena proses pembentukan awal, sehingga harus ada pengecekan oleh *Quality Control* untuk mendeteksi secara dini potensi-potensi masalah tersebut.

Tabel 4.11 Aktivitas Perbaikan Proses Trimming (Input/Output)

Proses Trimming (Input/Output) setelah perbaikan

Body Part	Aktivitas Perbaikan	Sebelum	Sesudah	Prioritas
R Shoulders	Memajukan sekitar 30 cm posisi ujung <i>Conveyor</i> ke arah depan, sehingga jangkauan pundak tidak terlalu jauh saat meletakkan komponen yang akan diproses	223	123	Moderate
L Shoulders	Memajukan sekitar 30 cm posisi ujung <i>Conveyor</i> ke arah depan, sehingga jangkauan pundak tidak terlalu jauh saat meletakkan komponen yang akan diproses	223	123	Moderate
R Arms/Elbow	Memperpendek jangkauan siku pada saat meletakkan komponen ke atas <i>Conveyor</i> dengan memajukan 0,5 meter posisi <i>Conveyor</i> ke arah depan (output process)	223	123	Moderate
L Arms/Elbow	Memperpendek jangkauan siku pada saat meletakkan komponen ke atas <i>Conveyor</i> dengan memajukan 0,5 meter posisi <i>Conveyor</i> ke arah depan (output process)	223	123	Moderate
L Wrist/Hands	Proses standard (tidak ada perubahan)	223	223	High
L Wrist/Hands	Proses standard (tidak ada perubahan)	223	223	High

Untuk proses trimming (input/output) pada *body part*, pergelangan tangan kanan dan kiri tidak ada perubahan aktivitas karena hal tersebut adalah aktivitas

standard yang dilakukan saat pekerja melakukan pekerjaannya. Jadi nilai priorotas sebelum dan sesudah perbaikan tetap 223 = high.

Tabel 4.12 Aktivitas Perbaikan Proses Cam Trimming, Pierching

Proses trimming, cam trimming, pierching (Input) setelah perbaikan

Body Part	Aktivitas Perbaikan	Sebelum	Sesudah	Prioritas
R Legs/knees	Menambah buffer diujung conveyor supaya memperkecil potensi komponen jatuh kebawah saat terjadi antrian diujung conveyor. Sehingga pekerja tidak perlu jongkok untuk mengambil komponen yg jatuh tersebut	223	123	Moderate
L Legs/knees	Menambah buffer diujung conveyor supaya memperkecil potensi komponen jatuh kebawah saat terjadi antrian diujung conveyor. Sehingga pekerja tidak perlu jongkok untuk mengambil komponen yg jatuh tersebut	223	123	Moderate

Tabel dibawah menunjukkan tingkat kualitas komponen yang dihasilkan sebelum perbaikan proses dari faktor manusianya

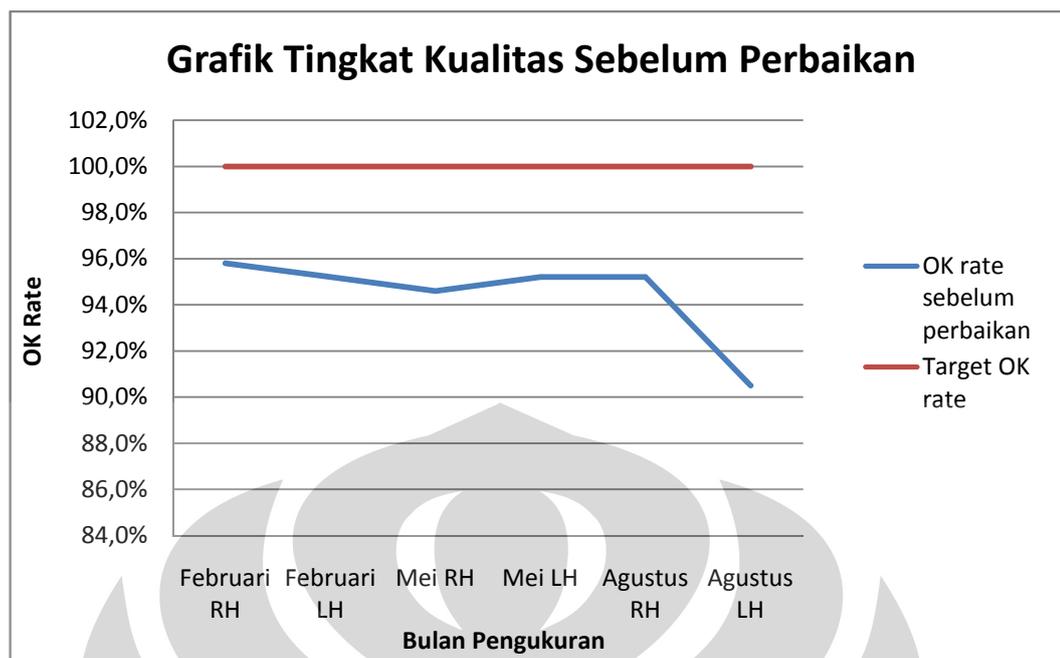
Tabel 4.13 Tingkat Kualitas Komponen Sebelum Perbaikan Proses

