

## BIODATA PENULIS



**Boy Isma Putra, ST, MM.** dilahirkan di Surabaya, 11 April 1974. Lulus Sarjana Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur tahun 1998, melanjutkan studi S2 di Magister Manajemen Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Malang lulus tahun 2004. Sejak tahun 1998 sampai sekarang, menjadi dosen tetap di prodi Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.



**Ribangun Bambang Jakaria, ST, MM.** lahir di Sidoarjo, 04 Mei 1976. Lulus Sarjana teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo tahun 2003, melanjutkan studi S2 di Magister Manajemen Program Pascasarjana Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur lulus tahun 2010. Saat ini sedang menempuh Program doktoral pada fakulty reka bentuk, inovasi dan teknologi

Universitas Sultan Zainal Abidin (UNISZA) Kuala Terengganu Malaysia. Karir pengajaran dimulai tahun 2013 di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penulis terlibat dalam penelitian dan pengabdian kepada masyarakat baik didanai oleh Ristekdikti, institusi maupun dana mandiri tentang Desain Produk, Inovasi Teknologi, Sistem Informasi dan Distribusi.

ISBN 978-623-6081-01-3 (PDF)

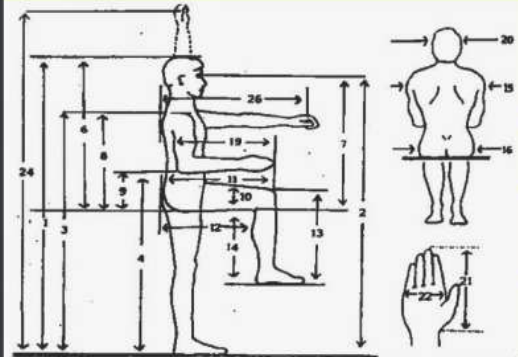


9 786236 081013

# PERANCANGAN SISTEM KERJA

**BOY ISMA PUTRA, ST., MM**  
**RIBANGUN BAMBAN JAKARIA, ST., MM**

PERANCANGAN SISTEM KERJA



$$\text{BKA} = \bar{x} + k\sigma$$
$$\text{BKB} = \bar{x} - k\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$N' = \left[ \frac{k/s \cdot \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

**BUKU AJAR**  
**ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM KERJA**

Oleh  
**Boy Isma Putra, ST.,MM**  
**Ribangun Bambang Jakaria, ST.,MM**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**  
**2020**

**BUKU AJAR**  
**ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM KERJA**

**Penulis:**

Boy Isma Putra, ST.,MM.  
Ribangun Bamban Jakaria, ST.,MM.

**ISBN :**

978-623-6081-01-3

**Editor:**

Atikha Sidhi Cahyana, ST.MT.

**Design Sampul dan Tata Letak:**

Mochammad Nashrullah, S.Pd.  
Amy Yoga Prajati, S.Kom.

**Penerbit:**

UMSIDA Press  
Anggota IKAPI No. 218/Anggota Luar Biasa/JTI/2019  
Anggota APPTI No. 002 018 1 09 2017

**Redaksi**

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit No 666B  
Sidoarjo, Jawa Timur

Cetakan Pertama, September 2020

©Hak Cipta dilindungi undang undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dengan sengaja, tanpa ijin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan segala rahmat, hidayah dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Ajar Analisa dan Perancangan Sistem Kerja.

Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing kita ke jalan kebenaran, keluarga, sahabat dan orang-orang yang berpegang teguh terhadap ajarannya sampai akhir zaman.

Perancangan sistem kerja merupakan suatu metode atau cara yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan rancangan terbaik dari sistem kerja yang berhubungan dengan kenyamanan lingkungan kerja maupun kenyamanan pada sebuah produk yang dihasilkan dan digunakan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Teknik-teknik dan prinsip prinsip ini digunakan untuk mengatur komponen-komponen sistem kerja yang terdiri dari manusia dengan sifat dan kemampuannya, peralatan kerja, bahan serta lingkungan kerja sedemikian rupa sehingga dicapai tingkat efektivitas dan efisiensi yang tinggi bagi perusahaan serta aman, sehat dan nyaman bagi pekerja. Agar terciptanya sebuah kondisi kerja yang Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, Efisien (ENASE) dapat diwujudkan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Buku Ajar ini, dan penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Dr. Hindarto S.Kom., MT. selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
2. Atikha Sidhi Cahyana, ST., MT. selaku ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
3. DR. Nurdyansyah. M.Pd selaku editor
4. Noly Shofiah, M.Pd.,M.Sc selaku editor

5. Keluarga kecilku yang selalu mendukung penulis, special teruntuk Istriku tercinta Desita Rini Kristanti (Bunda), Muhammad Athallah Hazel Ornando (Kak Nando) dan Arthazora Boya Ornando (Dik Zora)

Dalam pelaksanaan praktek kerja lapangan ini penulis menyadari akan adanya kekurangan atau kesalahan. Akhir kata penulis semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Sidoarjo, Januari 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL

IDENTITAS BUKU

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

BATANG TUBUH DAN CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH

	Halaman
<b>BAB 1 PERAN PERANCANGAN SISTEM KERJA.....</b>	<b>1</b>
1.1. Sistem Produksi.....	1
1.1.1. Input.....	2
1.1.2. Proses.....	5
1.1.3. Output.....	6
1.2. Produktivitas.....	8
1.3. Elemen-elemen Produktivitas.....	9
1.4. Perhitungan Produktivitas.....	10
<b>BAB 2 SISTEM KERJA MANUSIA DENGAN MESIN.....</b>	<b>14</b>
2.1. Peta Kerja.....	14
2.2. Simbol-simbol Standar Pembuatan Peta Kerja.....	15
2.3. Macam-macam Peta Kerja.....	17
2.3.1. Peta Kerja Keseluruhan.....	18
2.3.1.1. Peta Proses Operasi.....	18
2.3.1.2. Peta Aliran Proses.....	22
2.3.1.3. Diagram Aliran Proses.....	25
2.3.1.4. Peta Proses Kelompok Kerja.....	28
2.3.2. Peta Kerja Setempat.....	29
2.3.2.1. Peta Pekerja dan Mesin.....	30
2.3.2.2. Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan..	32
<b>BAB 3 PENGUKURAN WAKTU KERJA.....</b>	<b>38</b>
3.1 Pengukuran Waktu Kerja.....	38
3.2 Uji Kecukupan Data.....	39
3.3 Uji Keseragaman Data.....	40

3.4	<i>Performance Rating</i> .....	41
3.4.1.	<i>Westing House System's Rating</i> .....	42
3.4.2.	Schumard.....	43
3.5	Kelonggaran ( <i>Allowance</i> ).....	44
3.6	Waktu Siklus.....	45
3.7	Waktu Normal.....	46
3.8	Waktu Baku.....	47
3.9	<i>Output Standard</i> .....	48
<b>BAB 4</b>	<b>SISTEM KERJA MANUSIA DAN MESIN</b> .....	<b>50</b>
4.1.	Sistem Hubungan Manusia dan Mesin.....	50
4.1.1.	Sistem Manusia Mesin Secara Manual.....	50
4.1.2.	Sistem Manusia Mesin Secara Semi Automatic...	51
4.1.3.	Sistem Manusia Mesin Secara Automatic.....	52
4.1.4.	Kondisi Lingkungan Kerja.....	54
4.1.4.1.	Suhu.....	54
4.1.4.2.	Kelembapan Udara.....	55
4.1.4.3.	Sirkulasi Udara.....	55
4.1.4.4.	Pencahayaan.....	56
4.1.4.5.	Kebisingan.....	56
4.1.4.6.	Getaran Mekanis.....	56
4.1.4.7.	Bau.....	57
4.1.4.8.	Warna.....	58
<b>BAB 5</b>	<b>ALAT PERAGA/DISPLAY DAN SISTEM PENGENDALIAN</b>	
<b>MESIN</b> .....		<b>59</b>
5.1.	Pengaturan Informasi.....	59
5.2.	Cakra atau Dial.....	60
5.3.	Huruf dan Angka.....	61
5.4.	Tipe Pengendalian Mesin.....	62
5.5.	Pengendalian Pekerjaan Ringan.....	63

<b>BAB 6 METODE SAMPLING KERJA (<i>WORK SAMPLING</i>)</b> .....	66
6.1. Metode Work Sampling .....	66
6.2. Tabel Bilangan Acak.....	67
6.3. Menentukan Jumlah Pengamatan.....	69
6.4. Uji Kecukupan Data.....	70
6.5. Uji Keseragaman Data.....	70
6.6. Perhitungan Waktu Baku.....	72
6.7. Presentase Produktif.....	73
6.8. Presentase Non-Produktif.....	73
6.9. <i>Ratio Delay</i> .....	73
6.10. <i>Performance Level</i> .....	74
6.11. Jumlah Menit Produktif (JMP).....	74
6.12. Penentuan Besaran Satuan Waktu.....	74
<b>BAB 7 ANTHROPOMETRI</b> .....	77
7.1. Anthropometri.....	77
7.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Data Anthropometri.....	78
7.3. Uji Kecukupan Data.....	80
7.4. Uji Keseragaman Data.....	81
7.5. Persentil.....	81
7.6. Data Anthropometri yang Diperlukan Untuk Perancangan Produk /Fasilitas Kerja.....	82
<b>BAB 8 STUDI EKONOMI GERAKAN (<i>MICROMOTION STUDY</i>)</b> .....	<b>86</b>
8.1. Pengertian Studi Gerakan.....	86
8.2. Prinsip Ekonomi Gerakan.....	87
8.3. Peta Tangan Kanan Tangan Kiri.....	88
8.4. Gerakan Fundamental (Therblig's).....	88
<b>BAB 9 Lingkungan Kerja Fisik</b> .....	97
9.1. Pengertian Lingkungan Kerja.....	97
9.2. Jenis Lingkungan Kerja.....	97
9.2.1. Lingkungan Kerja Fisik.....	98



9.2.2. Lingkungan Kerja Non Fisik.....	98
9.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Lingkungan Kerja Fisik.....	99
9.4. Regresi Linier.....	111
9.5. Hasil Uji Linier Regression dengan Software SPSS.....	120
<b>BAB 10 BIOMEKANIKA.....</b>	<b>121</b>
10.1. Pengertian Biomekanika.....	121
10.2. Sistem Kardiovaskular.....	122
10.3. Pengukuran Fisiologis.....	124
10.3.1. Kebutuhan Waktu Istirahat.....	125
10.3.2. Metode Casdioviscular Load.....	127
10.3.3. Hubungan Denyut Jantung dengan Energi Expenditur (Kuantitatif).....	128
10.4. Hubungan denyut jantung dengan energi expenditure (SPSS).....	130
<b>BAB 11 BEBAN KERJA (<i>WORK LOAD</i>).....</b>	<b>138</b>
11.1. Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja.....	139
11.1.1. Beban Kerja Karena Faktor Eksternal.....	139
11.1.2. Beban Kerja Karena Faktor Internal.....	140
11.2. Penilaian Bebas Kerja Fisik.....	141
11.3. Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Jumlah Kebutuhan Kalori.....	143
<b>BAB 12 ANALISA PERANCANGAN KURSI KULIAH YANG ERGONOMIS.....</b>	<b>147</b>
12.1. Data Hasil Pengamatan.....	147
12.2. Langkah Kerja.....	148
12.3. Pengolahan Data.....	148
12.3.1. Pengukuran Tinggi Duduk Tegak (TDT).....	148
12.3.2. Pengukuran Jangkauan Tangan Depan (JTD)..	153
12.3.3. Pengukuran Lebar Bahu (LB).....	157
12.3.4. Pengukuran Panjang Tangan (PT).....	161
12.4. Analisis Data.....	165

12.5. Kesimpulan.....	166
-----------------------	-----

## **BAB 13 PENERAPAN STUDY EKONOMI GERAKAN**

### **(MICROMOTION STUDY) GUNA MENGEFESIKAN**

<b>GERAKAN KERJA.....</b>	<b>169</b>
13.1. Studi Gerakan Untuk Menganalisa Metode Kerja.....	169
13.2. Gerakan Fundamental Untuk Pelaksanaan Kerja Manual.....	170
13.3. Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan.....	172
13.4. Data Hasil Pengamatan.....	173
13.5. Data Hasil Pengamatan Material dengan Peletakan Tidak Beraturan.....	173
13.6. Data Hasil Pengamatan Material dengan Peletakan Beraturan.....	179
13.7. Perakitan Mobil Lego Secara Tidak Beraturan.....	183
13.7.1. Hasil Analisa Peta Tangan Kiri.....	183
13.7.2. Hasil Analisa Peta Tangan Kanan.....	184
13.8. Perakitan Mobil Lego Secara Beraturan.....	184
13.8.1. Hasil Analisa Peta Tangan Kiri.....	185
13.8.2. Hasil Analisa Peta Tangan Kanan.....	186
13.9. Kesimpulan.....	186

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **BIODATA PENULIS**

**BATANG TUBUH DAN  
SUB-CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH**

<b>BAB</b>	<b>Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah</b>
<b>BAB 1 SISTEM PRODUKSI DAN PRODUKTIVITAS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memberikan pemahaman kepada mahasiswa tentang konsep produksi dan produktivitas</li> <li>2. Mahasiswa dapat menghitung besarnya nilai produktivitas produksi perusahaan pada periode waktu tertentu</li> <li>3. Mahasiswa dapat menghitung besarnya nilai produktivitas perusahaan, baik produktivitas total maupun parsial.</li> </ol>
<b>BAB 2 PETA KERJA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Melatih kemampuan dalam membuat peta – peta kerja atas suatu sistem produksi beserta symbol – symbol menurut ASME (<i>American Society of Mechanical Engineering</i>).</li> <li>2. Melatih kemampuan dengan menggunakan peta – peta kerja dalam mengidentifikasi permasalahan yang ada, dan berbagai alat analisis perbaikan sistem kerja dengan menggunakan metode <i>Dot and Check Tehnique</i>.</li> <li>3. Mampu membedakan jenis peta kerja antara Peta Kerja Analisa Setempat dan Peta Kerja Analisa Keseluruhan.</li> </ol>
<b>BAB 3 PENGUKURAN WAKTU KERJA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa mampu menentukan kecukupan dan keseragaman data.</li> <li>2. Mahasiswa mampu menentukan besarnya performance rating dan nilai kelonggaran.</li> <li>3. Mahasiswa dapat dan mampu menghitung Waktu Siklus, Waktu Normal, Waktu Baku dan Output Standar</li> </ol>
<b>BAB 4</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa mampu memahami konsep Sistem kerja manual, system kerja semi otomatis dan system</li> </ol>

<b>SISTEM KERJA MANUSIA DAN MESIN</b>	<p>kerja full otomatis.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Mahasiswa mampu mengidentifikasi perbedaan manusia dengan mesin.</li> <li>3. Mahasiswa dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja</li> </ol>
<b>BAB 5 ALAT PERAGA/DISPLAY DAN SISTEM PENGENDALIAN MESIN</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa memahami jenis-jenis pembaca display</li> <li>2. Mahasiswa dapat menemukan kelebihan dan kekurangan dari macam alat pembaca display</li> <li>3. Mahasiswa dapat menentukan besarnya huruf dan angka yang sesuai dengan jarak baca.</li> </ol>
<b>BAB 6 METODE SAMPLING KERJA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa dapat menghitung besaran nilai bilangan satuan berdasarkan kelompok angka pada tabel bilangan acak yang dipilih</li> <li>2. Mahasiswa dapat membuat dan menentukan waktu kunjungan pengambilan sampel</li> <li>3. Mahasiswa dapat menganalisa produktivitas kerja dan idle pada suatu shift kerja</li> </ol>
<b>BAB 7 ANTHROPOMETRI</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa dapat membuat suatu perancangan fasilitas yang ergonomis agar pengguna merasa nyaman dan puas.</li> <li>2. Mahasiswa dapat menciptakan desain manusia mesin yang terpadu sehingga efektifitas dan efisiensi kerja bisa tercapai secara optimal.</li> <li>3. Mahasiswa dapat menggunakan suatu perancangan peralatan kerja (<i>tools</i>) untuk penggunaan yang lebih efektif.</li> <li>4. Sebagai upaya untuk memperbaiki performans kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, <i>accuracy</i>, keselamatan kerja, mengurangi energi kerja yang berlebihan dan mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat.</li> <li>5. Memperbaiki pendayagunaan sumber daya manusia</li> </ol>

	serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia.
<b>BAB 8 STUDY EKONOMI GERAKAN</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa mampu mengamati elemen-elemen kerja yang dibutuhkan dalam satu pekerjaan spesifik.</li> <li>2. Mahasiswa mampu memilih atau membagi suatu pekerjaan atas elemen-elemen gerakan.</li> <li>3. Mahasiswa mampu melakukan perancangan dan perbaikan suatu sistem kerja dengan menggunakan prinsip-prinsip ekonomi gerakan dan symbol <i>Therbligh</i>.</li> </ol>
<b>BAB 9 LINGKUNGAN KERJA FISIK</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memahami dan mampu menganalisa adanya faktor – faktor lingkungan yang mempengaruhi performansi kerja seseorang.</li> <li>2. Memahami adanya suatu kondisi optimum dalam melakukan suatu aktivitas kerja.</li> <li>3. Dapat memanfaatkan metode statistik untuk digunakan dalam menganalisa performansi kerja.</li> </ol>
<b>BAB 10 BIOMEKANIKA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memahami dan mampu menganalisa adanya faktor-faktor fisiologis dan lingkungan yang mempengaruhi performansi kerja seseorang.</li> <li>2. Memahami adanya suatu kondisi optimum dan melakukan sesuatu aktivitas kerja.</li> <li>3. Dapat melakukan salah satu teknik pengukuran aktivitas faal kerja, yaitu pengukuran konsumsi energi dalam suatu kerja.</li> <li>4. Mengetahui pengaruh perbedaan kecepatan dan sudut kemiringan tangga terhadap konsumsi energi manusia yang beraktivitas di atasnya.</li> </ol>
<b>BAB 11</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa memahami faktor-faktor yang</li> </ol>

<b>BEBAN KERJA (WORK LOAD)</b>	<p>mempengaruhi beban kerja.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Mahasiswa mengetahui berbagai tingkatan beban kerja beserta pengukuran fisiologisnya</li> <li>3. Mahasiswa memahami kebutuhan kalori tubuh manusia</li> </ol>
<b>BAB 12 ANALISA PERANCANGAN KURSI KULIAH YANG ERGONOMIS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa memahami penerapan perhitungan anthropometri untuk merancang kursi kuliah yang sesuai dengan data.</li> <li>2. Mahasiswa memahami cara pengukuran dimensi tubuh.</li> </ol>
<b>BAB 13 PENERAPAN STUDY EKONOMI GERAKAN (MICROMOTION STUDY) GUNA MENGEFISIENKAN GERAKAN KERJA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa mampu menganalisa jenis gerakan menurut symbol Therbligh.</li> <li>2. Mahasiswa dapat menghitung jumlah dan waktu gerakan kondisi kerja pada dua kondisi yang berbeda.</li> </ol>

## **BAB 1.**

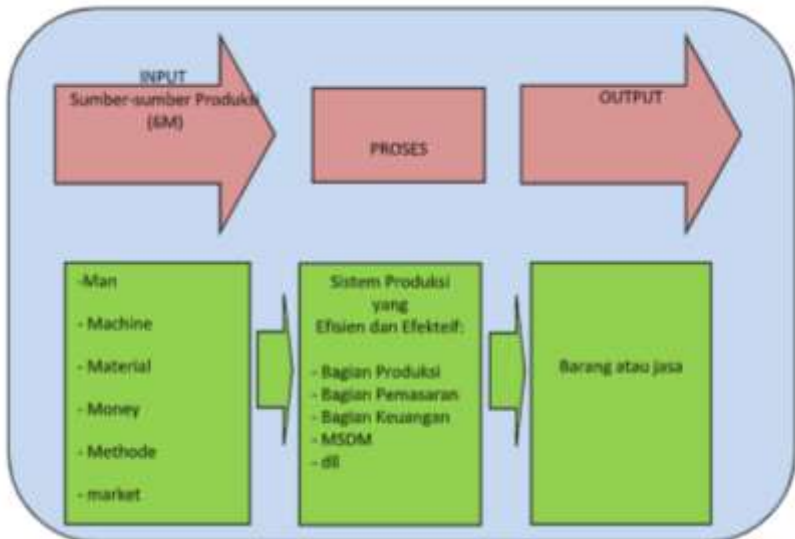
### **SISTEM PRODUKSI DAN PRODUKTIVITAS**

#### **1.1. Sistem Produksi**

Banyak cara yang telah dilakukan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sebagai salah satu upaya untuk dapat bertahan hidup (*survival*). Salah satu upaya tersebut adalah dengan cara merubah atau mengolah sumber-sumber produksi (6M) yang berfungsi sebagai bahan masukan (*input*) menjadi sebuah hasil luaran (*output*), yang mana luaran tersebut dapat berbentuk Barang produksi atau jasa.

Untuk keluaran barang produksi dapat berbentuk bahan setengah jadi (*intermediate goods*) atau bahan jadi (*finished goods*) yang siap dipakai atau digunakan.

Kegiatan yang dilakukan manusia untuk merubah sumber-sumber produksi menjadi hasil luaran, baik berbentuk barang produksi atau jasa disebut dengan produksi. Kegiatan produksi dapat diilustrasikan pada gambar 1.1 dibawah ini:



**Gambar 1.1** Konsep Produksi

### 1.1.1. Input

Input atau masukan dapat diartikan sebagai bahan dasar atau bahan baku yang akan diolah lebih lanjut untuk menghasilkan sebuah hasil luaran. Input atau masukan yang akan diolah dapat juga disebut sebagai sumber-sumber produksi yang meliputi :

➤ **Man (Manusia)**

Dalam system produksi membutuhkan adanya peranan atau campur tangan manusia sebagai tenaga kerja didalamnya. Faktor manusia merupakan faktor atau unsure terpenting yang menjadi pokok perhatian pada bidang ilmu ergonomi, mengapa? Karena manusia akan



dapat bekerja secara maksimal dan memiliki tingkat produktivitas yang baik jika tercipta rasa kenyamanan antara manusia dengan lingkungan kerjanya.

Disamping itu diharapkan pula unsure manusia dapat memiliki dan memenuhi standarisasi ketrampilan (kualifikasi) yang sesuai dengan bidang kerjanya, agar produk atau keluaran yang dihasilkan memiliki mutu yang baik.

➤ Machine (Mesin)

Mesin adalah sumber produksi yang secara teknis berbentuk sebuah mesin beserta dengan peralatan (*tools*) pendukungnya yang dapat mengubah sebuah bahan baku mentah (*raw materials*) menjadi luaran sebuah produk manufaktur. Agar mesin dapat menghasilkan hasil luaran dengan mutu dan kualitas yang baik, tentunya performa dari mesin tersebut harus selalu dijaga dan ditingkatkan. Salah satu cara untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan, maka perawatan berkala (*preventive maintenance*) diharapkan dapat dijalankan dengan baik dan dilakukan secara teratur.

➤ Material (bahan baku produk mentah)

Material merupakan bahan baku mentah yang akan diubah untuk menghasilkan sebuah hasil keluaran

(*output*), baik berbentuk produk manufaktur maupun jasa. Diharapkan kualitas bahan baku yang akan digunakan harus selalu diperhatikan, karena walaupun proses pengerjaannya sudah dilakukan dengan baik dan sesuai dengan standard pengerjaan yang telah ditentukan, namun jika kualitas bahan mentah yang digunakan jelek, maka hasil akhir keluaran yang dihasilkan akan jelek pula.

➤ Money (uang)

Uang merupakan sumber produksi yang berbentuk sebuah sarana pembayaran dalam bentuk uang. Dengan uang atau modal ini perusahaan dapat membeli segala keperluan produksi, membayar gaji pegawai, cicilan hutang di bank, dan lain-lain dengan lancar.

➤ Methode (Metode/cara)

Metode dapat diartikan sebagai sebuah cara kerja atau serangkaian prosedur yang harus dilakukan dalam proses produksi, agar produk luaran yang dihasilkan sesuai dengan kualitas dan fungsi yang diinginkan. Sebaiknya perusahaan senantiasa selalu mengikuti perkembangan ilmu atau cara yang terbaru (*uptodate*).

➤ Market (Pasar).

Pasar merupakan wilayah penyerapan dari produk luaran yang dihasilkan. Sebaiknya sebelum produk

dibuat perusahaan telah melakukan riset penelitian pasar tentang sebuah produk. Mulai dari kelas pasar (*segment*) mana yang akan diraih. Secara garis besar kelas pasar dibagi menjadi 3, yaitu: kelas pasar tertinggi (*high end*), kelas pasar sedang (*middle end*) dan kelas pasar bawah (*low end*); fitur-fitur yang diinginkan, harga, kualitas, saluran distribusi, garansi, service, dll, agar produk yang dibuat sesuai dengan kemampuan dan selera konsumen, sehingga diharapkan produk perusahaan dapat terserap melalui pembelian dengan baik.

Sumber-sumber produksi diatas saling terkait satu dengan lainnya dan tidak dapat berdiri sendiri secara parsial.

### **1.1.2. Proses**

Proses Produksi adalah sebuah proses transformasi dalam sistem produksi yang bertujuan untuk mengolah sumber-sumber produksi (6M) yang terdiri atas: tenaga kerja (man), mesin (machine), dana keuangan (money), material (materials), metode kerja (method), dan pasar (market), dalam suatu lingkungan guna menghasilkan nilai tambah bagi produk agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar. Proses produksi yang baik adalah sebuah proses produksi yang mengacu pada efektivitas dan efisiensi. Artinya sebaiknya sebuah proses produksi didasarkan pada

efektivitas penentuan jumlah tenaga kerja yang sesuai dengan kebutuhan produksi dan efisiensi waktu.

### 1.1.3. Output

Output merupakan hasil keluaran yang dihasilkan oleh sebuah proses produksi dalam mengolah sumber-sumber produksi yang dapat berbentuk barang manufaktur atau jasa. Output yang baik adalah sebuah hasil keluaran yang memiliki kualitas yang baik dan kuantitas yang maksimal dan memiliki harga yang sesuai. Adapun beberapa contoh hasil luaran sebuah system produksi dapat dilihat pada Tabel 1.1 dibawah ini:

Tabel 1.1. Contoh Hasil Luaran Sistem Produksi

No	Sistem	Input	Output	Jenis Output
1	Universitas	Yayasan, Rektorat, Dosen, Tenaga Admin, Mahasiswa, Orang tua Mahasiswa, Dunia kerja	Mahasiswa yang berkompeten	Jasa
2	Bank	Pemilik saham, Pimpinan bank,	Pelayanan Keuangan	Jasa

		karyawan, tenaga keamanan, investor, nasabah		
3	Rumah Sakit	Pimpinan, Tenaga Admin, Tenaga Medis, Tenaga Keamanan, perusahaan farmasi, pasien	Pelayanan Kesehatan	Jasa
4	Bisnis Online	Karyawan, pimpinan, pembuat produk, konsumen, vendor internet, konsumen, komunitas	Pelayanan Pembelian barang	Jasa
5	Pabrik	Pimpinan, karyawan, manajer, keamanan, distributor, konsumen	Produk Manufaktur	Produk manufaktur

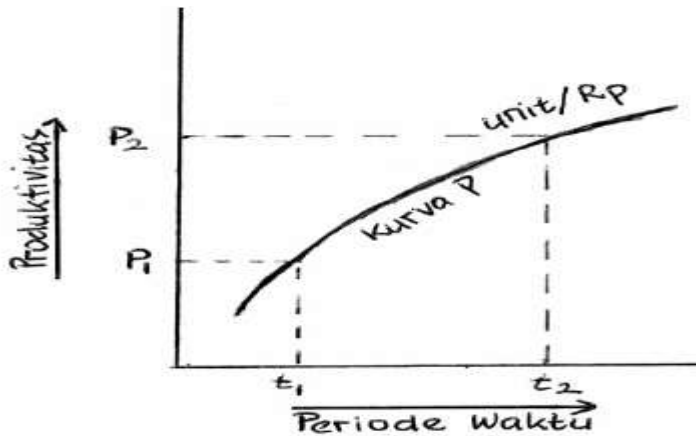
## 1.2. Produktivitas

Produktivitas dapat diartikan sebagai pembagian atau rasio antara Output dengan Input. Produktivitas merupakan salah satu tolok ukur yang digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan kerja suatu organisasi atau perusahaan.

Produktivitas merupakan Rasio output dengan tenaga kerja (man), mesin (machine), dana keuangan (money), material (materials), metode kerja (method), dan pasar (market).

Kesadaran akan peningkatan produktivitas semakin meningkat karena adanya suatu keyakinan bahwa perbaikan produktivitas akan memberikan kontribusi positif dalam perbaikan ekonomi. Pandangan bahwa kehidupan hari ini harus lebih baik dari kehidupan hari kemarin dan kehidupan hari esok harus lebih dari hari ini, merupakan suatu pandangan yang memberi dorongan pemikiran ke arah produktivitas.

Manfaat positif apakah yang bisa dicapai dengan terjadinya peningkatan produktivitas dari suatu aktivitas produksi, agar bisa memberikan suatu ilustrasi yang jelas dapat dilihat pada gambar 1.2 dibawah



**Gambar 1.2** Kurva Kenaikan Produktivitas

### 1.3. Elemen-elemen Produktivitas

Elemen produktivitas secara garis besar kita bagi menjadi dua (2), yaitu elemen non teknis dan elemen teknis. Adapun elemen tersebut sebagai berikut:

Elemen non teknis : tenaga kerja (man)

Elemen teknis : mesin (machine)

Dana keuangan (money)

Material (materials)

Metode kerja (method)

Pasar (market)

#### 1.4. Perhitungan Produktivitas

Untuk mengetahui baik dan buruknya prsetasi kerja (kinerja) suatu perusahaan dapat dilihat dari capaian produktivitasnya. Untuk dapat menyimpulkan sebuah produktivitas dikatakan baik atau buruk, perusahaan harus membandingkan hasil perhitungan produktivitas suatu periode tertentu dengan periode lainnya. Jika capaian hasil perhitungan produktivitas yg dihitung dan dibandingkan dengan suatu periode tertentu mengalami peningkatan, maka kinerja perusahaan tersebut meningkat dan jika sebaliknya maka kinerja perusahaan tersebut menurun.

Rumus produktivitas secara umum dapat dilihat dibawah ini:

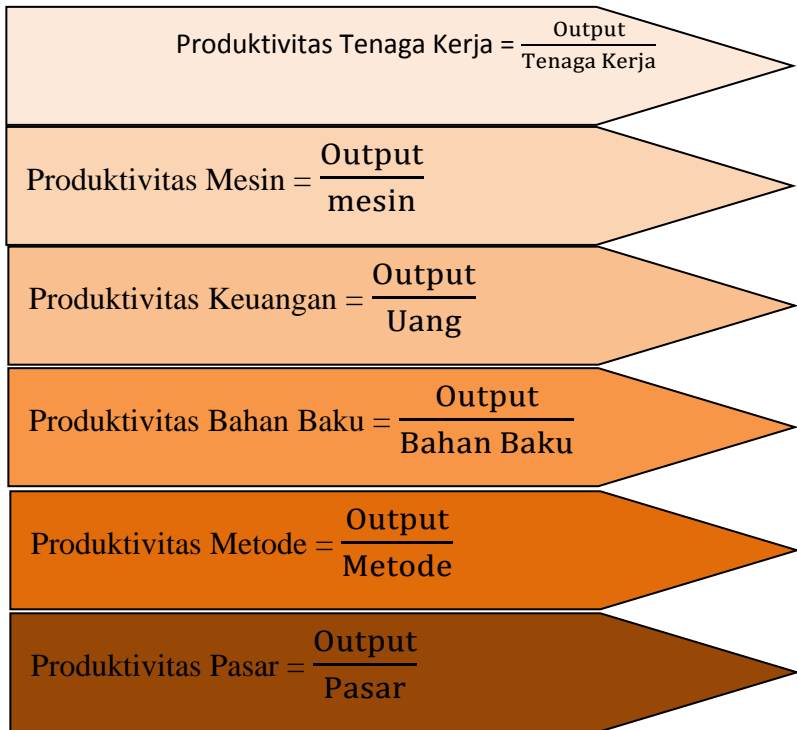
$$\text{Produktivitas (P)} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \dots\dots\dots (1)$$

Adapun cara menghitung produktivitas sebuah perusahaan dapat dibedakan menjadi tiga (3) jenis, yaitu:

- a. Perhitungan Produktivitas Parsial

Perhitungan produktivitas ini merupakan rasio antara output dengan salah satu faktor dari sumber-sumber produksi (6M), seringkali disebut juga perhitungan produktivitas tunggal.





b. Perhitungan Produktivitas Multi Faktor

Perhitungan produktivitas ini merupakan rasio antara output dengan gabungan beberapa faktor-faktor produksi.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Tenaga Kerja} + \text{Mesin}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Tenaga Kerja} + \text{Mesin} + \text{Finansial}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Mesin} + \text{Finansial} + \text{Bahan Baku}}$$

c. Perhitungan Produktivitas Total

Perhitungan produktivitas ini merupakan rasio antara output dengan seluruh faktor-faktor produksi yang dimiliki oleh perusahaan.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Tenaga Kerja} + \text{Mesin} + \text{Finansial} + \text{Bahan Baku} + \text{Metode} + \text{Pasar}}$$

Contoh soal

1. Informasi Produksi Perusahaan “PT. X” sebagai berikut:

Pada Bulan Januari 2020 menghasilkan output produk manufaktur sebesar 500 unit. Adapun Tenaga Kerja yang dipekerjakan sebanyak 8 orang dengan jam kerja sehari selama 8 jam produktif. Bahan baku yang dibutuhkan sebanyak 1000 ton. Hari kerja efektif pada Bulan Januari 2020 sebanyak 25 hari.

Sedangkan pada Bulan Pebruari 2020 menghasilkan output produk manufaktur sebesar 700 unit. Adapun Tenaga Kerja yang digunakan

sebanyak 8 orang dengan jam kerja sehari selama 8 jam produktif. Bahan baku yang dibutuhkan sebanyak 1200 ton. Hari kerja efektif pada Bulan Januari 2020 sebanyak 20 hari.

Hitunglah Besarnya nilai Produktivitas “PT. X” dan berikan kesimpulan !

2. Dari pengamatan pengukuran kerja pada pabrik keramik di PT. Jongos, didapatkan data pengamatan langsung waktu baku 2,5 menit/keramik. Diketahui upah dasar per jam adalah Rp. 5.750. Bila saudara sebagai pemborong, dan mempunyai 7 orang pekerja yang prestasinya seperti pada tabel dibawah ini, maka berapakah gaji yang saudara berikan pada masing-masing tukang.

<b>Tukang</b>	<b>Output/jam</b>	<b>Gaji/jam</b>
Unyil	30	
Usrok	35	
Cuplis	50	
Ucrit	45	
Kinoi	55	
Ciner	40	
Bejo	50	

## **BAB. 2**

### **PETA KERJA**

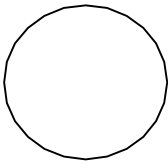
#### **2.1. Peta Kerja**

Menurut Maryana (2015), peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas. Lewat peta-peta ini kita bisa melihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dari mulai masuk ke pabrik (berbentuk bahan baku), kemudian menggambarkan semua langkah yang dialaminya, seperti: transportasi, operasi mesin, pemeriksaan dan perakitan, sampai akhirnya menjadi produk jadi, baik produk lengkap atau merupakan bagian dari suatu produk lengkap.

Ada pula defenisi peta kerja lainnya yaitu merupakan gambaran sistematis dan logis dalam menganalisis proses kerja dari tahap awal sampai akhir. Dengan peta ini juga didapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki metode kerja, seperti benda kerja yang harus dibuat, operasi untuk menyelesaikan kerja, kapasitas mesin atau kapasitas kerja lainnya, dan urutan prosedur kerja yang dialami oleh suatu benda kerja. Dengan demikian, peta ini merupakan alat yang baik untuk menganalisa suatu pekerjaan sehingga mempermudah dalam perencanaan perbaikan kerja.

## 2.2 Simbol – Simbol Standar Pembuatan Peta Kerja

Menurut catatan sejarah, peta-peta kerja yang ada sekarang ini dikembangkan oleh Gilberth. Pada saat itu, untuk membuat suatu peta kerja, Gilberth mengusulkan 40 buah lambang yang bisa dipakai. Pada tahun berikutnya jumlah lambang tersebut disederhanakan sehingga hanya tinggal 4 macam saja. Namun pada tahun 1947 *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) membuat standar lambang-lambang yang terdiri atas 5 macam lambang yang merupakan modifikasi dari yang telah dikembangkan sebelumnya oleh Gilberth. Lambang-lambang tersebut dapat diuraikan sebagai berikut (Maryana,2015):

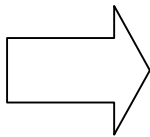


Operasi, Suatu kegiatan operasi terjadi apabila benda kerja mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimiawi. Mengambil informasi maupun memberikan informasi pada suatu keadaan juga termasuk operasi. Operasi merupakan kegiatan yang paling banyak terjadi dalam suatu mesin atau sistem kerja. Contohnya : Pekerjaan menyerut kayu dengan mesin serut, Pekerjaan mengeraskan logam, dan Pekerjaan merakit. Dalam prakteknya, lambang ini juga bisa digunakan untuk menyatakan aktivitas administrasi.

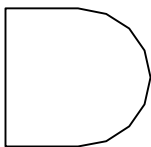


Pemeriksaan, Suatu kegiatan pemeriksaan terjadi apabila benda kerja atau peralatan mengalami pemeriksaan baik untuk segi kualitas maupun kuantitas. Lambang ini digunakan jika kita melakukan pemeriksaan

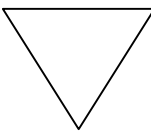
terhadap suatu objek atau membandingkan objek tertentu dengan suatu standar. Suatu pemeriksaan tidak menjuruskan bahan kearah menjadi suatu barang jadi. Contohnya : Mengukur dimensi benda, Memeriksa warna benda, dan Membaca alat ukur tekanan uap pada suatu mesin uap.



Transportasi, Suatu kegiatan transportasi terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan mengalami perpindahan tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu operasi. Contohnya : Benda kerja diangkut dari mesin bubut ke mesin skrap untuk mengalami operasi berikutnya, suatu objek dipindahkan dari lantai atas lewat *elevator*.

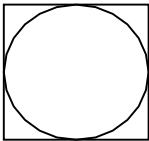


Menunggu, Proses menunggu terjadi apabila benda kerja, pekerja ataupun perlengkapan tidak mengalami kegiatan apa-apa selain menunggu (biasanya sebentar). Contohnya : Objek menunggu untuk diproses atau diperiksa, peti menunggu untuk dibongkar, dan bahan menunggu untuk diangkut ke tempat lain.



Penyimpanan, Proses penyimpanan terjadi apabila benda kerja di simpan untuk jangka waktu yang cukup lama. Lambang ini digunakan untuk menyatakan suatu objek yang mengalami penyimpanan permanen, yaitu ditahan atau dilindungi terhadap pengeluaran tanpa izin tertentu. Contohnya : Dokumen-dokumen atau catatan-catatan disimpan dalam brankas, bahan baku disimpan dalam gudang.

Selain kelima lambang standar tersebut, kita bisa menggunakan lambang lain apabila merasa perlu untuk mencatat suatu aktivitas yang memang terjadi selama proses berlangsung dan tidak terungkap oleh lambang-lambang tadi. Lambang tersebut ialah:



Aktivitas gabungan, Kegiatan ini terjadi apabila antara aktivitas operasi dan pemeriksaan dilakukan bersamaan pada suatu tempat kerja.

### **2.3 Macam – Macam Peta Kerja**

Menurut Maryana(2015), pada dasarnya peta-peta bisa dibagi kedalam dua kelompok besar berdasarkan kegiatannya yaitu :

1. Peta-peta kerja yang digunakan untuk menganalisis kegiatan kerja keseluruhan.
2. Peta-peta kerja yang digunakan untuk menganalisis kegiatan kerja setempat.

Hubungan antara kedua macam kegiatan diatas akan terlihat bila untuk menyelesaikan suatu produk diperlukan beberapa stasiun kerja, dimana satu sama lainnya saling berhubungan, misalnya suatu perusahaan perakitan memiliki beberapa mesin produksi atau stasiun kerja. Dalam hal ini kelancaran proses produksi secara keseluruhan akan sangat tergantung pada kelancaran setiap sistem kerja. Sesuatu yang bijaksana apabila dalam prakteknya nanti, pelaksana pertama-

tama berusaha untuk memperbaiki atau menyempurnakan setiap sistem kerja yang ada sedemikian rupa sehingga didapatkan suatu urutan kerja yang paling baik untuk saat itu. Barulah kemudian menyempurnakan proses secara keseluruhan.

### **2.3.1. Peta Kerja Keseluruhan**

Suatu kegiatan disebut kegiatan kerja keseluruhan apabila kegiatan tersebut melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat produk yang bersangkutan(Arif,2016).

Menurut Erliana (2015), peta – peta yang termasuk kedalam peta kerja keseluruhan adalah:

#### **2.3.1.1. Peta proses operasi**

Peta proses operasi merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami bahan baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan, sejak dari awal sampai menjadi produk jadi secara utuh. Peta Proses Operasi biasa juga disebut dengan Peta OPC (*Operation Process Chart*)

#### **Kegunaan Peta Proses Operasi:**

- Bisa mengetahui kebutuhan akan mesin dan penganggarnya.
- Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku (dengan memperhatikan efisiensi ditiap operasi/pemeriksaan).
- Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik.



- Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.
- Sebagai alat untuk latihan kerja.

**Prinsip Pembuatan:**

- Pada baris paling atas dinyatakan kepalanya “Peta Proses Operasi” yang diikuti oleh identifikasi lain seperti : nama obyek, nama pembuat peta, tanggal dibuat, nomor peta dan nomor gambar.
- Material yang akan diproses diletakan pd garis horisontal, yang menunjukkan bahwa material tersebut masuk kedalam proses.
- Lambang-lambang ditemaptkan dalam arah vertikal, yang menunjukkan terjadinya perubahan proses.
- Penomoran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang dibutuhkan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses yang terjadi.
- Penomoran terhadap suatu kegiatan pemeriksaan diberikan secara tersendiri dan pronsipnya sama dengan operasi.

Produk yang paling banyak memerlukan proses operasi dipetakan terlebih dahulu disebelah paling kanan.(biasanya produk/komponen pokok).

### **Analisa Peta Proses Operasi:**

(a) Bahan-bahan

Mempertimbangkan semua alternatif dari bahan yang digunakan, proses penyelesaian dan toleransi sehingga sesuai dengan fungsi, reliabilitas, pelayanan dan waktunya.

(b) Operasi

Perbaikan yang mungkin dilakukan adalah dengan menghilangkan, menggabungkan, merubah atau menyederhanakan operasi yang terjadi.

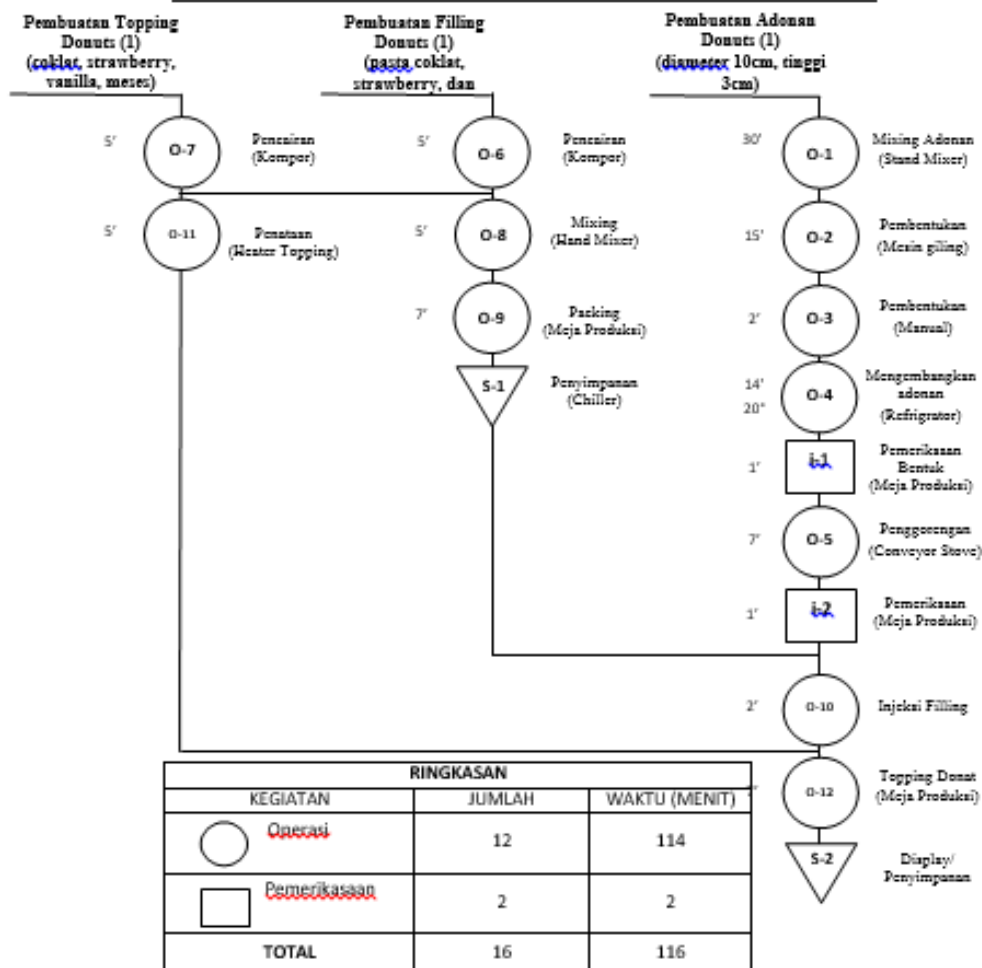
(c) Pemeriksaan

Suatu obyek dikatakan memenuhi standar kualitasnya jika setelah dibandingkan dengan standar.

(d) Waktu

PETA PROSES OPERASI

NAMA PRODUK : DONUTS (1 Tray = 14 pcs)  
 NOMOR PETA : 1  
 DIPETAKAN OLEH : KELOMPOK 1  
 TANGGAL : 10 OKTOBER 2016  
 STUDI KASUS : J.CO DONUTS & COFFEE



Gambar 2.1. Peta Proses Operasi

### 2.3.1.2. Peta Aliran Proses

Peta Aliran Proses adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan dari operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu dan penyimpanan yang terjadi selama satu proses atau prosedur berlangsung.

#### **Perbedaan PAP dan PPO:**

- (a) PAP memperlihatkan semua aktivitas-aktivitas dasar, termasuk transportasi, menunggu, dan menyimpan. Sedang PPO terbatas pada Operasi dan Inspeksi saja.
- (b) PAP menganalisa setiap komponen yang diproses secara lebih lengkap.

#### **Kegunaan :**

1. Digunakan untuk mengetahui aliran bahan atau aktivitas orang mulai awal masuk dalam suatu proses atau prosedur sampai aktivitas terakhir.
2. Memebrikan informasi mengenai waktu penyelesaian suatu proses.
3. Digunakan untuk mengetahui jumlah kegiatan yang dialami bahan atau dilakukan oleh orang selama proses berlangsung.
4. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan proses kerja.