Bulan pengukuran	OK rate sebelum perbaikan	Target OK rate
Februari RH	95,8%	100%
Februari LH	95,2%	100%
Mei RH	94,6%	100%
Mei LH	95,2%	100%
Agustus RH	95,2%	100%
Agustus LH	90,5%	100%

Note :

Februari RH = Pengukuran bulan Februari untuk komponen bagian kanan (61831)

Februari LH = Pengukuran bulan Februari untuk komponen bagian kiri (61841)

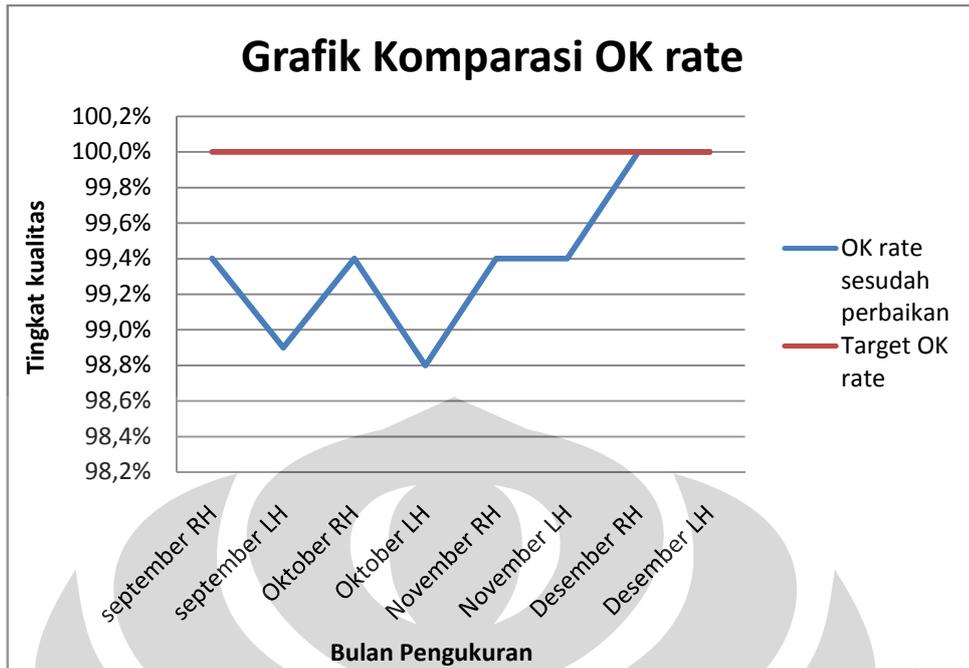


Grafik 4.7 Grafik Tingkat Tualitas Komponen Sebelum Perbaikan Proses

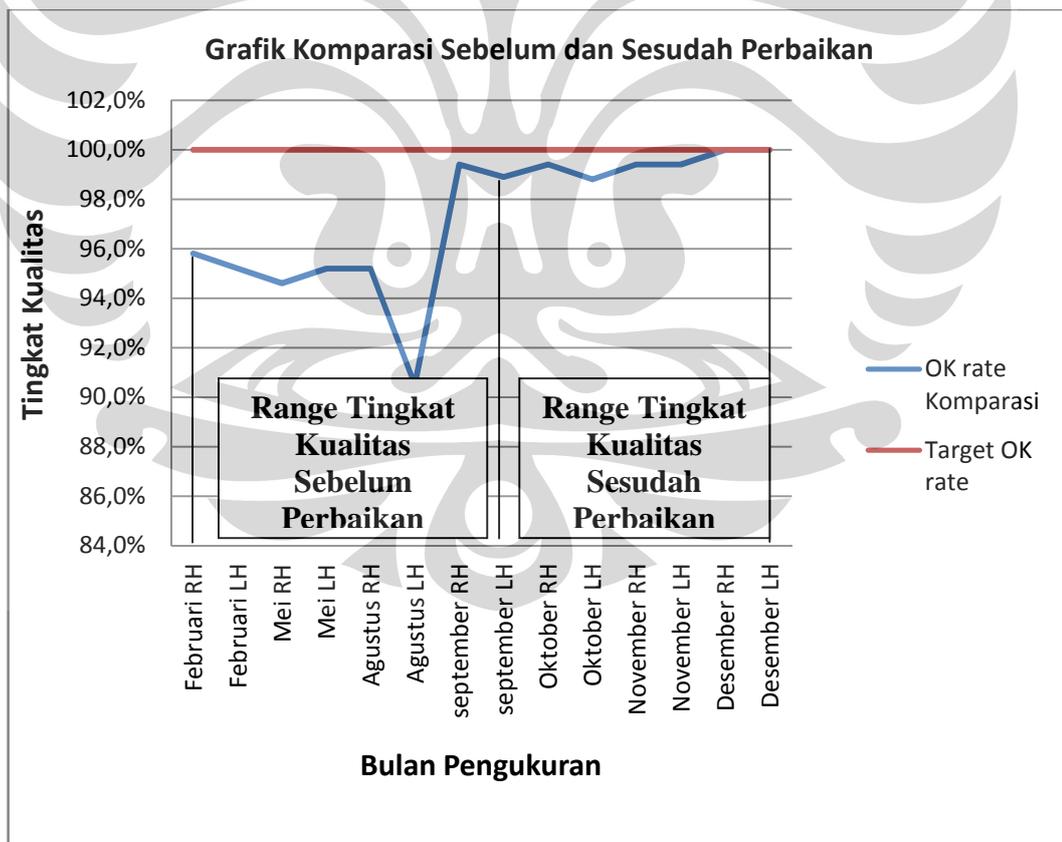
Setelah dilakukan beberapa perubahan pada proses diatas, maka dilakukan pengukuran ulang untuk dimensi dengan menggunakan UCF pada akhir bulan oktober 2010 – awal bulan desember 2010 diperoleh hasil pengukuran kenaikan tingkat kualitas dimensi dengan range rata-rata 98,8% - 100% (lihat data di bawah) yang jika dibandingkan dengan sebelum perbaikan hanya mencapai rata-rata 90,5% - 95,8%.

Tabel 4.14 Data Tingkat Kualitas Komponen Sesudah Perbaikan Proses

Bulan pengukuran	OK rate sesudah perbaikan	Target OK rate
september RH	99,4%	100%
september LH	98,9%	100%
Oktober RH	99,4%	100%
Oktober LH	98,8%	100%
November RH	99,4%	100%
November LH	99,4%	100%
Desember RH	100,0%	100%
Desember LH	100,0%	100%



Grafik 4.8 Grafik Tingkat Kualitas Komponen Sesudah Perbaikan



Grafik 4.9 Grafik Perbandingan Tingkat Kualitas Komponen

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Kualitas dimensi komponen pada proses stamping dominan dipengaruhi oleh faktor manusia (*handling problem*). Terutama pada saat komponen diletakan ke atas *Conveyor*. *Ok Rate* pada saat sebelum perbaikan hanya 90,5% - 95,8%. Sementara sesudah