### Prinsip Pembuatan:

- Pada bagian paling atas ditulis PAP yang diikuti oleh keterangan lainnya (no gbr, pembuat, tanggal pembuatan, dll) yang terletak diatas bagian kanan.
- Di bagian kiri atas, dicatat mengenai ringkasan yang memuat jumlah total dan waktu total dari setiap kegiatan yang terjadi dan juga mengenai total jarak perpindahan yg dialami bahan atau org selama proses berlangsung.
- Pada bagian “badan” diuraikan proses yang terajadi secara lengkap beserta lambang-lambang dan informasi mengenai jarak perpindahan, jumlah yg dilayani, wkt yg dibutuhkan dan kecepatan produksi.
- Dianalisa dengan menggunakan “ Dot and Check Tehnique”.

Tabel 2.1. Dot and Check Tehnique

NO	PERTANYAAN	BERIKUTNYA	TINDAKAN YG MUNGKIN DILAKUKAN
1	Apa tujuannya ?	Mengapa ?	
2	Dimana dikerjakan ?	Mengapa ?	
3	Kapan dikerjakan ?	Mengapa ?	
4	Siapa yang	Mengapa ?	
5	Mengerjakan ?	Mengapa ?	
	Bagaimana mengerjakannya ?		

**Analisa :**

Melalui Dot and Check Tehnique yg didasarkan pada 6 pertanyaan diatas dengan perbaikan sbb:

- (a) Menghilangkan aktivitas yg tidak perlu.
- (b) Menggabungkan atau meribah tempat kerja.
- (c) Menggabungkan atau merubah waktu atau urutan kerja.
- (d) Menggabungkan atau merubah org.
- (e) Menyederhanakan atau memperbaiki metode kerja.

PETA ALIRAN PROSES															
RINGKASAN						PEKERJAAN : PRODUKI KERAWANG									
KEGIATAN	BEKARANG		UBULAN		BEDA		NOMOR PETA								
	JLH	SRK	JLH	SRK	JLH	SRK	ORANG	BAHAN	UBULAN						
○ OPERASI	12	300					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
□ PEMERIKSAAN	1	10					<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
➡ TRANSPORTASI	8	80													
⊞ MEHUNGGU	1	85													
▽ PENYIMPANAN															
DIPETAKAN OLEH : TRIFANDI LASALEWO							TANGGAL DIPETAKAN : 26 OKTOBER 2010								
URAIAN KEGIATAN	LAMBAANG					JEMBE meter	JEMBE JAMBE	WAKTU menit	ANALISA					CATATAN	
	○	□	➡	⊞	▽				APR	MAY	JUN	JUL	AUG		
Bahan (kain) dibawa dari gudang penyimpanan			➡			300		20							
Kain di ukur sesuai kebutuhan	○							4							
Kain digunting gunting sesuai ukuran kebutuhan	○							7							
Kain dipindahkan kebagian produksi			➡			10		4							
Pembuatan ukuran pola/mold pada bahan yang telah dipotong	○							14							
Kain dimasukkan pada alat pemanetangan	○							3							
Kain di iris sesuai dengan motif Kerawang yang akan dibuat	○							120							
Pencabutan serat benang pada kain yang telah di iris	○							60							
Proses pembuatan Kerawang (penyutaman) = penghilan serat-serat kain	○							240							
Pengilatan jingghin kain yang telah bermold (telah lokal, amangi)	○							35							
Kain dipisahkan dari pemanetangan			➡					2							
Pemeriksaan kain yang sudah di kerawang (diberikan dari kotiran & iris benang)	○							18							
Kain dipindahkan kebagian pencucian			➡			20		4							
Kain dicuci dibilas + pembersih pakuhan	○							10							
Kain dijemur (proses pengeringan)	○							45							
Kain dipindahkan ke tempat setrika			➡			10		3							
Kain disetrika + pewangi pakaian	○							10							
Kain dipindahkan pada bagian pengepakan			➡			8		7							
Proses pengepakan + pemberian label	○							4							
Kain dipindahkan pada etalase			➡			35		3							
Kain disimpan pada etalase pajangan			➡					-							

**Gambar 2.2.** Peta Aliran Proses

### 2.3.1.3. Diagram Aliran Proses

Diagram Aliran Proses adalah suatu gambaran menurut skala dari susunan lantai dan gedung, yang menunjukkan lokasi dari semua aktivitas yang terjadi. Aktivitas yang berarti pergerakan suatu material atau orang dari suatu tempat ketempat berikutnya dinyatakan oleh garis aliran dan arah aliran digambarkan oleh anak panah kecil pada garis aliran tersebut.

#### **Kegunaan:**

- Lebih memperjelas suatu PAP, apalagi jika arah aliran merupakan faktor yang penting.
- Membantu dalam perbaikan tata letak (layout) perusahaan.

#### **Prinsip Pembuatan:**

- Kepala gambar (peta).
- Identifikasikan setiap aktivitas dengan lambang dan nomor yang sesuai dengan yang digunakan dalam PAP.
- Arah gerakan dinyatakan oleh anak panah kecil yang dibuat secara periodik sepanjang garis aliran.
- Apabila dalam ruangan tersebut terjadi lintasan lebih dari satu orang atau brg, maka tiap lintasan dibedakan dengan warna bermacam-macam.

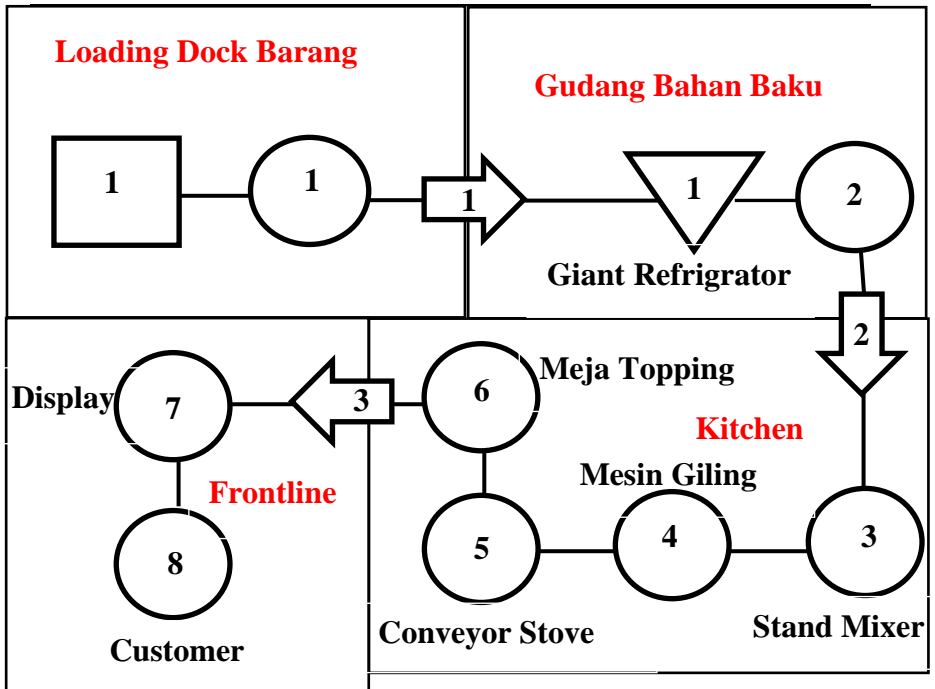
### **Hal-hal yang diperhatikan dalam Diagram Aliran Proses:**

- Gerakan yang terlalu panjang/jauh untuk pemindahan dari satu operasi ke operasi berikutnya.
- Adanya dua atau lebih gerakan perpindahan di antara operasi kerja.
- Adanya dua atau lebih aktivitas inspeksi diantara operasi kerja.
- Adanya perubahan – perubahan arah aliran proses.
- Adanya gerakan bolak-balik (backtracking).
- Adanya item volume besar yang harus dipindahkan dalam jarak yang jauh, sdgkan item volume kecil justru dipindahkan dlm jarak yg dekat.
- Lokasi gudang penyimpanan bahan baku atau produk jadi yg relatif berjauhan dgn area produksi.



## Diagram Aliran Proses

PEKERJAAN : Alir proses pembuatan donuts hingga ke tangan konsumen  
NOMOR PETA : 1  
SEKARANG : Usulan  
DIPETAKAN OLEH : Kelompok 1  
TANGGAL : 10 Oktober 2016



Gambar 2.3. Diagram Aliran Proses

#### 2.3.1.4. Peta Proses Kelompok Kerja

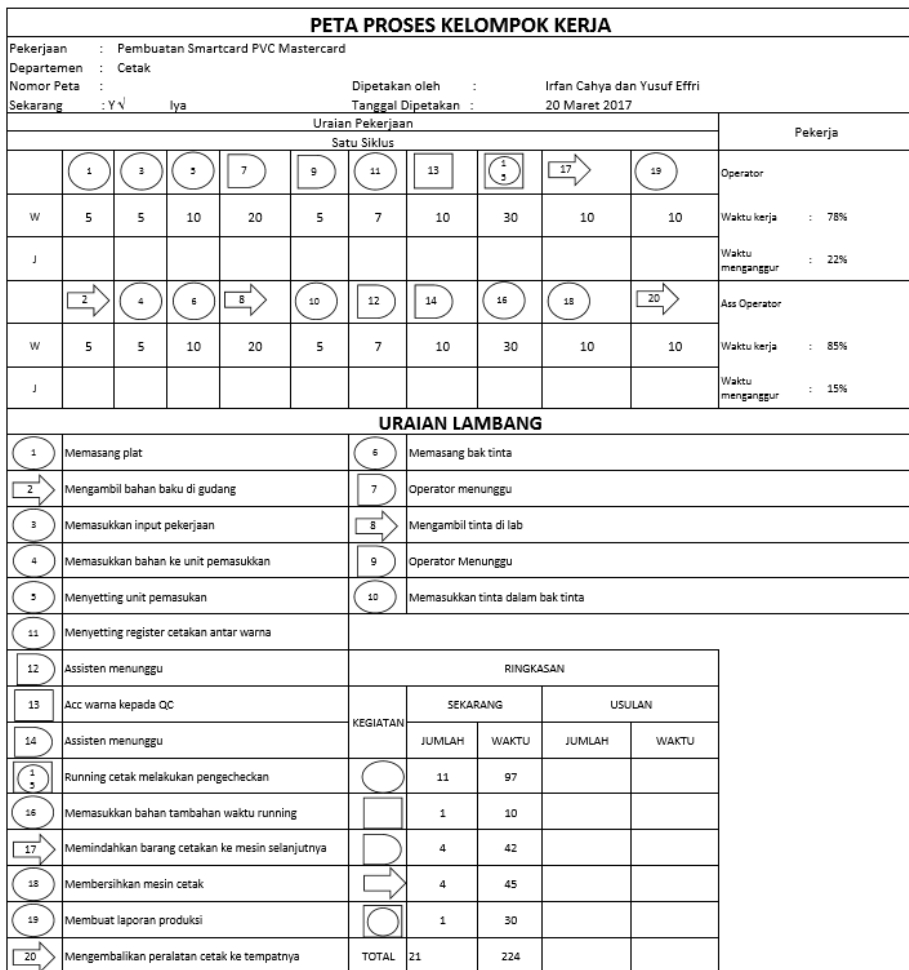
Peta Proses Kelompok Kerja adalah suatu diagram yang menjelaskan prosentase aktivitas kerja dalam satu kelompok/ regu kerja. Peta kerja ini akan memberikan gambaran mana pekerja yang produktif dan kurang produktif.

##### **Kegunaan:**

- Memberikan informasi aktivitas yang dilakukan oleh pekerja
- Memberikan informasi prosentase kerja dalam satu kelompok/ regu.

##### **Prinsip Pembuatan:**

- Kepala gambar (peta).
- Identifikasikan setiap aktivitas dengan lambang, waktu dan jarak yang sesuai dengan PAP.
- Prosentase kerja masing-masing pekerja harus ditulis.
- Uraian lambing kegiatan harus sesuai dengan aktivitas pada PAP.



Gambar 2.4. Peta Proses Kelompok Kerja

### 2.3.2 Peta Kerja Setempat

Menurut Erliana (2015), suatu kegiatan disebut kegiatan kerja setempat apabila kegiatan tersebut terjadi dalam suatu stasiun kerja,

biasanya hanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah terbatas. Peta – peta yang termasuk kedalam peta kerja kegiatan setempat adalah:

#### 2.3.2.1. Peta pekerja dan mesin

Peta Pekerja dan mesin adalah suatu diagram yg menggambarkan koordinasi antara waktu bekerja dan waktu menganggur dari kombinasi antara pekerja dan mesin. Tujuan utamanya utk mengurangi waktu menganggur dari seorang operator.

#### **Kegunaan:**

- Merubah tata letak (layout).
- Layout merupakan salah satu faktor yg menentukan lamanya waktu penyelesaian suatu pekerjaan. Shg penataan kembali suatu layout diharapkan dpt menempatkan elemen sistem kerja yg dpt menghemat wkt penyelesaian.
- Mengatur kembali gerakan-gerakan kerja.
- Pada dasarnya gerakan kerja merupakan faktor yg menentukan wkt penyelesaian suatu pekerjaan.
- Merancang kembali mesin dan peralatan.
- Keadaan mesin dan peralatan sering kali perlu dirancang kembali utk meningkatkan efektivitas pekerja dn mesin, misal mengurangi wkt mengangkut dan sekaligus menghemat tenaga pekerja, maka pekerjaan memeindahkan brg

terutama brg berat yg tadinya menggunakan gerobak dorong skrg perlu dipikirkan dgn menggunakan kereta (hoist).

- Menambah pekerja bagi sebuah mesin atau sebaliknya.

**Prinsip Pembuatan:**

- Kepala gambar (peta).
- Uraikan semua elemen pekerjaan yg terjadi.
- Lambang – lambang grs berskala yg digunakan:
- Garis penuh (solid line), menunjukkan wkt kerja operator atau wkt operasi mesin.
- Garis putus-putus (dot line), menunjukkan bhw mesin dlm keadaan loading & unloading yaitu kondisi dimana mesin idle atau tdk ada kerja produktif yg dilakukan saat itu.
- Tidak adanya garis dalam vertikal untuk kolom garis operator menunjukkan bahwa kondisi operator saat itu menganggur (idle), sedang kalau tdk adanya garis ini pada kolom mesin menunjukkan bahwa mesin sedang menganggur tidak terbebani.
- Seluruh elemen-elemen kerja baik produktif maupun tidak produktif untuk manusia dan mesin dipetakan secara penuh sampai satu siklus kerja berlangsung.

**PETA PEKERJA DAN MESIN**

PEKERJAAN : MIXING ADONAN DONUTS      NAMA MESIN : STAND MIXER  
 NAMA PEKERJA : BAKER X      SEKARANG : USULAN  
 DIPETAKAN OLEH : KELOMPOK 1      TANGGAL : 10 OKTOBER 2016

ORANG		MESIN			
OPERATOR	WAKTU (DETIK)	STAND MIXER	WAKTU (DETIK)		
Pembuatan adonan ke dalam loyang mixer	600	Mesin dalam keadaan off	600		
Mencairkan coklat bahan fillingan	300	Mesin dalam keadaan on	300		
Mencampurkan coklat bahan fillingan dengan white cream	120	Mesin dalam keadaan on	120		
Mencairkan coklat bahan toppingan	300	Mesin dalam keadaan on	300		
Menyiapkan coklat toppingan ke dalam meja topping	120	Mesin dalam keadaan on	120		
Merapikan dan membersihkan meja kitchen serta topping	180	Mesin dalam keadaan on	180		
Menunggu proses mixing adonan donuts selesai	80	Mesin dalam keadaan on	80		
Menuangkan adonan fillingan ke dalam mixer	10	Mesin dalam keadaan off	10		
Menunggu proses mixing adonan filling selesai	300	Mesin dalam keadaan on	300		
OBJEK	OPERATOR		MESIN		
WAKTU MENUNGGU	380		610		
WAKTU KERJA	1630		1400		
TOTAL WAKTU	2010		2010		
PROSENTASE PENGGUNAAN	81,1%		70,15%		

Gambar 2.5. Peta Pekerja dan Mesin

2.3.2.2. Peta tangan kiri dan tangan kanan

Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan adalah suatu diagram yg menggambarkan aktivitas gerakan tangan dari seorang operator, mengingat keseimbangan penggunaan kedua tangan sangat berpengaruh terhadap produktivitas kerja seorang pekerja.

**Kegunaan:**

- Mengetahui keseimbangan penggunaan kedua tangan.
- Mengetahui lamanya waktu aktivitas dari tangan.
- Mengetahui jumlah total lamanya aktivitas dari sebuah pekerjaan.
- Mengetahui aktivitas apa saja yang dilakukan.
- Mmperbaiki aktivitas kerja yang tidak perlu.

**Prinsip Pembuatan:**

- Kepala gambar (peta).
- Uraikan semua elemen pekerjaan yang dialami oleh kedua tangan.
- Lambang – lambang aktivitas menurut symbol Therbligh yang digunakan:

### PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN

PEKERJAAN	: Pembuatan Adonan Donat	DEPARTEMEN	: -
NOMOR PETA	: 1	SEKARANG	: USULAN
DIPETAKAN OLEH	: Kelompok 1	TANGGAL	: 10 Oktober 2016

Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (det)	Lambang	Waktu (det)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menunggu	0	2		2	100	Mengambil Tepung
Memegang kemasan tepung	0	1		1	0	Membuka kemasan tepung
Memegang kemasan tepung	0	2		2	10	Menuangkan ke dalam mixer
Mengambil air	100	5		1	100	Membuka kran air mineral
Menunggu	0	1		1	100	Menuangkan ke dalam mixer
Mengambil bahan adonan lain	50	2		2	50	Menunggu
Memegang kemasan bahan	0	2		2	0	Membuka kemasan bahan
Menekan tombol mixer	10	1		3	10	Menuangkan ke dalam mixer
Mengambil coklat bahan fillingan dan topping donat	50	3		3	50	Menunggu
Menuangkan ke dalam panci	40	2		1	40	Menyalakan kompor
Menunggu	0	10		10	0	Mengaduk coklat yang dipanaskan
Mengambil cairan campuran bahan filling donat	40	3		3	40	menunggu
Memegang kemasan	40	2		2	40	Membuka kemasan
Membawa tray ke dalam rak	100	2		2	100	Membawa tray ke dalam rak
<b>TOTAL</b>						

Gambar 2.6. Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan



## Contoh Soal

1. Sebuah produk Antena TV PF 100 memiliki komponen pokok meliputi:

- Pipa Kubus ukuran 1,5 x 1,5 cm (komponen utama)
- Pipa Kubus ukuran 1,1 x 1,1 cm (komponen ke II)
- Pipa Kubus ukuran diameter 3/8 inch. (komponen ke III)
- Komponen Pelengkap

Proses yang terjadi untuk masing-masing komponen:

- Φ Pipa Kubus ukuran 1,5 x 1,5 cm
  - Diukur dengan meteran
  - Dipotong dengan tubing cutter
  - Dikikir dan diinspeksi kehalusannya
  - Diukur
  - Dilubangi dengan mesin drilling
  - Dikikir dan diinspeksi
- Φ Pipa Kubus ukuran 1,1 x 1,1 cm
  - Analog dengan komponen diatas
- Φ Pipa Kubus ukuran diameter 3/8 inch.
  - Diukur dengan meteran
  - Dipotong
  - Dikikir dan diperiksa
- Φ Komponen Pelengkap
  - Langsung masuk pada perakitan

Catatan:

Urutan komponen seperti urutan komponen di atas.

Waktu untuk setiap operasi:

Operasi	Waktu
- Pengukuran	0,5 menit
- Pematangan	1 menit
- Pengikiran dan inspeksi	5 menit
- Pelubangan	2 menit
- Perakitan	15 menit

a. Buatlah PPO nya lengkap

b. Sebutkan simbol-simbol ASME dalam TTC !

c. Sebutkan dan tuliskan simbol THERBLIGH

2. Diketahui interaksi pekerjaan antara Manusia dan Mesin sebagai berikut:

Operator	Waktu (dalam detik)	Mesin Bubut	Waktu (dalam detik)
Berbicara dan konsultasi dengan Kepala produksi	900	Dalam keadaan mesin off	.....
Mengecek dan memeriksa komponen yang akan dibuat	600	Dalam keadaan dipanasi	.....
Menaruh benda kerja (komponen) ke kepala bubut	120	Dalam keadaan siap	.....
Menghidupkan mesin	45	Ready	.....
Menunggu mesin sedang membubut benda kerja	.....	Mengerjakan bubut dalam keadaan otomatis	720
Memeriksa hasil bubut dan ukurannya	60	Berhenti dlm keadaan ready	.....
Menaruh benda kerja ke-2	90	Ready	.....

Menunggu	.....	Mesin sedang memboring	120
Memeriksa hasil	60	<b>Ready</b>	.....
Menuju keruang Kepala produksi untuk mengkonsultasikan hasil spesifikasi komponen.	600	<b>Ready</b>	.....

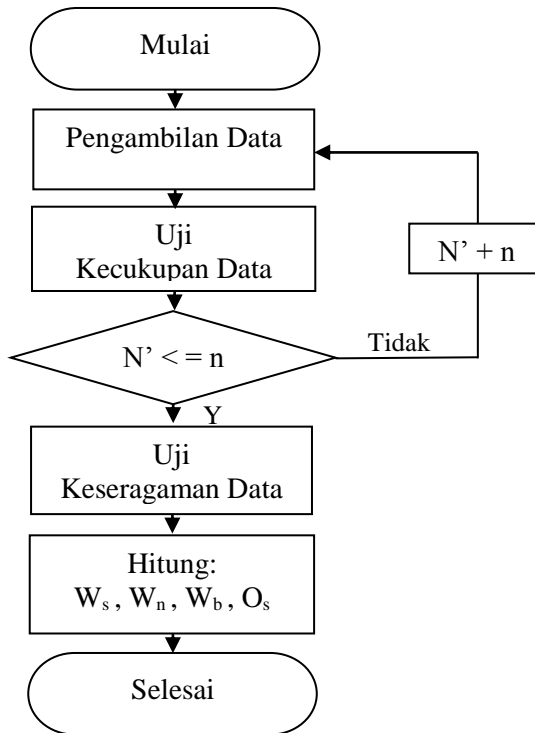
a. Buatlah Peta Pekerja dan mesinnya!

## **BAB. 3**

# **PENGUKURAN WAKTU KERJA**

### **3.1. Pengukuran Waktu Kerja**

Pengukuran waktu kerja dan analisis metode kerja pada dasarnya memusatkan pada bagaimana pekerjaan tersebut diselesaikan. Pengukuran waktu kerja adalah pekerjaan mengamati perkerja dan mencatat waktu kerjanya baik tiap elemen maupun siklus. Tujuan dari pengukuran waktu kerja adalah untuk menentukan waktu kerja rata-rata yang dibutuhkan oleh operator dalam melakukan suatu pekerjaan. Tujuannya untuk mendapatkan waktu baku atau yang biasa dikenal diperusahaan dengan sebutan *Cycle Time*, yakni waktu yang secara wajar untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dilaksanakan dalam *system* kerja terbaik yang sudah mempertimbangkan unsur kelonggaran (*allowance*) yang diperlukan oleh seorang pekerja. Pengukuran waktu kerja dapat dilakukan secara langsung, yaitu suatu bentuk atau cara pengukuran kerja yang dilakukan di tempat dimana pekerjaan tersebut dijalankan(Darsini, 2014). Adapun alur urutan kerja yang dilakukan pada pengukuran waktu kerja ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1. Alur (Flowchart) Pengukuran Waktu Kerja

### 3.2. Uji Kecukupan Data

Menurut Darsini (2014), untuk menetapkan berapa jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan di sini diputuskan dahulu tingkat keyakinan (*confidence of accuracy*) untuk pengukuran ini yang merupakan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengamat / analis berkenaan dengan pengamatan yang dilakukan tersebut. Di dalam aktifitas pengukuran kerja biasanya diambil 95% tingkat keyakinan, dan 5% derajat ketelitian. Hal ini berarti bahwa sekurang-kurangnya 95 dari 100 rata-rata dari waktu dicatat / diukur untuk

suatu elemen kerja akan memiliki penyimpangan lebih dari 5% dengan demikian formula yang digunakan sebagai berikut:

$$N' = \left[ \frac{k / s \cdot \sqrt{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \dots\dots\dots( 2 )$$

Sumber: Darsini, 2014

Keterangan:

N '= Kecukupan data

N= Banyak data yang diukur

K = Tingkat kepercayaan

S = Derajat ketelitian

### 3.3. Uji Keseragaman Data

Data yang diperoleh dari pengukuran terlebih dahulu dilakukan uji keseragaman data sebelum digunakan untuk menetapkan waktu baku. Uji keseragaman data dilaksanakan dengan mengaplikasikan peta *control (control chart)* adalah suatu alat yang cocok untuk menguji keseragaman data yang diperoleh dari pengamatan.

Data yang diperoleh dari pengukuran dikelompokkan ke dalam sub *group* (Darsini, 2014).

$$\dots\dots\dots( 3 ) \quad \begin{array}{l} \text{BKA} = x + k \cdot \sigma \\ \text{BKB} = x - k \cdot \sigma \end{array}$$

Sumber: Darsini, 2014

Keterangan:

X = Rata-rata waktu pengamatan

K = Konstanta tingkat kepercayaan ( *confidence level* )

Tingkat kepercayaan 68 %, k = 1

Tingkat kepercayaan 95 %, k = 2

Tingkat kepercayaan 99 %, k = 3

$\sigma$  = Standar deviasi

Sedangkan standar deviasi dihitung dengan menggunakan

rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}} \dots\dots\dots ( 4 )$$

Sumber: Darsini, 2014

Keterangan:

n = Jumlah pengukuran

X<sub>i</sub> = Hasil pengukuran

$\bar{x}$  = Rata-rata hasil pengukuran

### 3.4. *Performance Rating*

Menurut Cahyawati (2018), *performance rating* adalah komparasi dari performansi aktual operator dengan konsep yang sudah terdefiniskan dalam keadaan performansi normal.

*Performance rating* adalah proses dimana analisa pengukuran waktu membandingkan penampilan operator (kecepatan atau tempo) dalam pengamatan dengan konsep pengukur sendiri tentang bekerja secara wajar. Waktu baku yang telah kita cari adalah waktu yang diperoleh dari kondisi dan cara kerja yang diselesaikan secara wajar dan benar oleh operator. Bila ketidakwajaran terjadi, maka pengukur harus menilainya dan berdasarkan penilaian inilah penyesuaian dilakukan.

Adapun cara perhitungan performansi operator ini memiliki dua metode atau cara perhitungan yang biasa digunakan, yaitu Westing House dan Schumard.

### 3.4.1. *Westing House System's Rating*

Menurut Cahyawati (2018), metode yang digunakan untuk mengukur performansi kerja seseorang dengan acuan empat kriteria yaitu kecakapan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi dari operator di dalam melakukan pekerjaan.

Tabel 3.1 *Westing House System's Rating*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan ( <i>Skill</i> )	<i>Superskill</i>	A1	+0,15
		A2	+0,13
	<i>Excellent</i>	B1	+0,11
		B2	+0,08
	<i>Good</i>	C1	+0,06
		C2	+0,03
	<i>Average</i>	D	0,00
<i>Fair</i>	E1	-0,05	



	<i>Poor</i>	E2 F1 F2	-0,10 -0,16 -0,22	
Usaha (Effort)	<i>Excessive</i>	A1 A2	+0,13 +0,12	
	<i>Excellent</i>	B1 B2	+0,10 +0,08	
	<i>Good</i>	C1	+0,05	
	<i>Average</i>	C2 D	+0,02 +0,00	
	<i>Fair</i>	E1 E2	-0,04 -0,08	
	<i>Poor</i>	F1 F2	-0,12 -0,17	
	Kondisi Kerja	<i>Ideal</i>	A	+0,06
		<i>Excellently</i>	B	+0,04
		<i>Good</i>	C	+0,02
<i>Average</i>		D	0,00	
<i>Fair</i>		E	-0,03	
<i>Poor</i>		F	-0,07	
Konsistensi (Consistency)	<i>Perfect</i>	A	+0,04	
	<i>Excellent</i>	B	+0,03	
	<i>Good</i>	C	+0,01	
	<i>Average</i>	D	0,00	
	<i>Fair</i>	E	-0,02	
	<i>Poor</i>	F	-0,04	

### 3.4.2. Schumard

Cara *schumard* memberi patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas kinerja kerja dengan setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri. Disini patokan penilaian melalui kelas-kelas Good, Normal, Fair +, Fair, Fair - dan seterusnya.

Patokan penilaian ini merupakan acuan penilaian yang ditentukan sendiri oleh perusahaan. Sebaiknya kategori dari masing-masing penilaian pada Metode Schumard ini diberikan deskripsi yang jelas, hal ini akan memberikan alasan yang obyektif terhadap penilaian yang diberikan pada seorang pekerja.

Kelas	Penyesuaian	Deskripsi
Superfast	100	
Fats +	95	
Fast	90	
Fast –	85	
Excellent	80	
Good+	75	
Good	70	
Good-	65	
Normal	60	
Fair +	55	
Fair	50	
Fair –	45	
Poor	40	

Tabel 3.3. *Performance Rating* menurut Schumard

### 3.5. Kelonggaran (*Allowance*)

Menurut Cahyawati (2018), *allowance* adalah lama waktu yang terjadi saat sebuah jeda waktu yang terjadi dalam sebuah aktivitas rutin operasional. Suatu hal yang tidak mungkin bahwa seorang tidak mungkin bekerja seharian tanpa gangguan. Kelonggaran merupakan

waktu yang dibutuhkan oleh pekerja yang terlatih agar dapat mencapai performansi kerja sesungguhnya jika ia bekerja secara normal. Bagaimanapun seseorang pekerja tidak mungkin dapat bekerja sepanjang hari tanpa adanya beberapa intrupsi untuk kebutuhan tertentu yang sifatnya manusiawi.

Kelonggaran yang dibutuhkan oleh seorang operator atau pekerja diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu :

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi berdasarkan penelitian ternyata besarnya kelonggaran ini bagi pria dan wanita berbeda. Bagi pria kelonggarannya 2%-2,5%, sedangkan untuk wanita 2,5%-5%.
2. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa *fatigue*. Rasa *fatigue* biasanya terlihat saat hasil produksi menurun, baik kuantitas maupun kualitas.
3. Kelonggaran untuk hambatan hambatan yang tak terhindarkan. Beberapa contoh dari hambatan yang tidak dapat dihindarkan adalah, menerima atau meminta petunjuk dari pengawas, melakukan penyesuaian mesin, memperbaiki kemacetan kemacetan singkat.

### **3.6. Waktu Siklus**

Waktu siklus adalah data waktu yang diperoleh dari *stopwatch* yang kemudian dibagi dengan banyaknya pengamatan sehingga menjadi rata-rata. Rumus dari waktu

siklus adalah sebagai berikut :

$$W_s = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots( 5)$$

Sumber : Wibisono, 2016

Keterangan rumus:

Xi = jumlah waktu penyelesaian yang teramati n = jumlah pengamatan yang dilakukan

### 3.7. Waktu Normal

Waktu normal adalah waktu penyelesaian pekerjaan yang diselesaikan oleh pekerja dengan mempertimbangkan faktor penyesuaian atau biasa disebut *performance rating*. Waktu normal bertujuan untuk mendapatkan waktu dengan kemampuan rata-rata dalam kondisi yang wajar. Rumus dari perhitungan waktu normal adalah sebagai berikut.

$$W_n = W_s \times Pr$$

.....( 6 )

Sumber : Wibisono, 2016

Keterangan Rumus:

$W_s$  = Waktu Siklus

$P_r$  = *performancerating*

Dimana *performance rating* adalah faktor penyesuaian. Faktor ini diperhitungkan bila operator bekerja dengan tidak wajar sehingga hasil perhitungan waktu perlu disesuaikan untuk mendapatkan waktu penyelesaian pekerjaan yang normal.

### 3.8. Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh pekerja dengan kondisi normal untuk menyelesaikan pekerjaannya yang dikerjakan dalam sistem kerja terbaik. Waktu baku didapatkan dari hasil penghitungan sebagai berikut

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \text{allowance} (\%)} \dots\dots\dots (7)$$

Sumber : Wibisono, 2016

Keterangan rumus:

$W_n$  = waktu normal

*Allowance* = tingkat kelonggaran

### 3.9. Output Standard

*Output standard* adalah indikasi keluaran (*output*), berikut adalah rumus dari data *outputstandard*

$$O_s = \frac{1}{W_b} \dots\dots\dots(8)$$

Sumber : Wibisono, 2016

#### Soal

1. Diketahui pengukuran sebuah aktivitas sebagai berikut:

Pengamatan	Elemen – elemen Kegiatan				
	Elemen 1	Elemen 2	Elemen 3	Elemen 4	Elemen 5
1	15	62	33	51	23
2	14	58	21	50	26
3	24	59	36	55	24
4	13	61	38	48	38
5	16	38	34	53	27
6	17	62	35	54	25
7	15	60	31	52	26
8	18	66	40	56	26
9	15	88	30	55	22
10	18	65	32	60	26

*Pertanyaan !*

- Hitunglah Tes Keseragaman Data.
- Dengan menggunakan CL sebesar 99 % ( harga  $k = 3$ ) dan  $S = 5$  %, lakukan test kecukupan data untuk tiap elemen.
- Jika diketahui Performance Rating sesuai dengan Westinghouse sbb:

Ketrampilan ----- excellent (B2) (+0,08)

Usaha----- Good (C1) (+0,05)

Lingkungan Kerja----- excellent (B) (+0,04)

Konsistensi----- poor (F) (-0,04)

Carilah  $W_s, W_n, W_b, O_s$

## BAB. 4

# SISTEM KERJA MANUSIA DAN MESIN

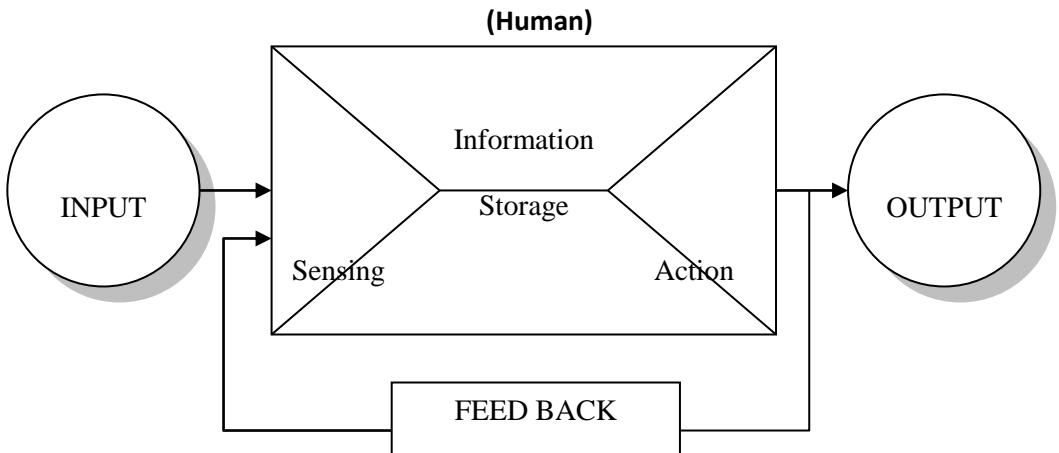
### 4.1 Sistem Hubungan Manusia-Mesin

Manusia dalam bekerja dalam sistem kerja tidak bisa berjalan dengan sendirinya tanpa bantuan mesin dan peralatan sehingga manusia bergantung pada mesin dan peralatan tersebut dan juga lingkungan kerja.

Ada 3 macam hubungan kerja antar manusia dan mesin yaitu :

- Sistem manusia mesin secara manual.
- Sistem manusia mesin secara semi automatic
- Sistem manusia mesin secara automatic.

#### 4.1.1 Sistem Manusia Mesin Secara Manual

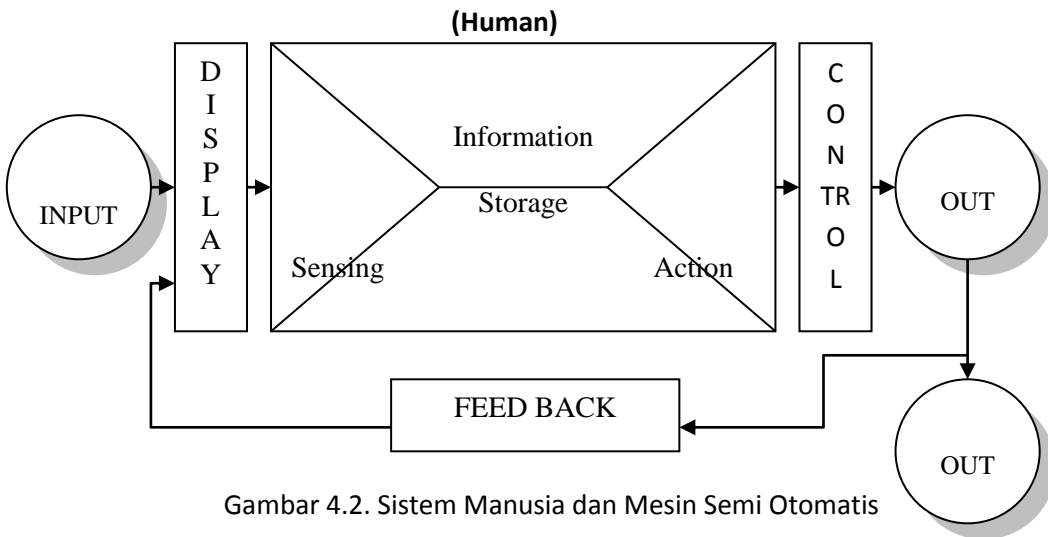


Gambar 4.1. Sistem Manusia dan Mesin Secara Manual



Dalam sistem ini input langsung diinformasikan oleh manusia menjadi output. Dalam hal ini manusia sebagai pekerja mengendalikan sepenuhnya pekerjaan dan peralatan yang ada. Peralatan yang digunakan sekedar menambah kemampuan dan kapabilitas dalam menyelesaikan pekerjaan. Dalam sistem ini manusia sebagai operator sebagai sumber tenaga yang penuh dan harus menggunakan keterampilannya dalam menyelesaikan pekerjaan.

#### 4.1.2 Sistem Manusia Mesin Secara Semi Automatic

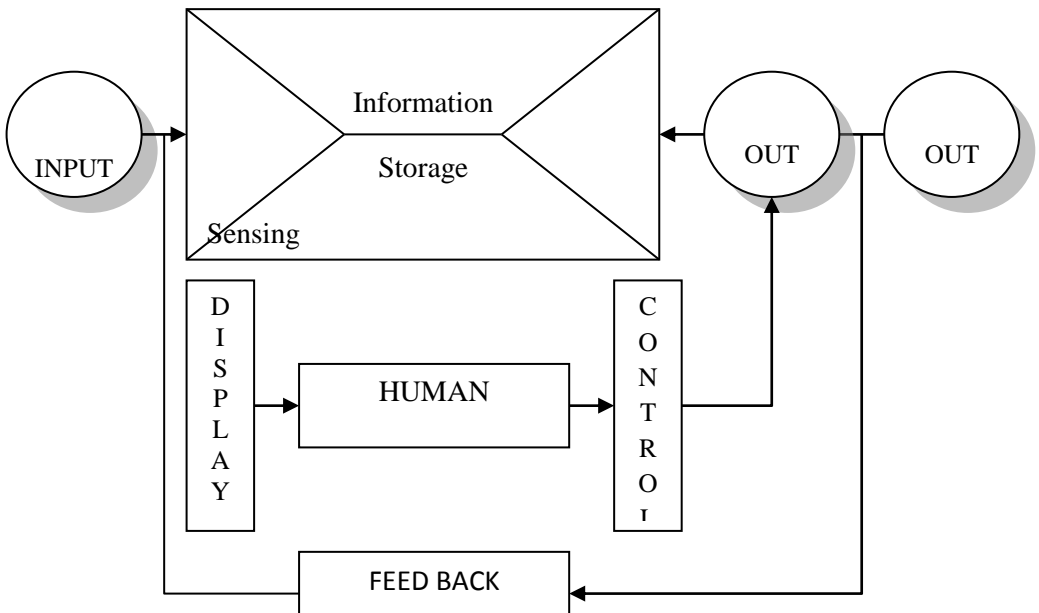


Gambar 4.2. Sistem Manusia dan Mesin Semi Otomatis

Pada hubungan kerja manusia dan mesin secara semi automatic sistem akan mengolah input dari luar sebelum masuk kedalam sistem kerja demikian pula akan dilah dan dikontrol sebelum output berhasil diproses. Dalma hal ini

manusia sebagai pekerja tidak bisa secara langsung mengendalikan sistem yang ada, tetapi mampu melakukan control dalam sistem tersebut dengan menggunakan display atau monitor supaya sistem bekerja secara baik sedangkan mesin digunakan tenaganya dalam pekerjaan.

#### 4.1.3 Sistem Manusia Mesin Secara Semi Automatic



Gambar 4.3. Sistem Manusia dan Mesin Secara Otomatis

Pada sistem ini mesin melaksanakan dua fungsi yaitu menerima rangsangan dari luar dan sebagai pengendali aktifitas dalam pekerjaan. Fungsi operator hanya sebagai monitor dan menjaga mesin tetap bekerja dengan baik dan

memasukkan data serta mengganti dengan program yang baru. Sehingga dari kesimpulan ketiga macam hubungan kerja antara manusia dan mesin masing-masing terdapat ciri-ciri dan karakteristik sendiri-sendiri. Dalam hal ini mesin mempunyai kelebihan dan kekurangan begitu pula manusia sebagai operator ada kelebihan dan kekurangannya.

Berikut ini perbedaan antara manusia dan mesin sebagai berikut :

Tabel 4.1. Perbedaan Manusia dengan Mesin

No	Kondisi	Manusia	Mesin
1	Kecepatan	Lambat	Cepat
2	Tenaga (power)	Kecil, terbatas, serta berubah-ubah	Dapat diatur dengan baik, bisa besar dan tetap
3	Keseragaman	Tidak dapat diandalkan, perlu dimonitor	Seragam/ standard cocok untuk pekerjaan rutin, berulang-ulang dan perlu ketetapan.
4	Ingatan (memory)	Bisa mengingat segala pendekatan dari berbagai sudut, baik untuk menentukan dasar-dasar pikiran maupun strategi	Baik untuk menyimpan dan memproduksi sesuatu yang sudah ditentukan, baik untuk jangka pendek atau panjang (komputer)
5	Berfikir	Induktif baik	Deduktif baik
6	Kalkulasi	Lambat dan sangat mungkin melakukan kesalahan, tetapi memiliki kemampuan	Cepat dan tepat, tetapi tidak memiliki kemampuan untuk koreksi

		untuk koreksi	
7	Reaksi terhadap yang berlebihan	Degradasi	Kerusakan tib-tiba
8	Kepintaran	Dapat menyesuaikan sesuatu yang tidak terduga/ yang dapat di duga. Dapat meramal, menganalisa dan membuat keputusan	Tidak ada, hanya bisa memutuskan ya/ tidak sesuai dengan programnya.

#### **4.1.4 Kondisi Lingkungan Kerja**

Manusia merupakan makhluk yang sempurna tetapi juga ada kekurangannya. Faktor-faktor yang mempengaruhi manusia dalam bekerja yang datangnya dari luar (ekstern) yaitu temperatur, kelembaban udara, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau dan warna.

##### **4.1.4.1. Suhu**

Tubuh manusia selalu mempertahankan keadaan normal tubuhnya sehingga dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan yang terjadi diluar tubuhnya. Kemampuan menyesuaikan terhadap suhu jika tidak melebihi 20% kondisi panas dan 35% kondisi dingin. Dalam keadaan normal tubuh manusia mempunyai suhu yang berbeda seperti mulut 37°C, dada 35°C dan bagian kaki 28°C. tubuh manusia akan menyesuaikan diri apabila kelebihan

dan kekurangan panas. Untuk kondisi optimal manusia dalam bekerja suhu yang baik 24°-27°C.

#### **4.1.4.2. Kelembaban Udara**

Kelembaban udara adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara (%). Kelembaban udara dipengaruhi oleh suhu udara. Suhu udara yang tinggi maka kelembabannya sangat besar dan sebaliknya. Pengaruh terhadap manusia dalam bekerja adalah cepatnya denyut jantung dalam mengedarkan darah untuk memenuhi kebutuhan oksigen.

#### **4.1.4.3. Sirkulasi Udara**

Udara disekitar kita mengandung 21% oksigen, 78% nitrogen, 0,03% CO<sub>2</sub> dan 0,97% gas lain yang merupakan campuran. Oksigen dibutuhkan untuk proses metabolisme. Udara yang bersih akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia dalam bekerja sehingga diperlukan pengaturan udara (sirkulasi) dimana udara harus bebas lewat melalui ventilasi atau jendela. Untuk mengatasi udara yang kotor maka beberapa perkantoran menggunakan pendingin udara yang disebut AC (Air Conditioning).

#### **4.1.4.4. Pencahayaan**

Cahaya mempengaruhi kerja manusia dalam melihat objek pekerjaan sehingga tidak menimbulkan kesalahan. Pencahayaan yang kurang baik akan mengakibatkan mata cepat lelah dan berakomodasi dengan keras. Kemampuan mata untuk melihat dengan jelas ukuran objek, derajat kontras dan lamanya waktu melihat obyek tergantung dari intensitas atau penerangan cahaya dari sebuah sumber cahaya. Cahaya yang sangat kuat penerangannya akan menimbulkan silau sehingga mata menimbulkan salah persepsi terhadap objek.

#### **4.1.4.5. Kebisingan**

Kebisingan pada dewasa ini merupakan suatu polusi. Suara atau bunyian yang melebihi ambang telinga kita dinamakan bising. Kebisingan yang terus-menerus akan mengakibatkan rusaknya alat pendengaran. Tidak mampunya alat pendengaran menerima suara atau bunyi dinamakan tuli. Intensitas atau besarnya arus energi suara diukur dengan satuan Desibel (dB). Gelombang suara atau bunyi diukur dengan satuan Hertz atau Hz.

#### **4.1.4.6. Getaran Mekanis**

Getaran mekanis berlebihan akan mengganggu manusia dalam bekerja. Gangguan tersebut seperti konsentrasi

kerja berkurang, cepat lelah dan mempengaruhi saraf otak dalam berfikir :

Tabel 4.2. Besaran nilai Kebisingan (dB)

Kondisi	Desibel (dB)	Batas Dengar Tertinggi
Menuliskan	120	Halilintar
	110	Meriam
	100	Mesin uap
Sangat hiruk pikuk	90	Jalan hiruk pikuk
	80	Perusahaan sangat gaduh Pluit polisi
Kuat		Rumah gaduh
	70	Jalan pada umumnya
	60	Radio Perusahaan
Sedang	50	Rumah gaduh
	40	Kantor pada umumnya Percakapan kuat Radio peralatan
Tenang	30	Rumah tenang
	20	Kantor pribadi Auditorium Percakapan
Sangat tenang	10	Suara diam-diam
	0	Berbisik Batas dengan terendah

#### 4.1.4.7. Bau

Bau-bauan termasuk juga polusi yang mempengaruhi konsentrasi seseorang dalam bekerja. Hal ini dipengaruhi

oleh angin atau udara yang bertiup sehingga sampai kehidung manusia untuk mempengaruhi hal-hal tersebut maka manusia menciptakan aroma bau yang dapat meningkatkan kepekaan penciuman. Keadaan demikian bisa juga dengan memakai AC untuk meredam atau mengurangi bau yang tidak sedap.