perbaikan menjadi 98,8% - 100%. Sementara hasil perbaikan dari faktor mesin berpengaruh terhadap tingkat *reject* komponen yang diproduksi dengan meningkatnya jumlah komponen yang OK terhadap jumlah produksi, dengan begitu rata-rata keberhasilan proses komponen 61831 dan 61841 adalah 98,1% dan 97,5% (sebelum perbaikan) menjadi 99,3 % dan 99,5%. Mengalami kenaikan 1,2% untuk komponen 61831 dan 2% untuk komponen 61841. Triwulan pertama setelah perbaikan grafik keberhasilan proses produksi lebih stabil dibandingkan dengan kondisi sebelum perbaikan, walaupun kenaikannya hanya sekitar 1,2% - 2%.

5.2 Saran

1. Skripsi ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan metode *Psychophysiological* untuk melengkapi analisa pengaruh faktor lingkungan terhadap kondisi psikologis pekerja.
2. Dengan metode yang sama bisa diaplikasikan untuk menganalisa proses produksi lain (tidak hanya pada proses stamping) pada perusahaan manufaktur lainnya.

DAFTAR REFERENSI

- Mark S. Sanders, Ph.D. ,Ernest J. McCormick, Ph.D. , *Human Factors in Engineering and Design*, seventh edition, MC Graw Hill
- Bernard, T.E. and Bloswick, D., Report on UAW/Ford *Study of Job Analysis Methods to Evaluate the Risk of MSDs*, in preparation.
- ANSI (2001), *Management of Work-Related Musculoskeletal Disorders*, ASC Z-365, National Safety Council, www.nsc.org
- Rodgers, S.H. (1987), Recovery time needs for repetitive work, *Semin. Occup. Med.*, 2, 19–24.
- Rodgers, S.H. (1988), Job evaluation in worker fitness determination, in *Worker Fitness and Risk Evaluations* , Himmelstein, J. and Pransky, G., Eds., Hanley and Belfus, Philadelphia.