#### **4.1.4.8. Warna**

Warna yang mempengaruhi seseorang dalam bekerja adalah interior ruangan dalam hal ini tembok. Hal ini karena tembok dapat memantulkan cahaya yang diterima maupun dapat menyerap cahaya tersebut.

Warna-warna yang mempengaruhi antara lain :

- a. Merah bersifat panas dan tajam
- b. Kuning bersifat terang dan luas
- c. Hijau dan biru bersifat sejuk dan segar
- d. Gelap atau hitam bersifat sempit

Warna-warna tadi memberikan kesan psikologis yang menguntungkan dan juga merugikan.

#### Soal

Buatlah contoh hubungan kerja antara manusia dengan mesin dan jelaskan proses kerjanya !



## **BAB. 5**

# **ALAT PERAGA / DISPLAY DAN SISTEM PENGENDALIAN MESIN**

Didalam industri modern manusia dalam bekerja dibantu oleh mesin dan peralatan untuk mengarahkan dan mengendalikan pekerjaan yang akan dilakukan oleh mesin. Operator menerima informasi dari mesin kemudian mengambil keputusan untuk memerintah mesin melakukan perubahan-perubahan. Untuk itu diperlukan beberapa alat peraga atau display maupun instrument untuk menjalankan, memerintah dan mengendalikan mesin.

### **5.1 Pengaturan Informasi**

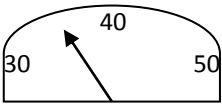
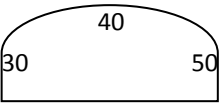

Ada tiga instrumen peraga atau display instrumen yang diproduksi secara masal yaitu :

- a. Jendela terbuka, dimana angka dapat dibaca secara langsung
- b. Cakra atau Dial yang bentuknya bulat dengan jarum yang bergerak
- c. Jarum yang tetap tetapi cakra atau dial yang bergerak.

Masing-masing tipe peraga/ display memiliki kelebihan serta kekurangan sendiri-sendiri. Kalau hanya untuk

mengetahui angka maka metode jendela terbuka lebih cocok tetapi angkanya perlu nampak. Jika proses urutan berubah yang harus diamati maka jarum bergerak dengan cakra atau dial bulat lebih baik.

Tabel 5.1. Jenis Display

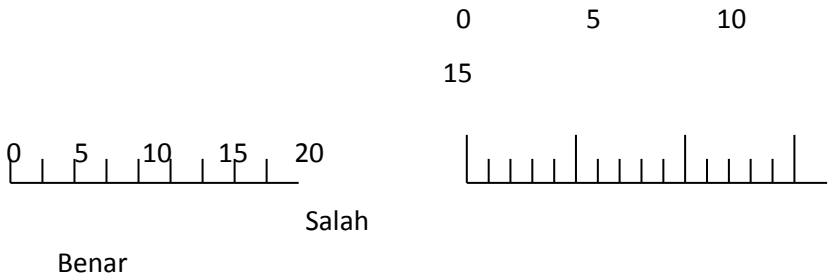
Variabel	 <b>Penuding Bergerak</b>	 <b>Cakra Bergerak</b>	 <b>Penghitung</b>
Membaca nilai mutlak	Cukup	Cukup	Baik sekali
Pengamatan atas kecepatan perubahan	Baik sekali	Cukup	Tak guna
Menyetel nilai tertentu mengarahkan proses	Baik sekali	Cukup	Cukup

## 5.2 Cakra atau Dial

Persyaratan untuk membuat tipe instrument atau peraga bentuk cakra atau dial sebagai berikut :

1. Derajat kecermatan harus sesuai dengan kecermatan yang diinginkan. Cakra yang menghasilkan kecermatan lebih besar akan membuat pembacaan lebih sulit sehingga terjadi kesalahan.
2. Cakra harus menyampaikan dengan jelas kepada operator mesin untuk menghindari kesalahan informasi

3. Cakra harus memberi informasi lebih detail tentang angka yang akan dipakai.
4. Skala yang baik untuk pembuatan cakra atau dial adalah kelipatan 1, 2, dan 5.
5. Angka harus dipasang pada tanda skala yang besar saja.
6. Pada skala tetap angka sebaiknya tegak
7. Ukuran tanda skala harus disesuaikan dengan jarak pembacaan.
8. Ujung dari penuding tidak boleh menutupi tanda angka maupun skala



### 5.3 Huruf dan Angka

Seperti halnya pada tanda dan skala ukuran huruf dan angka harus sesuai dengan jarak yang diperkirakan antara mata dan display informasinya.

$$\text{Tinggi huruf atau angka dalam mm} = \frac{\text{Jarak Visual dalam mm}}{200}$$

Contoh :

Jarak visual dalam cm	Tinggi huruf kecil atau angka dalam cm
Sampai 50	0,25
50 – 90	0,5
90 – 180	0,9
180 – 360	1,8
360 – 600	3,0

Huruf besar pada awal diikuti huruf kecil lebih mudah dibaca daripada huruf besar semua. Bagi kebanyakan huruf dan angka perbandingan yang baik sebagai berikut :

Lebar sebaiknya  $\frac{2}{3}$  dari tinggi, jarak antara 2 huruf sebaiknya

$\frac{1}{4}$  dari jarak tinggi, jarak antara huruf dan angka sebaiknya

$\frac{1}{5}$  dari tinggi.

#### 5.4 Tipe Pengendalian Mesin

Ada bermacam-macam tipe pengendalian mesin yang dioperasikan oleh perusahaan yaitu :

- Bentuk tombol atau knop
- Bentuk pengungkit
- Bentuk roda tangan atau pedal

Syarat pembuatan tipe pengendalian mesin adalah sebagai berikut :

1. Tipe pengendali mesin harus cocok dengan fungsi dan anatomi anggota tubuh. Biasanya menggunakan jari, tangan, lengan dan kaki.
2. Pengendalian mesin harus diletakkan pada jarak yang mudah diraih. Ketinggiannya antara siku dan bahu.
3. Jarak antara pengendali harus sebanding dengan pertimbangan anatomi tubuh
4. Untuk pengendali jarak paling sedikit 15 mm dan pengendali tangan paling sedikit 50 cm
5. Bagi operasi dengan energi rendah bertahap dan continue maka tombol tekan, saklar lebih cocok.
6. Untuk operasi dengan energi tinggi dan persisi yang rendah cocok menggunakan pengungkit lengan panjang, engkol, roda tangan dan pedal.

### **5.5 Pengendalian Pekerjaan Ringan**

Sistem tombol tekan memerlukan ruangan yang kecil dan mudah dibedakan dengan memakai tanda yang berwarna. Permukaannya harus cembung dan diameternya cukup besar untuk jari tangan guna memejet tombol dengan ringan tanpa meleset. Ukuran tombol yang dianjurkan pada tombol tekan adalah :

Diameter 12-15 mm, untuk berhenti darurat 30-40 mm, untuk menggerakkan 3-10 mm dan untuk ketahanan 250-500 gr.

Sistem saklar mudah dan menjamin kecermatan dalam pengendalian. Dia harus mempunyai 2 posisi yaitu Off dan On serta mudah ditandai diatas atau dibawah towelnya.

Sistem tombol putar atau knop, bentuknya ada yang bulat, balok, dan runcing. Apapun bentuknya harus mudah diraba dan mempunyai pegangan yang handal. Setiap gerakan harus jelas dan tampak. Bagi tombol putar bentuk balok lancip diameternya 25-30 mm.

Bagi tombol putar, untuk mengendalikan fungsi continue tombol memakai jari atau seluruh tangan sesuai dengan pengeluaran energi yang dibutuhkan. Berikut ini ukuran tombol putar yang baik, yaitu diameter memakai 2 atau 3 jari 10-30 mm, diameter memakai seluruh tangan 35-75 mm, kedalaman bila memakai jari 12-25 mm dan tenaga putar maksimal apabila tombol kecil 450 gr cm serta tenaga putar maksimal dengan tombol besar 2500 gr cm.

Sistem engkol cocok untuk gerakan yang bertahap dan continue yang meliputi jangkauan yang lebar. Berdasarkan penyesuaian yang diperlukan maka rasio gigi dapat dipilih. Untuk gerakan cepat pegangannya harus bebas berputar pada sumbunya. Bagi penyesuaian yang persisi maka gagang yang

tetap lebih baik. Ukuran engkol yang baik adalah : panjang lengan pada tenaga putar rendah 60-120 mm (sampai 200 rpm), panjang lengan pada tenaga putar tinggi 150-220 mm (sampai 160 rpm). Untuk gerakan yang cepat panjang lengan maksimal 120 mm dengan tenaga putar 0,9 – 2,5 kgm/cm. bagi penempatan posisi yang tepat panjang lengan 120-200 mm dan tenaga putar 1-3,5 kgm/cm.

Sistem roda tangan dianjurkan untuk persyaratan kekuatan yang besar karena memakai 2 tangan dan lengan yang relatif panjang mudah dikerjakan. Sistem ini untuk kecepatan putar yang lambat.

Sistem pedal dipakai untuk pengeluaran energi yang besar. Bila diperlukan sandaran punggung yang tinggi dan posisi kaki hampir horizontal. Tekukan sendi lutut  $135^{\circ}$  –  $160^{\circ}$ , tekukan sendi tungkai  $90^{\circ}$ .

### Soal

1. Sebutkan macam-macam alat instrument peraga atau display yang anda ketahui kalau perlu dengan gambar.
2. Jelaskan ukuran dari huruf dan angka apabila mendisain sebuah peralatan.

## **BAB. 6**

### **METODE SAMPLING KERJA (*Work Sampling*)**

#### **6.1 Metode *Work Sampling***

Metode *work sampling* adalah suatu prosedur pengukuran yang dilakukan dengan melakukan kunjungan-kunjungan pada waktu tertentu yang ditentukan secara acak atau *random*. Kunjungan-kunjungan dilakukan untuk mengetahui apa yang terjadi atau kegiatan apa yang sedang dilakukan di tempat kerja yang bersangkutan, frekuensi kegiatan tersebut, dan berapa persen waktu yang dipergunakan untuk pekerjaan ini. Semakin banyak kunjungan yang dilakukan semakin kuat dasar untuk mengambil kesimpulan. Agar kesimpulan yang diambil lebih tepat diperlukan teknik tertentu secara statistik yang dikenal sebagai *sampling menduga* perbandingan populasi.

Metode *work sampling* sangat baik digunakan dalam melakukan pengamatan pekerjaan yang sifatnya tidak berulang dan memiliki waktu yang relatif panjang. Pada dasarnya prosedur pelaksanaannya cukup sederhana yaitu melakukan pengamatan aktivitas kerja untuk selang waktu yang diambil secara acak terhadap satu atau lebih mesin atau operator dan kemudian mencatatnya apakah mereka dalam keadaan bekerja atau menganggur.



Metode *work sampling* ini dikembangkan berdasarkan hukum probabilitas, oleh karena itu pengamatan suatu objek tidak perlu dilaksanakan secara menyeluruh melainkan cukup dilakukan dengan menggunakan sampel yang diambil secara acak atau *random*. Suatu sampel yang diambil secara acak dari suatu populasi yang besar akan cenderung memiliki pola distribusi yang sama seperti halnya yang dimiliki oleh populasi tersebut (Astuti, 2016).

## **6.2 Tabel Bilangan Acak**

Metode *sampling* kerja sangat cocok di gunakan dalam melakukan pengamatan atas pekerjaan yang sifatnya tidak berulang dan memiliki siklus waktu yang relatif panjang. Prosedur penggunaannya cukup sederhanayaitu melakukan pengamatan aktivitas kerja untuk selang waktu yang diambil secara acak terhadap satu atau lebih mesin atau operator tersebut dalam keadaan bekerja ataupun menganggur. Pengukuran waktu dimulai dari pengamatan pendahuluan kemudian menentukan bilangan acak untuk mengambil waktu kunjungan dengan mengambil data sampel secara acak. Sebelum melakukan perhitungan atau menentukan aktivitas pegawai maka lebih dahulu menentukan bilangan acak atau *random* yang berfungsi untuk mengetahui selang waktu kunjungan (Veza, 2017).

Tabel Bilangan Acak

19	90	69	64	61	20	26	36	34	62	58	24	97	14	97
65	97	60	12	11	31	56	34	19	19	47	83	75	51	33
51	67	47	97	19	98	40	07	17	66	23	05	09	51	80
17	95	21	78	58	24	33	45	72	48	69	81	84	09	29
63	52	06	34	30	01	31	60	10	27	35	07	79	71	53
85	53	83	29	95	56	27	09	24	43	21	78	59	09	82
37	79	49	12	38	48	13	93	55	96	41	92	45	71	51
89	09	39	59	24	00	06	41	41	20	14	36	59	25	47
76	62	16	48	68	58	76	17	14	86	59	53	11	52	21
71	82	13	50	41	27	55	10	24	92	28	04	67	53	44
34	18	04	52	35	74	13	39	35	22	68	95	23	92	35
11	20	99	45	18	76	51	94	84	86	13	79	93	37	55
27	37	83	28	71	79	57	95	13	91	09	64	87	25	21
10	65	81	92	59	77	31	61	95	46	20	44	90	32	64
59	71	74	17	32	48	38	75	93	29	73	37	32	04	05
87	63	93	95	17	81	83	83	04	49	77	45	85	50	51
08	61	74	51	69	92	79	43	89	79	29	18	94	51	23
08	52	85	08	40	48	40	35	94	22	72	65	71	08	86
89	85	84	46	06	64	71	06	21	66	89	37	20	70	01
42	29	72	23	19	06	94	76	10	08	81	30	15	39	14
79	53	36	02	95	94	61	09	43	62	20	21	14	68	86
79	93	96	38	63	34	85	52	05	09	85	43	01	72	73
97	48	72	66	48	53	16	71	13	81	59	97	50	99	52
26	97	05	73	51	88	46	38	03	58	72	68	49	29	31
06	87	37	78	48	65	88	69	58	39	88	02	84	27	83
87	02	22	57	51	68	69	80	95	44	11	29	01	95	80
39	77	32	77	09	79	57	92	36	59	89	74	39	82	15
28	06	24	25	93	22	45	44	84	11	87	80	61	65	11
97	67	63	99	61	80	45	67	93	82	59	73	19	85	23
69	30	16	09	05	53	58	47	70	93	66	56	45	65	79
33	73	99	19	87	26	72	39	27	67	53	77	57	68	93
87	14	77	43	96	43	00	65	98	50	45	60	33	01	07
99	53	93	61	28	52	70	05	48	34	56	65	05	61	86
93	86	52	77	65	15	33	59	05	28	22	87	26	07	47
18	46	23	34	27	85	13	99	24	44	49	18	09	79	49
07	10	63	76	35	87	03	04	79	88	08	18	18	85	31
92	38	70	96	92	52	06	79	79	45	82	63	18	27	44
00	57	25	60	59	46	72	60	18	77	55	66	12	62	11
24	98	65	63	21	47	21	61	88	32	27	80	30	21	60
28	10	99	00	27	12	73	73	99	12	49	99	57	94	82

Gambar 6.1. Tabel Bilangan Acak  
Sumber: Sतालक्षणा (1979,187)

### 6.3 Menentukan Jumlah Pengamatan

Menurut Wignjosoebroto (2006), banyaknya pengamatan yang harus dilakukan dalam sampling kerja akan dipengaruhi oleh 2 faktor utama, yaitu :

- a. Tingkat Ketelitian (*Degree Of Accuracy*) dan hasil pengamatan.
- b. Tingkat Kepercayaan (*Level Of Convidence*) dari hasil pengamatan.

Dengan asumsi bahwa terjadinya kejadian seorang operator akan bekerja atau menganggur mengikuti pola distribusi normal, maka untuk mendapatkan jumlah *sample* pengamatan yang harus dilaksanakan dapat dicari berdasarkan rumus berikut :

$$Sp = k \sqrt{\frac{1(1-p)}{N}}$$

Sumber :Wignjosoebroto,2006

Keterangan:

Sp = Tingkat ketelitian yang dikehendaki dan dinyatakan dalam desimal

p = Prosentase kejadian yang diamati dan dinyatakan dalambentuk desimal

N = Jumlah pengamatan yang harus dilakukan untuk sampling kerja

k =Harga indeks yang besarnya tergantung tingkat kepercayaan yang diambil

Untuk tingkat kepercayaan 68 % harga k adalah 1

Untuk tingkat kepercayaan 95 % harga k adalah 2

Untuk tingkat kepercayaan 99 % harga k adalah 3

#### 6.4 Uji Kecukupan Data

Dari pengamatan dan uji kecukupan data untuk setiap operator, apakah data pengamatan yang dilakukan telah mencukupi atau tidak. Jika pengamatan seharusnya dilakukan ( $N'$ ) lebih kecil dari jumlah pengamatan yang dilakukan ( $N$ ) ( $N' \leq N$ ) maka data telah mencukupi dan pengamatan dihentikan (Veza, 2017).

Dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N' = \frac{k^2(1-p^2)}{s^2p}$$

Sumber: Veza, 2017

Keterangan:

p = Jumlah produktif

$N'$  = Jumlah pengamatan hasil perhitungan

k = Tingkat kepercayaan

s = Tingkat ketelitian

#### 6.5 Uji keseragaman Data

Untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah seragam atau belum, yang ditandai dengan tidak adanya data yang keluar dari batasan (*out of control*) (Veza, 2017).

**a. BKA (Batas Kontrol Atas)**

Untuk menghitung Batas Kontrol Atas (BKA) dengan menggunakan persamaan:

$$BKA = p + k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Sumber: Veza, 2017

Keterangan:

p = Presentase produktif

n = Jumlah pengamatan

k = Tingkat kepercayaan

**b. BKB (Batas Kontrol Bawah)**

Untuk menghitung Batas Kontrol Bawah (BKB) dengan menggunakan persamaan:

$$BKB = p - k \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Sumber: Veza, 2017

Keterangan:

p = Presentase produktif

n = Jumlah pengamatan

k = Tingkat kepercayaan

## 6.6 Perhitungan Waktu Baku

Menurut Jono (2015), waktu baku adalah waktu seluruhnya untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada prestasi standar. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menghitung waktu baku adalah :

- a. Menentukan jumlah kunjungan terhadap seluruh pekerja yang akan diamati.
- b. Menentukan jumlah pengamatan produksi dan prosentase produktifnya.
- c. Menetapkan jumlah menit pengamatan yang dilakukan selama pengamatan berlangsung.
- d. Menghitung jumlah produk yang dihasilkan selama pengamatan.
- e. Menghitung waktu siklus.
- f. Menghitung waktu normal dengan memasukkan faktor penyesuaian.
- g. Menghitung waktu baku dengan memasukkan faktor kelonggaran yang telah ditetapkan.

Menurut Jono (2015), rumus yang digunakan untuk menghitung waktu baku adalah sebagai berikut :

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \frac{100\%}{100\% - \text{Kelonggaran } n (\%)}$$

Sumber: Jono, 2015

## 6.7 Presentase Produktif

Menurut Veza (2017), presentase produktif didapatkan dari jumlah pengamatan produktif dibagi jumlah pengamatan aktivitas kerja. Adapun perhitungan presentase produktif adalah:

$$\text{Presentase Produktif} = \frac{\sum \text{produktif}}{n} \times 100\%$$

Sumber: Veza, 2017

Keterangan:

Presentase produktif = Tingkat kinerja

n = Jumlah pengamatan

$\Sigma$  produktif = Jumlah total produktif selama pengamatan

## 6.8 Presentase Non-Produktif

Menurut Wignjosoebroto (2006), rumus untuk mencari presentase non produktif adalah sebagai berikut:

$$\text{Presentase non produktif} = \frac{\text{jumlah non produktif}}{\text{Jumlah pengamatan}} \times 100\%$$

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

## 6.9 *Ratio delay*

*Ratio delay* didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Ratio delay} = \frac{\% \text{ non produktif}}{\% \text{ produktif}}$$

Sumber: Santoso, 2016

### 6.10 *Performance Level*

*Performance level* didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$Performance\ level = \frac{\text{Jumlah produktif}}{\text{Produktif+non produktif}} \times 100\%$$

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

### 6.11 Jumlah Menit Produktif (JMP)

Menghitung jumlah menit produktif adalah menghitung banyaknya menit produktif yaitu dengan cara presentase produktif dikali dengan jumlah menit pengamatan. Dihitung dengan rumus:

$$JMP = \text{Presentase Produktif} \times \text{Jumlah menit Pengamatan}$$

Sumber: Rafian, 2017

### 6.12 Penentuan Besaran Satuan Waktu

Penentuan satuan waktu merupakan langkah yang sangat penting dalam melakukan metode *sampling* kerja, hal ini disebabkan karena penentuan satuan waktu merupakan dasar penentuan banyaknya jumlah pengamatan yang akan dilakukan. Di bawah ini merupakan contoh cara penentuan besaran satuan waktu:

1. 1 shift = 1 jam = 60 menit = 3600 detik.
2. 1 kali pengamatan = 65 detik.



3. Nilai satuan waktu =  $\frac{3600}{65} = 55$  satuan waktu.

4. Tabel bilangan acak.

68	69	80	95	44
79	57	92	36	59
22	45	44	84	11
80	45	67	93	82
53	58	74	70	93

79	53	36	02	95
79	93	96	38	63
97	48	72	66	48
26	97	05	73	51
06	87	37	78	48

5. Mengeliminasi angka yang sama dari tabel bilangan acak (*random*).

68	69	80	95	44
79	57	92	36	59
22	45	44	84	11
80	45	67	93	82
53	58	74	70	93

79	53	36	02	95
79	93	96	38	63
97	48	72	66	48
26	97	05	73	51
06	87	37	78	48

6. Urutkan angka terkecil sampai terbesar yang tidak melebihi nilai kunjungan.

02, 05, 06, 11, 22, 26, 36, 37, 38, 44, 45, 47, 48, 51, 53.

7. Menentukan jam kunjungan.

8. Menentukan status operasi.

Soal

Tentukan waktu kunjungan penelitian pada sebuah perusahaan, dimana jam kerja dimulai pukul 7.00 pagi dan berakhir pada 15.00 sore. Jam istirahat diberikan pada pukul 12.00 sampai 13.00. Waktu yang dibutuhkan selama satu kali pengamatan selama 7 menit.

## **BAB. 7**

### **ANTHROPOMETRI**

#### **7.1 *Anthropometri***

Ketika kita membahas pentingnya kenyamanan dalam kegiatan sehari-hari, kita tahu apabila tubuh juga memerlukan kenyamanan tersebut untuk melakukan fungsi-fungsi organ tubuh seperti pergerakan tubuh dan efeknya bagi tubuh. Dalam pengkajian kenyamanan suatu produk tersebut yang harus kamu perhatikan salah satunya yaitu dengan cara pengukuran. Pengukuran terhadap tubuh manusia inilah yang nantinya kita sebut dengan ilmu *antropometri*.

*Anthropometri* merupakan satu kumpulan data *numerik* yang berhubungan dengan dengan karakteristik fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. *Anthropometri* juga biasanya pertimbangan ergonomis dalam proses perencanaan produk maupun sistem kerja yang memerlukan interaksi pada manusia.

Data *anthropometri* digunakan untuk berbagai keperluan seperti perancangan tempat atau area kerja (*workplaces*), perkakas atau fasilitas kerja, agar diperoleh ukuran – ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi ukuran anggota tubuh manusia yang akan

menggunakannya. Dalam pengukuran di *anthropometri* membutuhkan suatu alat yang dapat digunakan untuk merancang atau membantu pekerjaan manusia agar lebih mudah, ringan, nyaman dalam melakukan suatu pekerjaan.

Menurut Sokhibi (2017), *anthropometri* adalah suatu bagian yang mendukung ergonomi, terutama dalam perancangan peralatan berdasar prinsip ergonomi. "*anthropometri*" berasal dari kata "*anthro*" yang artinya manusia, dan "*metri*" yang artinya ukuran. Sehingga, "*anthropometri*" adalah ilmu tentang hubungan antara struktur dan fungsi tubuh (termasuk bentuk dan ukuran tubuh) dengan desain alat-alat yang digunakan manusia.

Data *anthropometri* yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal:

1. Perancangan area kerja (*work station*, interior mobil, dan lain-lain).
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan lain sebagainya.
3. Perancangan produk konsumtif seperti pakaian, kursi/meja komputer, dan lain-lain.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

## **7.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Data *Anthropometri***

Menurut Wijaya (2016), terdapat berbagai macam faktor yang mempengaruhi dimensi tubuh manusia, diantaranya:

- a. Umur, ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir sampai kira-kira berumur 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita. Kemudian manusia akan berkurang ukuran tubuhnya saat manusia berumur 60 tahun.
- b. Jenis Kelamin, pada umumnya pria memiliki dimensi tubuh yang lebih besar daripada wanita kecuali pada bagian dada dan pinggul.
- c. Suku Bangsa (etnis), variasi dimensi akan terjadi, karena pengaruh etnis. Dari hasil penelitian perbandingan karakteristik *anthropometri* suku Jawa dan suku Batak didapatkan hasil adanya perbedaan yang signifikan. Beberapa perbedaan antara suku Jawa dan suku Batak diantaranya, laki-laki suku Jawa cenderung memiliki jari tangan yang lebih panjang daripada laki-laki suku Batak sedangkan pada perempuan, tangan maupun lengan suku Jawa lebih panjang daripada suku Batak, pada bagian paha dan perut perempuan suku Batak memiliki ketebalan yang lebih besar serta adanya karakteristik *anthropometri* bentuk kaki yang berbeda antara suku Jawa dan suku Batak. Dari penelitian ini juga didapatkan estimasi proporsi variabel *anthropometri* pada masing-masing suku.
- d. Pekerjaan, aktivitas kerja sehari-hari juga menyebabkan perbedaan ukuran tubuh manusia. Dalam perjalanan teori

ergonomi pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus dapat mengakibatkan perubahan bentuk tubuh.

### 7.3. Uji Kecukupan Data

Dalam uji kecukupan data *anthropometri* tingkat kepercayaan yang digunakan 95% dan tingkat ketelitian sebesar 5%(Sokhibi 2017).

Untuk perhitungan uji kecukupan data *anthropometri* adalah sebagai berikut:

$$N' = \left[ \frac{k / s \cdot \sqrt{n \cdot \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right]^2$$

Sumber: Wijaya, 2016

Keterangan:

- N' = Kecukupan data
- N = Banyak data yang diukur
- k = Tingkat kepercayaan
- s = Derajat ketelitian

#### 7.4. Uji Keseragaman Data

Menurut Arif (2016), pengujian keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang kita peroleh menyebar seragam atau tidak. Rumus untuk menghitung keseragaman data adalah:

$$BKA = x + k.\sigma$$

$$BKB = x - k.\sigma$$

Sumber: Arif, 2016

Keterangan:

x = Rata-rata waktu pengamatan

k = Konstanta tingkat kepercayaan 95%

$\sigma$  = Standar deviasi

#### 7.5. Persentil

Persentil merupakan suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya 95% dari populasi adalah sama atau lebih rendah dari 95 persentil, dan 5% dari populasi berada sama dengan atau lebih rendah dari 5 persentil(Sokhibi 2017). Berikut merupakan perhitungan ukuran persentil:

Tabel. 2.1 Distribusi Normal Dan Perhitungan Persentil

<b>Percentile</b>	<b>Perhitungan</b>
1-st	$X - 2,325\sigma$
2,5-th	$X - 1,96\sigma$
5-th	$X - 1,645\sigma$
10-th	$X - 1,28\sigma$
50-th	$\bar{X}$
90-th	$X + 1,28\sigma$
95-th	$X + 1,645\sigma$
97-th	$X + 1,96\sigma$
99-th	$X + 2,325\sigma$

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

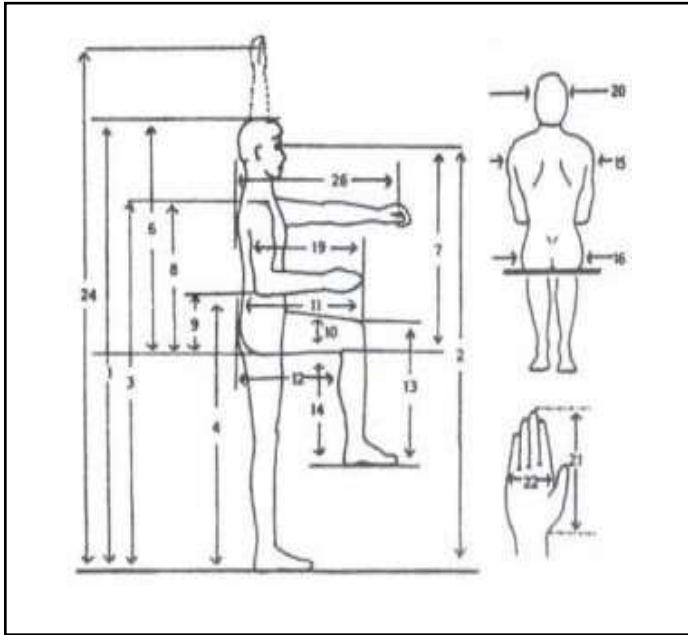
### 7.6. Data *Anthropometri* Yang Diperlukan Untuk Perancangan Produk/Fasilitas Kerja

Menurut wignjosoebroto (2006), data *anthropometri* yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentiler tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun fasilitas kerja akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip – prinsip apa yang harus ditetapkan terlebih dahulu seperti berikut:

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim.
2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu.
3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata – rata.

Data *anthropometri* yang di perlukan untuk perancangan produk/fasilitas kerja sebagai berikut:





Gambar 2.1 *Anthropometri* Tubuh Manusia

Sumber: Sokhibi, 2017

1. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak.
2. Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
4. Tinggi siku dalam posisi tegak (siku tegak lurus).
5. Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala).

7. Tinggi kepala dalam posisi duduk.
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk.
9. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus).
10. Tebal atau lebar paha.
11. Panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan ujung lutut.
12. Panjang paha yang diukur dari pantat sampai dengan bagian belakang dari lutut/betis.
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai paha.
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk).
16. Lebar pinggul/pantat.
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung.
18. Lebar perut.
19. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari - jari dalam posisi siku tegak lurus.
20. Lebar kepala.
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.

23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar – lebar kesamping kiri – kanan.
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai samapai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak.
26. Jarak jangkauan tangan yang terlanjur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

Soal

Hitunglah hasil pengukuran anthropometri data dibawah ini beserta presentil nya:

No.	Pengamatan	Data (cm)				
		TB	RB	RP	TL	PP
1.	Fadila (6)	37	36	27	35	37
2.	Zaki (6)	33	30	26	32	33
3.	Abidah (6)	36	29	28	31	32

## **BAB. 8**

# **STUDI EKONOMI GERAKAN** *(Micromotion Study)*

### **8.1. Pengertian Studi Gerakan**

Menurut Lumbantobing (2018), studi gerakan adalah analisis yang dilakukan terhadap beberapa gerakan bagian tubuh pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya. Tujuan yang diperoleh dari penggunaan studi gerakan ini diharapkan agar gerakan-gerakan yang tidak perlu dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan sehingga akan diperoleh penghematan baik dalam bentuk tenaga, waktu kerja maupun dana. Gerakan-gerakan yang dipelajari dapat dipermudah penganalisaanya dengan terlebih dahulu mengenali apa yang disebut sebagai gerakan-gerakan dasar sebagaimana yang dikembangkan secara mendalam oleh Frank B. Gilberth beserta istrinya, Lilian yang menguraikan gerakan ke dalam 11 gerakan dasar atau elemen gerakan yang mereka namakan *therbligh's*. Sebagian besar dari *therbligh's* - *therbligh's* ini merupakan gerakan-gerakan dasar dari tangan sehingga mudah dimengerti karena pada setiap pekerjaan produksi gerakan tangan merupakan gerakan yang paling umum dijumpai, terlebih lagi dalam pekerjaan yang bersifat manual.

## 8.2. Prinsip Ekonomi Gerakan

Menurut Dewi (2015), prinsip dari ekonomi gerakan yaitu menganalisis dan mengevaluasi metode kerja guna memperoleh metode kerja yang lebih efisien.

Prinsip- prinsip yang diterapkan antara lain:

1. Gerakan hanya bagian badan yang diperlukan saja untuk melakukan pekerjaan dengan sebaik-baiknya,
2. Pekerjaan sebaiknya dirancang semudah-mudahnya dan jika memungkinkan irama kerja harus mengikuti irama yang alamiah bagi si pekerja.
3. Diusahakan agar bahan dan peralatan mempunyai tempat yang tetap.
4. Tempatkan bahan-bahan dan peralatan di tempat yang mudah, cepat, dan nyaman dicapai serta.
5. Keseimbangan beban tangan kiri dan tangan kanan.

Prinsip ekonomi gerakan menyatakan bahan dan peralatan tersebut ditempatkan sedemikian rupa sesuai dengan urutan terbaik dan ditempatkan di tempat yang mudah untuk dicapai atau masih berada dalam daerah kerja baik normal maupun maksimum. Dengan prinsip ekonomi gerakan dimana dengan menempatkan bahan dan peralatan ditempat yang tetap akan memudahkan pekerja untuk mengambilnya pada saat diperlukan. Jika tempat sudah tetap dan dikenali, tangan pekerja akan secara

otomatis dapat mengambilnya sehingga aktivitas yang tidak diperlukan seperti mencari dapat dikurangi.

### **8.3. Peta Tangan Kanan Tangan Kiri**

Menurut Kusumanto (2016), peta tangan kiri dan tangan kanan adalah peta kerja setempat yang bermanfaat untuk menganalisa gerakan tangan manusia di dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan yang bersifat manual. Peta ini akan menggambarkan semua gerakan maupun *delay* yang terjadi yang dilakukan oleh tangan kanan maupun kiri secara mendetail dengan menganalisa detail gerakan yang terjadi maka langkah-langkah perbaikan bisa diusulkan. Pembuatan peta operator ini baru terasa bermanfaat apabila gerakan yang dianalisa tersebut terjadi berulang-ulang (*repetitive*) dan dilakukan secara manual.

### **8.4. Gerakan Fundamental (*Therbligh's*)**

Menurut Herjanto (2007), *therbligh's* adalah elemen – elemen dasar dari gerakan, *therbligh's* dapat diibaratkan sebagai huruf – huruf *alphabet* untuk gerakan. Huruf – huruf *alphabet* bila disusun secara tertentu dapat membentuk kata, dan rangkaian dari kata – kata membentuk kalimat. Demikian pula *therbligh's*, rangkaian dari beberapa elemen *therbligh's* membentuk gerakan. Rangkaian dari gerakan membentuk tugas atau pekerjaan. Istilah *therbligh's* diambil dari nama penemunya, Frank Gilbreth, yang di eja terbalik dengan

huruf t dan h bertukar posisi. Ide dasar analisa *therbligh's* ialah memecah gerakan dari elemen – elemen, kemudian memperbaiki gerakan melalui penghapusan, penggabungan, atau pengurutan elemen – elemen tersebut. Berikut beberapa simbol therbligs, menurut Wignjosoebroto (2006):

Tabel. 8.1 Macam – Macam Elemen Gerakan *Therbligs*.

Nama Therbligs	Lambang Huruf	Kode Warna	Lambang Gambar
Mencari ( <i>Search</i> )	Sh	Black	
Memilih ( <i>Select</i> )	Sl	Gray, Light	
Memegang ( <i>Grasp</i> )	G	Lake Red	
Menjangkau / Membawa Tanpa Beban ( <i>Transport Empty</i> )	TE	Olive Green	
Membawa dengan Beban ( <i>Transport Loaded</i> )	TL	Green	
Memegang ( <i>Hold</i> )	H	Gold Ochre	
Melepaskan ( <i>Release Load</i> )	RL	Carmine Red	
Mengarahkan ( <i>Position</i> )	P	Blue	
Mengarahkan Awal ( <i>Pre Position</i> )	PP	Sky Blue	
Memeriksa ( <i>Inspection</i> )	I	Burn Ochre	
Merakit ( <i>Assemble</i> )	A	Violet, Heavy	
Mengurai Rakit ( <i>Disassemble</i> )	DA	Violet	
Memakai ( <i>Use</i> )	U	Purple	
Keterlambatan yang tak terhindarkan ( <i>Unavoidable Delay</i> )	UD	Yellow Ochre	
Keterlambatan yang dapat dihindarkan ( <i>Avoidable Delay</i> )	AD	Lemon Yellow	
Merencanakan ( <i>Plan</i> )	Pn	Brown	
Istirahat untuk menghilangkan lelah ( <i>Rest to Overcome Fatigue</i> )	R	Orange	

Sumber: Wignjosoebroto, 2006

Dari tabel 8.1 diatas, berikut definisi dari masing-masing gambar:

1. Mencari (*search*).

Elemen gerakan mencari merupakan gerakan dasar dari pekerja untuk menemukan lokasi objek. Pada gerakan ini yang bekerja adalah mata. Gerakan ini dimulai pada saat mata bergerak mencari objek dan berakhir bila objek sudah ditemukan. Tujuan dari analisa *therblig* ini adalah untuk menghilangkan sedapat mungkin gerak yang tidak perlu. Mencari merupakan gerak yang tidak efektif dan masih dapat dihindarkan misalnya dengan menyimpan peralatan atau bahan-bahan pada tempat yang tetap sehingga proses mencari dapat dihilangkan.

2. Memilih (*select*).

Memilih adalah elemen *therbligs* yang merupakan gerakan kerja menemukan/memilih suatu objek di antara dua atau lebih obyek yang sama lainnya. Elemen *therbligs* ini dimulai pada saat tangan dan mata mulai bergerak memilih dan berakhir bila objek yang dikehendaki sudah ditemukan. Elemen memilih biasanya mengikuti langsung elemen *therbligs* mencari (*search*). Batas antara memulai memilih dan akhir dari mencari agak sulit untuk ditentukan karena ada pembaharuan pekerjaan di antara dua gerakan tersebut yaitu gerakan yang dilakukan oleh mata.

3. Memegang (*grasp*).

Memegang adalah gerakan untuk memegang objek, biasanya didahului oleh gerakan menjangkau dan dilanjutkan oleh gerakan



membawa. Memegang adalah termasuk elemen *therbligs* yang diklasifikasikan sebagai elemen gerakan efektif yang biasanya dapat dihilangkan akan tetapi dalam beberapa hal bisa diperbaiki.

4. Menjangkau/membawa tanpa beban (*transport empty*).

Menjangkau adalah elemen gerak *therbligs* yang menggambarkan gerakan tangan berpindah tempat tanpa beban atau hambatan (*resistence*) baik gerakan menuju atau menjauhi objek atau lokasi tujuan lainnya dan berakhir segera disaat tangan berhenti bergerak setelah mencapai objek tujuannya. Elemen gerakan ini biasanya didahului oleh gerakan melepas (*release*) dan diikuti oleh gerakan memegang (*grasp*). Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen gerak menjangkau akan sangat tergantung dengan jarak gerakan tangan yang dilakukan kearah objek yang dituju dan tipe gerakan menjangkaunya. Seperti halnya dengan elemen.

5. Membawa dengan beban (*transport loaded*).

Elemen gerakan membawa adalah juga merupakan gerak perpindahan tangan, hanya saja di sini tangan bergerak dalam kondisi membawa beban (objek). Elemen gerakan ini diawali dan diakhiri pada saat yang sama dengan elemen gerakan menjangkau (*reach*) hanya saja di sini tangan dalam kondisi membawa beban (objek). Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu gerakannya pun hampir sama yaitu jarak perpindahan tangan, tipe gerakan dan berat ringan beban dibawa oleh tangan.

6. Memegang untuk memakai (*hold*).

Pengertian memegang untuk memakai disini adalah memegang tanpa menggerakkan objek yang dipegang tersebut, perbedaannya dengan memegang yang terdahulu adalah pada perlakuan pada objek yang dipegang. Pada memegang, pemegangan dilanjutkan dengan gerak membawa, sedangkan memegang untuk memakai tidak demikian.

7. Melepas (*release load*).

Elemen gerak melepas terjadi pada saat tangan operator melepaskan objek yang dipegang sebelumnya. Dengan demikian elemen gerak ini diawali sesaat jari-jari tangan membuka lepas dan objek yang dibawa dan berakhir secara begitu semua jari jelas tidak menyentuh atau memegang objek lagi.

8. Mengarahkan (*position*).

*Therbligs* ini merupakan gerakan mengarahkan suatu objek pada suatu lokasi tertentu. Gerakan mengarahkan ini biasanya didahului oleh elemen gerakan (*move*) dan diikuti oleh gerakan merakit (*assembling*) atau melepas (*release*). Gerakan dimulai sejak tangan memegang/mengontrol objek tersebut kearah lokasi yang dituju dan berakhir pada saat gerakan berakhir atau melepas/memakai dimulai.

9. Mengarahkan awal (*pre-position*).

Elemen gerak mengarahkan awal adalah elemen kerja *therbligs* yang mengarahkan objek pada suatu tempat sementara sehingga

pada saat kerja mengarahkan objek benar-benar dilakukan maka objek tersebut dengan mudah akan bisa dipegang dan dibawa kearah tujuan yang dikehendaki. Elemen *therbligs* ini sering terjadi bersamaan dengan *therbligs* yang diantaranya adalah membawa (*move*) dan melepaskan (*release*). Untuk mengurangi waktu kerja mengarahkan awal bisa dilakukan dengan merancang peralatan pembantu untuk memegang (*holding device*) perkakas kerja atau objek pada arah gerakan kerja yang semestinya. Berikut ini uraian perbedaan antara *therbligs* mengarahkan dengan *therblig* mengarahkan sementara.

#### 10. Memeriksa (*inspect*).

Elemen *therbligs* ini termasuk cara kerja untuk menjamin bahwa objek telah memenuhi persyaratan kualitas yang ditetapkan. Gerakan kerja dilaksanakan dengan pengecekan secara rutin oleh operator selama proses kerja berlangsung. Elemen dapat berupa gerakan melihat seperti memeriksa warna, meraba seperti memeriksa kehalusan permukaan benda kerja dan lain-lain. Aktivitas yang prinsipnya memeriksa objek kerja untuk dibandingkan dengan standar yang ada. Waktu yang diperlukan untuk kegiatan memeriksa ini akan bergantung kepada kecepatan operator menemukan perbedaan antara objek dengan performansi standard yang dibandingkan.

11. Merakit (*assemble*).

Perakitan adalah gerakan untuk menggabungkan satu objek dengan objek yang lain sehingga menjadi satu kesatuan. Gerakan ini biasanya didahului oleh salah satu *therbligs* membawa atau mengarahkan dan dilanjutkan oleh *therbligs* melepas. Pekerjaan perakitan dimulai bila objek sudah siap dipasang dan berakhir bila objek tersebut sudah tergabung secara sempurna.

12. Mengurai rakit (*diassembly*).

Elemen gerak ini merupakan kebalikan dari elemen *therbligs* merakit (*assemble*). Di sini dilakukan gerakan memisahkan atau menguraikan dua objek yang tergabung satu menjadi objek - objek terpisah. Gerakan mengurai rakit biasanya diawali oleh elemen memegang (*grasp*) dan dilanjutkan dengan membawa (*move*) atau melepas (*release*). Gerakan ini dimulai pada saat pemegangan atas objek telah selesai yang dilanjutkan dengan usaha memisahkan dan berakhir di saat objek telah terurai sempurna (biasanya terus diikuti dengan gerakan Therblig lainnya yaitu membawa atau melepas).

13. Memakai (*use*).

Memakai adalah elemen gerakan *therbligs* dimana salah satu atau kedua tangan digunakan untuk memakai/mengontrol suatu alat/objek untuk tujuan-tujuan tertentu selama kerja berlangsung. Lama waktu yang dipergunakan untuk gerakan ini tergantung pada jenis pekerjaan atau kecakapan operator untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

14. Kelambatan yang tak terhindarkan (*unavoidable delay*).

Kelambatan yang dimaksudkan disini adalah kelambatan yang diakibatkan oleh hal-hal yang terjadi diluar kemampuan pengendalian pekerja. Hal ini timbul karena ketentuan cara kerja yang mengakibatkan satu tangan menganggur sedangkan tangan yang lainnya bekerja.

15. Kelambatan yang dapat dihindarkan (*avoidable delay*).

Setiap waktu menganggur (*idle time*) yang terjadi pada siklus kerja yang berlangsung merupakan tanggung jawab operator baik secara sengaja maupun tidak sengaja akan diklasifikasikan sebagai kelambatan yang bisa dihindarkan. Kegiatan ini menunjukkan situasi yang tidak produktif yang dilakukan oleh operator (merokok, mengobrol, mondar-mandir tanpa tujuan jelas, dan lain-lain) sehingga perbaikan/penanggulangan yang perlu dilakukan lebih ditujukan kepada operatornya sendiri tanpa harus mengubah proses operasi kerjanya.

16. Merencanakan (*plan*).

Merencana merupakan proses mental, dimana operator berpikir untuk menentukan tindakan yang akan diambil selanjutnya. Waktu untuk *therbligs* ini lebih sering terjadi pada seorang pekerja baru. Cara untuk memperbaiki adalah dengan jalan melatih atau training terhadap karyawan baru.

17. Istirahat untuk menghilangkan lelah (*rest to overcome fatigue*).

Elemen ini tidak terjadi pada setiap siklus kerja akan tetapi berlangsung secara periodik. Waktu untuk memulihkan kondisi badan dan kelelahan fisik akibat kerja berbeda-beda, tidak saja tergantung pada karakteristik pekerjaan yang ada tetapi juga tergantung individu pekerjanya. Untuk memperbaiki elemen-elemen *therbligs* yang diklasifikasikan sebagai nilai bisa dilaksanakan dengan memperhatikan faktor-faktor ergonomi yang secara signifikan berpengaruh besar terhadap performansi kerja manusia.

## **BAB. 9**

# **LINGKUNGAN KERJA FISIK**

### **9.1. Pengertian Lingkungan Kerja**

Menurut Prihantoro (2015), lingkungan kerja merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas kerja dan efektivitas kerja pegawai. yang bentuknya dapat berupa lingkungan materil seperti tempat dan sarana produksi, serta lingkungan psikologis seperti suasana hubungan sosial antar personalperusahaan. pengertian lingkungan kerja adalah segala sesuatu yang ada di sekitar tenaga kerja dan dapat mempegaruhi dirinya dalam menjalankan tugas - tugas yang dibebankan kepadanya. Adapun indikatornya adalah hubungan antar karyawan, suasana kerja, dan fasilitas - fasilitas kerja karyawan.

### **9.2. Jenis Lingkungan Kerja**

Lingkungan kerja adalah salah satu hal yang paling dekat dengan seseorang dalam pelaksanaan pekerjaannya. Lingkungan kerja terdiri dari lingkungan kerja fisik dan lingkungan kerja non fisik (Norianggono, 2014).

### 9.2.1. Lingkungan Kerja Fisik

Menurut Norianggono (2014), pengertian dari lingkungan kerja fisik yaitu semua keadaan berbentuk fisik yang terdapat di sekitar tempat kerja dimana dapat mempengaruhi karyawan baik secara langsung maupun tidak langsung. Lingkungan kerja fisik sendiri dapat dibagi dalam dua kategori. Kategori yang pertama adalah lingkungan yang berhubungan langsung dengan karyawan dan berada di dekat karyawan (seperti meja, kursi dan sebagainya). Kategori yang kedua adalah lingkungan perantara atau lingkungan umum, dapat juga disebut lingkungan kerja yang mempengaruhi kondisi manusia, misalnya: temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau tidak sedap, warna, dan lain-lain.

### 9.2.2. Lingkungan Kerja Non Fisik

Lingkungan kerja nonfisik adalah semua keadaan yang terjadi yang berkaitan dengan hubungan kerja, baik hubungan dengan atasan maupun hubungan sesama rekan kerja, ataupun hubungan dengan bawahan. Dapat disimpulkan bahwa lingkungan kerja nonfisik adalah kondisi yang berkaitan dengan hubungan karyawan yang dapat mempengaruhi kinerja karyawan (Norianggono, 2014).



### **9.3. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Lingkungan Kerja Fisik**

Dalam kehidupan sehari-hari untuk menjalankan aktivitas kerjanya, manusia dituntut untuk tetap dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan produktivitas kerjanya. Telah disinggung di atas bahwa produktivitas manusia dipengaruhi oleh faktor lingkungan kerja fisik dan non fisik. Secara harfiah, produktivitas manusia mayoritas dipengaruhi oleh lingkungan kerja fisik. Berikut ini adalah beberapa faktor – faktor yang mempengaruhi lingkungan kerja fisik manusia, yaitu:

#### **A. Suhu (*suhu*)**

Tubuh manusia selalu mempertahankan keadaan normal tubuhnya sehingga dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan yang terjadi diluar tubuhnya. Kemampuan menyesuaikan terhadap suhu jika tidak melebihi 20% kondisi panas dan 35% kondisi dingin. Dalam keadaan normal tubuh manusia mempunyai suhu yang berbeda; mulut memiliki suhu sebesar 37°C, dada memiliki suhu sebesar 35°C dan bagian kaki memiliki suhu sebesar 28°C. Tubuh manusia akan menyesuaikan diri apabila kelebihan dan kekurangan panas.

Untuk kondisi optimal manusia dalam bekerja, suhu manusia yang baik berkisar antara 24<sup>o</sup>-27<sup>o</sup>C. Untuk negara dengan empat musin, rekomendasi untuk comfort zone pada musim dingin adalah suhu ideal berkisar antara 19-23 °C dan pada musim panas suhu ideal antara 22 - 24 °C (WHS, 1992; Grantham, 1992 dan Grandjean, 1993).

Sedangkan untuk negara dengan dua musin seperti Indonesia, rekomendasi tersebut perlu mendapat koreksi. Sedangkan kaitannya dengan suhu panas lingkungan kerja, Grandjean (1993) memberikan batas toleransi suhu tinggi sebesar 35-40 °C; kecepatan. Pengaruh tingkat suhu pada tubuh manusia saat bekerja berbeda-beda seperti berikut:

1. +49°C =Temperatur dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh diatas tingkat kemampuan fisik dan mental.
2. +30°C = Aktivitas mental dan daya tanggap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan, timbul kelelahan fisik.
3. +24°C =Kondisi optimum.
4. +10°C =Kelakuan fisik yang *extreme* mulai.

Penyakit atau gangguan yang dapat ditimbulkan karena pengaruh suhu tinggi yg terpapar ringan pada tubuh manusia antara lain:

- a) Vasodilatasi, yaitu membesarnya pembuluh darah di dalam tubuh yang disebabkan sebagai respon tubuh terhadap kadar oksigen yang rendah (peningkatan suhu tubuh); sehingga oksigen dialirkan ke bagian tubuh yang paling membutuhkan.
- b) Denyut jantung meningkat
- c) Temperatur kulit meningkat

d) Suhu inti tubuh pada awalnya turun kemudian meningkat dll.

Penyakit atau gangguan yang dapat ditimbulkan karena pengaruh suhu tinggi yang terpapar secara terus menerus dan dalam jangka waktu yang lama, antara lain:

- a. Gangguan perilaku dan performansi kerja seperti, teriadinya kelelahan, sering melakukan istirahat curian dll.
- b. Dehidrasi. Dehidrasi adalah suatu kehilangan cairan tubuh yang berlebihan yang disebabkan baik oleh penggantian cairan yang tidak cukup maupun karena gangguan kesehatan. Pada kehilangan cairan tubuh  $< 1,5$  gejalanya tidak nampak, kelelahan muncul lebih awal dan mulut mulai kering.
- c. *Heat Rash*. 'Keadaan seperti biang keringat atau keringat buntat, gatal kulit akibat kondisi kulit terus basah. Pada kondisi demikian pekerja perlu beristirahat pada tempat yang lebih sejuk dan menggunakan bedak penghilang keringat.
- d. *Heat Cramps*. Merupakan kejang-kejang otot tubuh (tangan dan kaki) akibat keluarnya keringat yang menyebabkan hilangnya garam natrium dari tubuh yang kemungkinan besar disebabkan karena minum terlalu banyak dengan sedikit garam natrium.

- e. *Heat Syncope* atau *Fainting*. Keadaan ini disebabkan karena aliran darah ke otak tidak cukup karena sebagian besar aliran darah di bawa kepermukaan kulit atau perifer yang disebabkan karena pemaparan suhutmggi.
- f. *Heat Exhaustion*. Keadaan ini terjadi apabila tubuh kehilangan terlalu banyak cairan dan atau kehilangan garam. Gejalanya mulut kering, sangat haus,kmah, dan sangat lelah. Gangguan ini biasanya banyak dtalami oleh pekerja yang belum beraklimatisasi terhadap suhu udara panas.

### **B. Kelembaban Udara (*humidity*)**

Kelembaban udara adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara (%). Kelembaban udara dipengaruhi oleh suhu udara. Suhu udara yang tinggi maka kelembabannya sangat besar dan sebaliknya. Pengaruh terhadap manusia dalam bekerja adalah cepatnya denyut jantung dalam mengedarkan darah untuk memenuhi kebutuhan oksigen.

### **C. Sirkulasi Udara (*air flow*)**

Udara disekitar kita mengandung 21% oksigen, 78% nitrogen, 0,03% CO<sub>2</sub> dan 0,97% gas lain yang merupakan campuran. Oksigen dibutuhkan untuk proses metabolisme. Udara yang bersih akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia dalam bekerja sehingga

diperlukan pengaturan udara (sirkulasi) dimana udara harus bebas lewat melalui ventilasi atau jendela. Untuk mengatasi udara yang kotor maka beberapa perkantoran menggunakan pendingin udara yang disebut AC (Air Conditioning).

Untuk negara dengan empat musim, rekomendasi sirkulasi udara yang disarankan untuk comfort zone pada musim dingin adalah kecepatan udara antara 0,1-0,2 m/det dan pada musim panas suhu ideal antara 0,15-0,4 m/det.

Sedangkan untuk negara dengan dua musim seperti Indonesia, kecepatan udara yang disarankan lebih kurang 0,2 m/det.

#### **D. Kebisingan**

Menurut Lubis (2015), untuk meningkatkan produktivitas kerja suara yang mengganggu perlu dikurangi. Bunyi bising dapat mengganggu konsentrasi dalam bekerja, untuk itu suara-suara ribut harus diusahakan berkurang. Turunnya konsentrasi karena ditimbulkan oleh suara bising dapat berdampak pada meningkatnya stres karyawan. Ada tiga aspek yang menentukan kualitas suara bunyi yang bisa menimbulkan tingkat gangguan terhadap manusia, yaitu:

1. Lama Bunyi

Lama waktu bunyi terdengar. Semakin lama telinga kita mendengar kebisingan maka semakin buruk akibatnya bagi pendengaran (tuli).

## 2. Intensitas Kebisingan

Intensitas biasanya diukur dengan satuan desibel (dB), yang menunjukkan besarnya arus energi persatuan luas dan batas pendengaran manusia mencapai 70 desibel.

## 3. Frekuensi

Frekuensi suara menunjukkan jumlah dari gelombang-gelombang suara yang sampai dengan telinga kita setiap detik yang dinyatakan dalam jumlah getaran perdetik atau *Hertz*(HZ).

Tabel 9.1 Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan.

No	Tingkat Kebisingan (dB)	Hampanan Harian
1.	85	8 jam
2.	88	4 jam
3.	91	2 jam
4.	94	1 jam
5.	97	30 menit
6.	100	15 menit

Sumber: Faritsy, 2017

Sumber kebisingan di perusahaan biasanya berasal dari mesin-mesin untuk proses produksi dan alai-alat lain yang dipakai untuk melakukan pekerjaan. Contoh sumber-sumber kebisingan di perusahaan baik dari dalam maupun dari luar perusahaan seperti:

- Generator, mesin diesel untuk pembangkit listrik
- Mesin-mesin produksi
- Mesin potong, gergaji, serut di perusahaan kayu
- Ketel uap atau boiler untuk pemanas air
- Alat-alat lain yang menimbulkan suara dan getaran seperti alat pertukangan
- Kendaraan bermotor dari lalu lintas dll.

Sumber-sumber suara tersebut harus selalu diidentifikasi dan dinilai kehadirannya agar dapat dipantau sedini mungkin dalam upaya mencegah dan mengendalikan penganih pemaparan kebisingan terhadap pekerja yang terpapar. Dengan demikian penilaian tingkat intensitas kebisingan di perusahaan secara umum dimaksudkan untuk beberapa tujuan yaitu:

- a) Memperoleh data intensitas kebisingan pada sumber suara
- b) Memperoleh data intensitas kebisingan pada penerima suara (pekerja dan masyarakat sekitar perusahaan)
- c) Menilai efektivitas sarana pengendalian kebisingan yang telah ada dan merencanakan langkah pengendalian lain yang lebih efektif.
- d) Mengurangi tingkat intensitas kebisingan baik pada sumber suara maupun pada penerima suara sampai batas diperkenankan.
- e) Membantu memilih alat pelindung dari kebisingan yang tepat sesuai jenis kebisingannya.

NAB Kebisingan di tempat kerja berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep.51/MEN/1999 yang merupakan pembaharuan dari Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No. 01/MEN/1978 besarnya rata-rata adalah 85 dB(A) untuk waktu kerja terus menerus tidak lebih dari 8 jam/ hari atau 40 jam seminggu. Besarnya NAB kebisingan yang ditetapkan tersebut sama dengan NAB untuk negara-negara lain seperti Australia (WHS, 1993), Amerika (ACGIH, 1991). Selanjutnya apabila tenaga kerja menerima paparan kebisingan lebih dari ketentuan tersebut, maka harus dilakukan pengurangan waktu paparan seperti pada tabel 3.1 di bawah.



Tabel 9.1. Batas Waktu Pemaparan Kebisingan Per Hari Kerja Berdasarkan Intensitas Kebisingan Yang Diterima Pekerja

Batas Waktu Pemaparan Per Hari Kerja		Intensitas Kebisingan Dalam dB(A)
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		135
0,11		139

**Sumber: Kepmennaker No. 51 Tahun 1999.**

Adapun penyakit atau gangguan yang muncul dengan adanya pengaruh kebisingan tersebut antara lain:

- a) Stress menuju keadaan cepat marah, sakit kepala, dan gangguan tidur
- b) Gangguan reaksi psikomotor
- c) Kehilangan konsentrasi

d) Gangguan komunikasi antara lawan bicara

e) Penurunan performansi kerja yang kesemuanya itu akan bermuara pada kehilangan efisiensi dan produktivkas kerja.

Adapun sumber bunyi kebisingan yang disesuaikan dengan kekuatan kebisingan (decibel) seperti yang telah dijelaskan di atas, dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

<b>Kondisi</b>	<b>Desibel (dB)</b>	<b>Batas Dengar Tertinggi</b>
Menuliskan	120	Halilintar
	110	Meriam
	100	Mesin uap
Sangat hiruk pikuk	90	Jalan hiruk pikuk
	80	Perusahaan sangat gaduh Pluit polisi
Kuat		Rumah gaduh
	70	Jalan pada umumnya
	60	Radio Perusahaan
Sedang	50	Rumah gaduh
	40	Kantor pada umumnya Percakapan kuat Radio peralatan
Tenang	30	Rumah tenang
	20	Kantor pribadi
		Auditorium Percakapan
Sangat tenang	10	Suara diam-diam
	0	Berbisik Batas dengan terendah

### C. Pencahayaan

Menurut Faritsy (2017), pencahayaan yang kurang dapat menyebabkan mata operator kerja cepat lelah, sehingga bisa menimbulkan kesalahan kerja. Pencahayaan sangat mempengaruhi manusia untuk melihat obyek – obyek secara jelas, cepat tanpa menimbulkan kesalahan. Kemampuan mata untuk melihat obyek dengan jelas ditentukan oleh ukuran obyek derajat kontras antara obyek dengan sekelilingnya, luminasi (*brightness*), serta lamanya waktu untuk melihat obyek tersebut berdasarkan jenis kegiatannya disajikan pada table berikut:

Table 9.2 Nilai Ambang Batas (NAB) Pencahayaan.

Jenis kegiatan	Tingkat Pencahayaan Minimal (Lux)	Keterangan
Penerangan sekeliling	20	Penerangan lingkungan disekitar perusahaan yang meliputi jalan dan halaman perusahaan
Pekerjaan kasar dan tidak terus-menerus	50 - 100	Ruang penyimpanan dan peralatan atau instalasi yang memerlukan pekerjaan kontinyu.
Pekerjaan yang membedakan barang-barang kecil secara sepiantas	100	Penerangan yang cukup untuk pekerjaan yang membedakan barang-barang kecil secara sepiantas
Pekerjaan kasar dan terusmenerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar.

Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan.
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor, pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan tekstil, pekerjaan mesin halus dan perakitan halus
Pekerjaan sangat halus	1500	(tidak menimbulkan bayangan) Mengukur dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin, dan perakitan yang sangat halus
Pekerjaan terinci	3000	(tidak menimbulkan bayangan) Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus

Sumber: Faritsy, 2017

Intensitas penerangan yang dibutuhkan di masing-masing tempat kerja ditemukan dari jenis dan sifat pekerjaan yang dilakukan. Semakin tinggi tingkat ketelitian suatu pekerjaan, maka akan semakin besar kebutuhan intensitas penerangan yang diperlukan, demikian pula sebaliknya. Standar penerangan di Indonesia telah ditetapkan seperti tersebut dalam Peraturan Menteri Perburuhan (PMP) No. 7 Tahun 1964, Tentang syarat-syarat kesehatan, kebersihan dan penerangan di tempat kerja. Standar penerangan yang ditetapkan

untuk di Indonesia tersebut secara garis besar hampir sama dengan standar internasional.

#### 9.4. Regresi Linier

Menurut Purnomo (2017), regresi linier adalah analisis untuk mengetahui pengaruh atau hubungan secara linear antara variabel independen terhadap variabel dependen dan untuk memprediksi atau meramalkan suatu nilai variabel dependen berdasarkan variabel independen. Analisis regresi linier sederhana yaitu menganalisis hubungan linier antara 1 variabel independen dengan satu variabel dependen. Rumus persamaan umum garis regresi untuk regresi linier sederhana:

$$Y = K + AX_1 + AX_2 + AX_3$$

Sumber: Harinaldi, 2005

Keterangan :

Y = Nilai Regresi

K = Konstanta

A = Variabel bebas

Berikut adalah analisis uji regresi linier dari hasil praktikum perancangan sistem kerja dan ergonomi modul lingkungan kerja fisik menggunakan *software* SPSS, dibawah ini adalah langkah-langkah kerjanya yaitu:

1. Buka aplikasi atau klik *icon*SPSS, seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 *Icon* SPSS 22.0.

2. Klik *variable view* dan masukkan *variable* performansi, x1, x2, x3, kemudian pada tabel label masukkan *variable* suhu x1, pencahayaan pada x2, dan kebisingan pada x3.

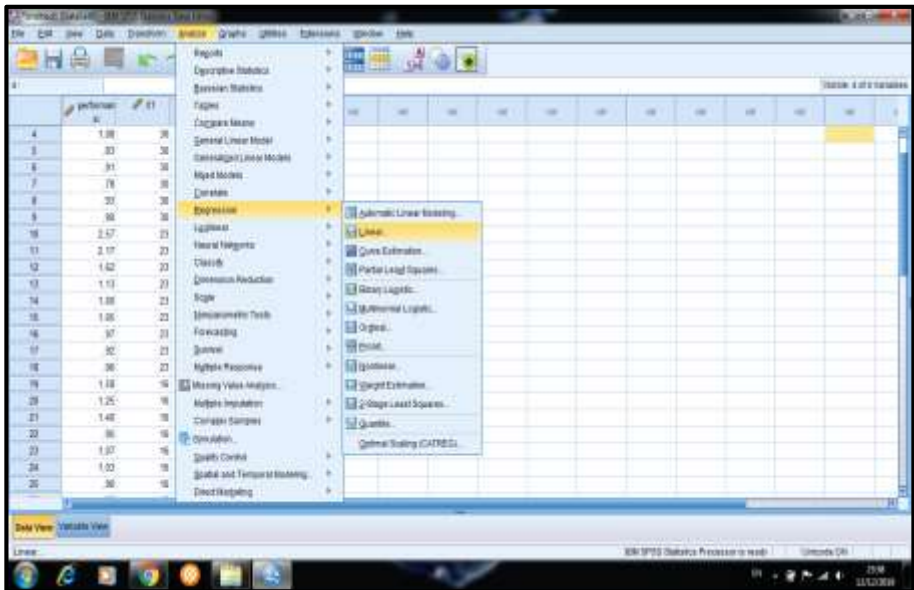
	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	performansi	Numeric	8	2		None	None	8	Right	Scale	Input
2	X1	Numeric	8	0	suhu	None	None	8	Right	Scale	Input
3	X2	Numeric	8	0	pencahayaan	None	None	8	Right	Scale	Input
4	X3	Numeric	8	0	kebisingan	None	None	8	Right	Scale	Input
5											
6											
7											

3. Kemudian masukkan nilai pengamatan pada *data view*, seperti terlihat pada gambar 4.3.

	performansi	X1	X2	X3	var
1	5,76	30	50	60	
2	5,63	30	50	80	
3	4,43	30	50	100	
4	1,08	30	125	60	
5	,83	30	125	80	
6	,91	30	125	100	
7	,78	30	200	60	
8	,93	30	200	80	
9	,90	30	200	100	
10	2,57	23	50	60	
11	2,17	23	50	80	
12	1,62	23	50	100	
13	1,13	23	125	60	
14	1,00	23	125	80	
15	1,05	23	125	100	
16	,97	23	200	60	
17	,92	23	200	80	
18	,90	23	200	100	
19	1,58	16	50	60	
20	1,25	16	50	80	
21	1,40	16	50	100	
22	,95	16	125	60	
23	1,07	16	125	80	
24	1,03	16	125	100	
25	,90	16	200	60	
26	,88	16	200	80	
27	,87	16	200	100	

Gambar 4.3 *Input Data View.*

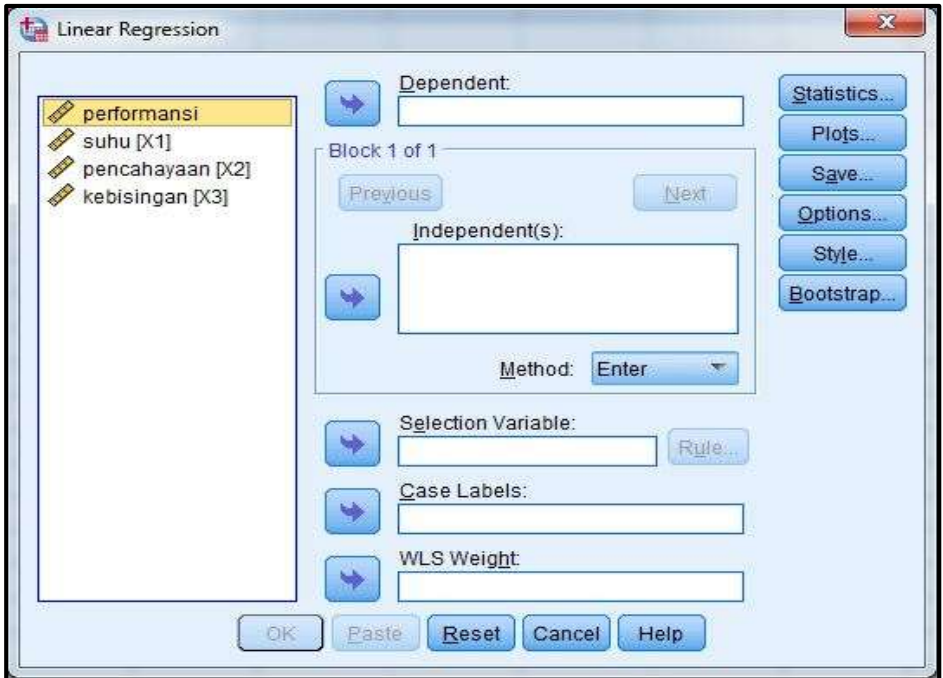
4. Klik menu *analyze*, lalu klik *regression* kemudian klik *linear*.



Gambar 4.4 Memilih Menu *Analyze*, *Regression* dan *Linear*.

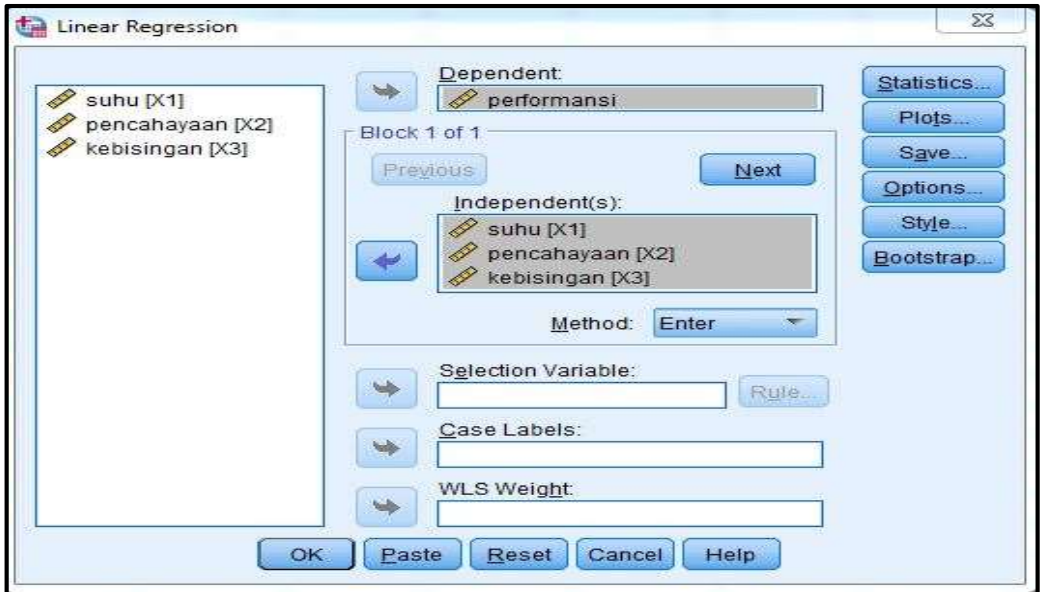
5. Akan muncul tampilan kotak dialog *linear regression*, seperti pada gambar berikut.





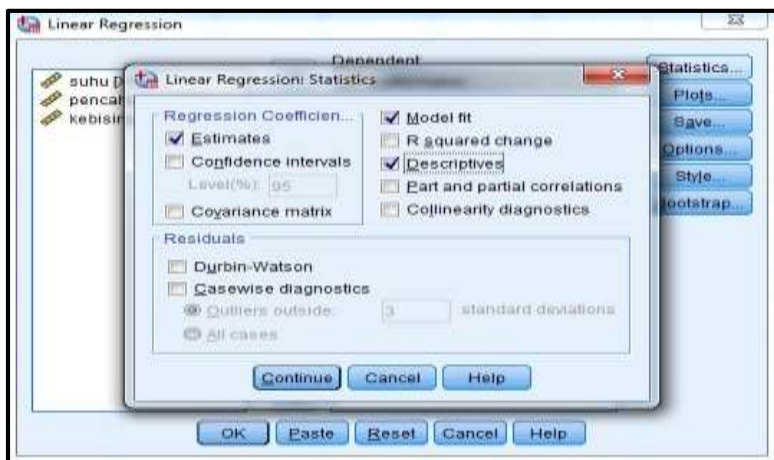
Gambar 4.5 Dialog *Linear Regression*.

6. Kemudian masukkan performansi ke dalam daftar *dependent* lalu masukkan suhu, pencahayaan dan kebisingan pada daftar *independent*, kemudian klik ok, seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Memasukkan Variabel *Dependent* dan *Independent*

7. Kemudian klik *statistics* sebelah kanan pilih *estimates*, *mode it*, dan *descriptives* pada *regression coefficient*, lalu klik *continue*, seperti pada gambar 4.7.



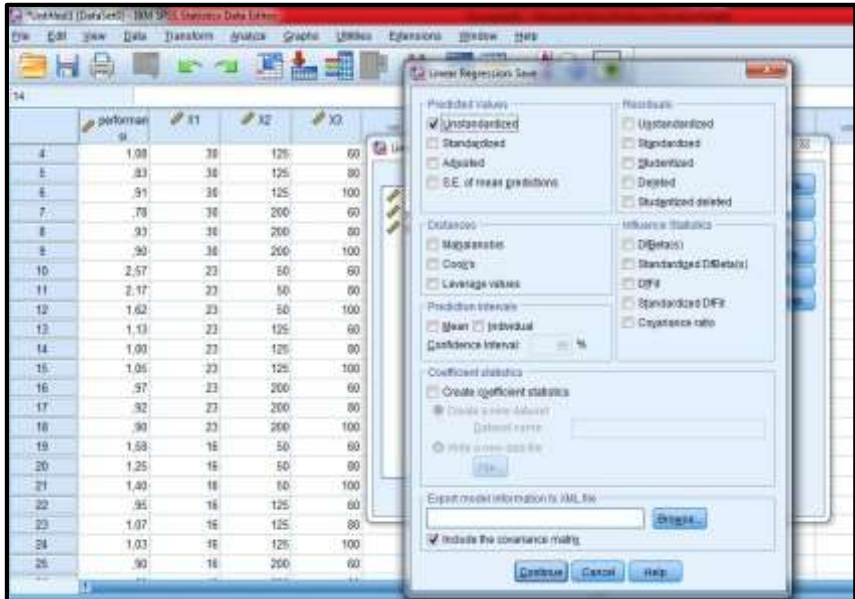
Gambar 4.7 Menu Dari *Statistics*.

8. Klik *plots* kemudian masukkan *Dependent* pada tabel Y, dan *Adjpred* pada tabel X lalu klik *continue*.



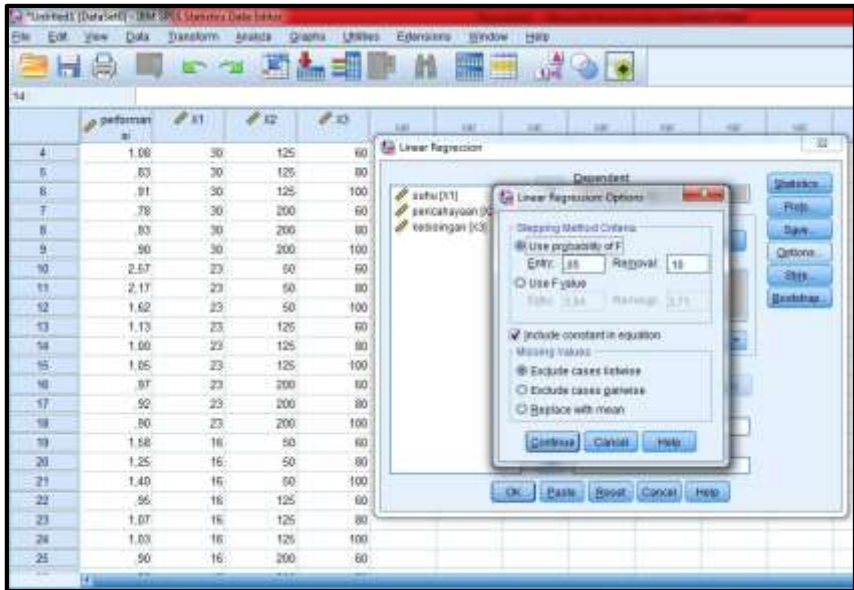
Gambar 4.8 Menu dari *Plots*.

9. Kemudian klik *save* dan klik *unstandardized* pada tabel *predicted value* lalu klik *continue*.



Gambar 4.9 Menu Dari Save.

10. Klik *options* masukkan *entry* 0,05 dan *removal* 0,10 pada *stepping method* i lalu klik *continue*, seperti pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Menu Dari *Options*.

11. Maka akan keluar secara otomatis data yang telah kita *input* menjadi suatu analisa hasil uji normalitas dengan menggunakan *software* SPSS.

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,825	1,338		-1,364	,186
	suhu	,090	,035	,375	2,585	,017
	pencahayaan	-,014	,003	-,608	-4,192	,000
	kebisingan	-,007	,012	-,086	-,596	,557

a. Dependent Variable: performansi

Gambar 4.11 *Output Coefficients* Data.

## 9.5. Hasil Uji Linier *Regression* Dengan *Software* SPSS

Berikut ini adalah hasil dari uji linier *regression* dengan menggunakan *software* SPSS yang didapatkan sebagai berikut.

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,825	1,338		1,364	,186
	suhu	,090	,035	,375	2,585	,017
	pencahayaannya	-,014	,003	-,608	-4,192	,000
	kebisingan	-,007	,012	-,086	-,596	,557

a. Dependent Variable: performansi

Gambar 4.12 Hasil *Coefficients* Pada Uji Linier *Regression*

Dari gambar 4.12 diatas diperoleh nilai sebagai berikut :

1. Nilai B pada performansi adalah 1.825, karena dalam gambar terdapat nilai konstanta yang berarti nilai tersebut tetap.
2. Nilai A pada suhu adalah 0,090, disini bernilai *plus(+)* adalah kemungkinan waktu produksi bisa bertambah.
3. Nilai A pada pencahayaan adalah -0,014, disini bernilai *minus(-)* adalah kemungkinan waktu produksi bisa berkurang.
4. Nilai A pada kebisingan adalah -0,007, disini bernilai *minus(-)* adalah kemungkinan waktu produksi bisa berkurang.

## **BAB. 10**

# **BIOMEKANIKA**

### **10.1. Pengertian Biomekanika**

Menurut Irzal (2016), biomekanika merupakan ilmu yang menggunakan hukum-hukum fisika dan konsep konsep mekanika untuk mendeskripsikan gerakan dan gaya pada berbagai macam bagian tubuh ketika melakukan aktivitas.

Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi dan fisiologi. Biomekanika menyangkut tubuh manusia dan hampir semua tubuh makhluk hidup. Dalam praktiknya biomekanika mempelajari kekuatan, ketahanan, dan ketelitian manusia dalam melakukan kerjanya. Biomekanika juga mengkaji hubungan pekerja dengan perlengkapan kerjanya, lingkungan kerja dan sebagainya (Soleman, 2011).

Biomekanika merupakan studi tentang karakteristik karakteristik tubuh manusia dalam istilah mekanik. Biomekanika dioperasikan pada tubuh manusia baik saat tubuh dalam keadaan statis ataupun dalam keadaan dinamis

Biomekanika menggunakan hukum-hukum mengenai konsep fisik dan teknik untuk menggambarkan gerakan yang dialami oleh bagian-bagian tubuh yang beragam dan aksi gaya pada bagian bagian tubuh tersebut selama melakukan aktivitas harian normal. Dilihat dari defenisi tersebut, biomekanika adalah aktifitas multi disipliner (Soleman, 2011). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi biomekanika yaitu :

- 1) Umur, Jenis kelamin, suku bangsa.
- 2) Sikap kerja.
- 3) Jenis kerja.

## **10.2 Sistem kardiovaskular**

Peningkatan intensitas kerja fisik menentukan kebutuhan akan tambahan energi yang dapat berlangsung melalui peningkatan konsumsi oksigen. Untuk memenuhi hal ini, frekuensi kontraksi jantung akan bertambah, sabagaimana terukur dari kenaikan denyut jantung. Kenaikan konsumsi oksigen dan jantung cenderung bersifat linear, khususnya untuk beban kerja yang tidak terlalu rintang ataupun terlalu berat. Untuk pekerjaan dengan beban yang sama, denyut jantung cenderung akan lebih rendah apabila pekerjaan tersebut dikerjakan dengan memanfaatkan otot-otot yang lebih besar. Hubungan antara konsumsi oksigen dan denyut jantung juga dipengaruhi oleh temperatur lingkungan kerja. Denyut jantung akan



lebih tinggi saat pekerjaan dilakukan di tempat panas (Iridiastadi, 2014).

Peningkatan denyut jantung terjadi tidak hanya karena adanya kenaikan beban kerja, tetapi juga dapat disebabkan oleh adanya komponen kerja statis (kontraksi isometris). Kerja otot yang relatif statis (dengan kontraksi di atas 20% kontraksi maksimal) menyebabkan tertekannya pembuluh darah kapiler, sehingga dalam beberapa saat aja, aliran darah menjadi sangat terbatas (ischemia) atau bahkan tertutup sama sekali. Hal ini akan berdampak pada minimnya ketersediaan oksigen serta penumpukan sisa metabolisme pada otot yang tengah bekerja. Akibatnya, rasa sakit akan muncul dan kontraksi otot terpaksa harus berakhir. Fenomena seperti ini dapat diamati, misalnya saat seseorang secara terus-menerus memegang peralatan kerja dengan posisi lengan di atas ketinggian dada (iridiastadi, 2014).

Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum oleh Rodahl (1989) dalam Widodo, S (2008) didefinisikan sebagai *Heart Rate Reverse (HR Reverse)* yang diekspresikan dalam presentase.

Menurut Purbari (2019), penilaian klasifikasi tingkatan beban kerja tidak langsung dapat ditentukan dari prosentase beban kardiovaskular (%CVL). Nilai %CVL dihitung dari tingkatan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum, dengan rumus sebagai berikut:

$$\% CVL = \left( \frac{\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \right) \times 100\%$$

Sumber: Purbasari, 2019

Di mana perhitungan denyut nadi maksimum adalah sebagai berikut:

Laki-laki = 220 – umur

Wanita = 200 – umur

Sumber: Purbasari, 2019

Klasifikasi beban kerja berdasarkan %CVL telah ditetapkan sebagai berikut:

Tabel 2.3 Klasifikasi Beban Kerja Berdasarkan %CVL

Rentang	Klasifikasi
< 30%	Tidak terjadi kelelahan
30% s.d < 60%	Diperlukan Perbaikan
60% s.d < 80%	Kerja dalam waktu singkat
80% s.d < 100%	Diperlukan tindakan segera
> 100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

### 10.3. Pengukuran Fisiologis

Proses pengukuran fisiologis merupakan sebuah cara atau metode untuk menghitung kebutuhan waktu istirahat, *cardiovascular load*, serta hubungan denyut jantung dengan energi expenditure dari sebuah aktivitas yang dilakukan manusia. Energi expenditure dapat diartikan sebagai pengeluaran energy total individu yang berasal dari

tiga komponen, yaitu metabolisme basal (penggunaan energy pada saat istirahat), efek konsumsi makanan dan aktivitas fisik.

### 10.3.1. Kebutuhan Waktu Istirahat

Kebutuhan waktu istirahat dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{T(W - S)}{W - 1.5}$$

Dimana:

R = Istirahat yang dibutuhkan dalam menit (*recovery*)

T = Total waktu kerja dalam menit

W = Konsumsi energi rata-rata untuk bekerja dalam kkal/menit

S = Pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan dalam kkal/menit (biasanya 4 atau 5 kkal/menit)

#### a. Percobaan Pertama

Diketahui:

T = 3 menit 47 detik = 3,78 menit

S = 29 kal/menit

Ditanya: R ?

Jawab:

$$W = \frac{S}{T}$$

$$W = \frac{29}{3,78}$$

$$W = 7,67 \text{ menit}$$

Maka

$$R = \frac{T(W - S)}{W - 1.5}$$

$$R = \frac{3,78 (7,67 - 4)}{7,67 - 1.5}$$

$$R = \frac{3,78 \cdot (3,67)}{6,17}$$

$$R = \frac{13,87}{6,17}$$

$$R = 2,25 \text{ Menit}$$

b. Percobaan Kedua

Diketahui:

$$T = 4 \text{ menit } 14 \text{ detik} = 4,23 \text{ menit}$$

$$S = 48 \text{ kal/menit}$$

Ditanya: R ?

Jawab:

$$W = \frac{S}{T}$$

$$W = \frac{48}{4,23}$$

$$W = 11,35 \text{ menit}$$

Maka

$$R = \frac{T(W - S)}{W - 1.5}$$

$$R = \frac{4,23(11,35 - 4)}{11,35 - 1.5}$$

$$R = \frac{4,23 \cdot (7,35)}{9,85}$$

$$R = \frac{31,09}{9,85}$$

$$R = 3,16 \text{ Menit}$$

### 10.3.2. Metode *Cardiovascular Load*.

Metode *Cardiovascular Load* merupakan metode analisa beban kerja fisik, yang membandingkan denyut nadi maksimal dengan denyut nadi kerja. Adapun rumus perhitungan *cardiovascularload* dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$CVL = \frac{(\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat}) \times 100\%}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}}$$

#### a. Percobaan pertama

Diketahui:

Denyut nadi kerja = 121

Denyut nadi istirahat = 76

Denyut nadi maksimum = 140

Ditanya: CVL (*cardiovascular*) ?

Jawab:

$$\begin{aligned} CVL &= \frac{(121 - 76) \times 100\%}{140 - 76} \\ &= \frac{(45) \times 100\%}{64} \\ &= \frac{4500\%}{64} \end{aligned}$$

$$= 70,31 \%$$

b. Percobaan kedua

Diketahui:

Denyut nadi kerja = 143

Denyut nadi istirahat = 75

Denyut nadi maksimum = 140

Ditanya: CVL (*cardiovascular*) ?

Jawab:

$$\begin{aligned} CVL &= \frac{(143 - 75) \times 100\%}{140 - 75} \\ &= \frac{(68) \times 100\%}{65} \\ &= \frac{6800 \%}{65} \\ &= 104,62 \% \end{aligned}$$

### 10.3.3. Hubungan Denyut Jantung Dengan Energi Expenditur(Kuantitatif)

Dengan melihat data hasil praktikum modul biomekanika menggunakan alat *tread mill*, kita mencari hubungan antara hubungan denyut jantung dengan energi expenditur. Untuk menghitungnya dapat menggunakan metode kuantitatif regresi kuadratis. Regresi kuadratis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y = K + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2$$

Dimana:

Y = energi expenditure (kilo kalori per menit)

K = Konstanta

X = kecepatan denyut jantung (denyut per menit)

1. percobaan pertama

Diketahui:

$$X = 121$$

Ditanya: Y ?

Jawab:

$$\begin{aligned} Y &= 1,80411 - 0,0229038 \cdot X + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038 \cdot 121 + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot (121)^2 \\ &= 1,80411 - 2,7713598 + 0,000471733 (14641) \\ &= -0,9672498 + 6,906642853 \\ &= 5,939393053 \end{aligned}$$

2. percobaan kedua

Diketahui:

$$X = 143$$

Ditanya: Y ?

Jawab:

$$\begin{aligned} Y &= 1,80411 - 0,0229038 \cdot X + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot X^2 \\ &= 1,80411 - 0,0229038 \cdot 143 + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot (143)^2 \\ &= 1,80411 - 3,2752434 + 0,000471733 (20449) \\ &= -1,4711334 + 9,646468117 \\ &= 8,175334717 \end{aligned}$$

#### 10.4. Hubungan denyut jantung dengan energiexpenditure (SPSS)

Dengan melihat data hasil praktikum modul biomekanika menggunakan alat *tread mill*, kita mencari hubungan antara hubungan denyut jantung dengan energi expenditur. Untuk menghitungnya dapat menggunakan metoderegresi linierdengan menggunakan bantuan *software SPSS*. Adapun data-datanya adalah sebagai berikut:

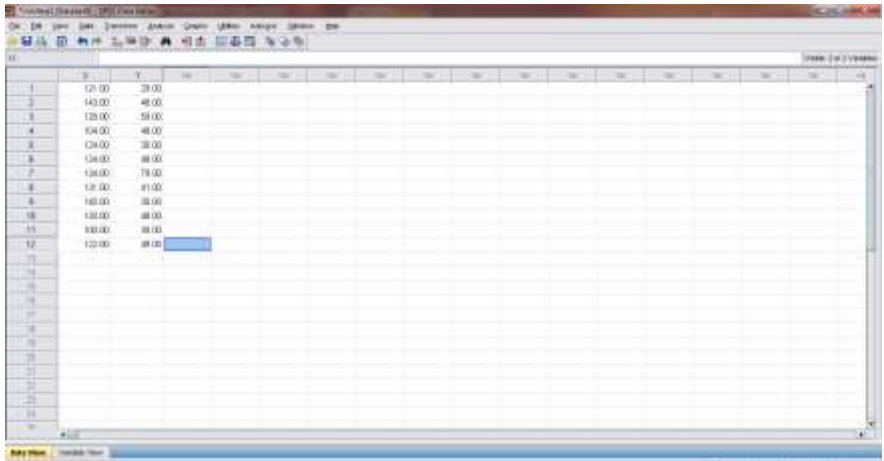
Tabel 4.1 Data Pengamatan Denyut Jantung dan Energi Expenditur

Praktikum	Denyut jantung (X)	Energi expenditur (Y)
1	121	29
2	143	48
3	128	59
4	104	48
5	124	30
6	134	48
7	134	79
8	131	41
9	140	30
10	120	48
11	100	30
12	122	49



Perhitungan hubungan denyut jantung dengan energi expenditur dengan menggunakan SPSS. Langkah-langkah nya yaitu sebagai berikut:

1. Masukkan semua data ke data *view*, dan akan muncul tampilan sebagai berikut:



The screenshot shows the SPSS Data Editor window with a data view. The data is organized into two columns, X and Y, with 12 rows of data. The X column contains values ranging from 120.00 to 154.00, and the Y column contains values ranging from 30.00 to 50.00. The cell containing the value 30.00 in the Y column of the 12th row is highlighted in blue.

	X	Y
1	120.00	30.00
2	140.00	40.00
3	120.00	50.00
4	154.00	40.00
5	120.00	30.00
6	154.00	40.00
7	120.00	50.00
8	140.00	40.00
9	140.00	30.00
10	120.00	40.00
11	100.00	30.00
12	120.00	30.00

Gambar 4.1 *input data, data view*

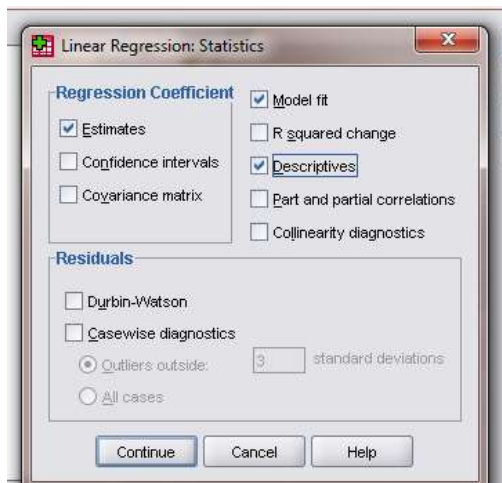
2. Klik *analyze* → *regression* → *linear*, dan akan muncul tampilan sebagai berikut:





Gambar 4.4 kotak dialog linear *regression* variabel X

5. Klik *statistic* → *estimates* → *model fit* → *descriptive* → *continue*.



Gambar 4.5 kotak linear *regression statistics*

6. Klik *plots* → masukkan *dependent* ke kotak y axis dan *adjpred* ke kotak x axis. Pilih histogram → *normal probability* → *continue*.



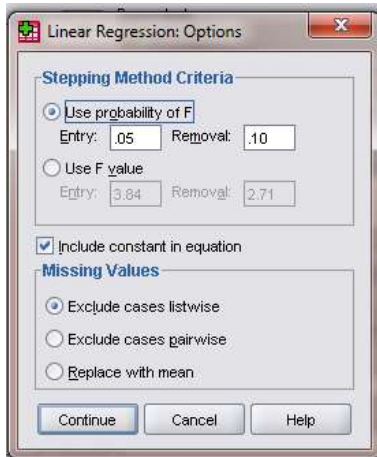
Gambar 4.6 kotak dialog linear *regression plots*

7. Klik *save* → Pada *Predictive value* pilih *unstandardized* → *continue*.



Gambar 4.7 kotak dialog linear *regression save*

8. Klik *options* → klik *continue*.



Gambar 4.8 dialog linear *regression options*

9. Kemudian klik ok, selanjutnya akan muncul *output* sebagai berikut:

### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Y	44.9167	14.61916	12
X	1.2508E2	13.04857	12

### Correlations

		Y	X
Pearson Correlation	Y	1.000	.259
	X	.259	1.000
Sig. (1-tailed)	Y	.	.208
	X	.208	.
N	Y	12	12
	X	12	12

### Variables Entered/Removed<sup>b</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X <sup>a</sup>	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Y

### ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	158.057	1	158.057	.721	.416 <sup>a</sup>
	Residual	2192.860	10	219.286		
	Total	2350.917	11			

a. Predictors: (Constant), X

b. Dependent Variable: Y

### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	8.580	43.013		.199	.846
	X	.291	.342	.259	.849	.416

a. Dependent Variable: Y

Gambar 4.9 *output* data perhitungan hubungan denyut jantung dengan energi expenditur menggunakan *Software* SPSS

**Residuals Statistics<sup>a</sup>**

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	37.6299	50.1215	44.9167	3.79062	12
Std. Predicted Value	-1.922	1.373	.000	1.000	12
Standard Error of Predicted Value	4.291	9.588	5.795	1.800	12
Adjusted Predicted Value	34.4454	54.1269	45.1990	4.81117	12
Residual	-1.9250E1	31.49304	.00000	14.11917	12
Std. Residual	-1.300	2.127	.000	.953	12
Stud. Residual	-1.455	2.275	-.008	1.034	12
Deleted Residual	-2.4126E1	36.02433	-.28237	16.69617	12
Stud. Deleted Residual	-1.555	3.106	.051	1.222	12
Mahal. Distance	.007	3.695	.917	1.212	12
Cook's Distance	.000	.372	.093	.121	12
Centered Leverage Value	.001	.336	.083	.110	12

a. Dependent Variable: Y

Gambar 4.9 *output* data perhitungan hubungan denyut jantung dengan energi expenditur menggunakan *Software SPSS*  
(Lanjutan...)

## **BAB. 11**

### **BEBAN KERJA (*WORK LOAD*)**

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuh berat tubuh, memungkinkan kita untuk dapat menggerakkan tubuh dan melakukan pekerjaan. Pekerjaan di satu pihak mempunyai arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi, sehingga mencapai kehidupan yang produktif sebagai salah satu tujuan hidup. Di pihak lain, dengan bekerja berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Dengan kata lain bahwa setiap pekerja merupakan beban bagi yang bersangkutan. Beban tersebut dapat berupa beban fisik maupun beban mental.

Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik terhadap kemampuan fisik, kemampuan kognitif maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Menurut Suma'mur (1984) bahwa kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda dari satu kepada yang lainnya dan sangat tergantung dari tingkat keterampilan, kesegaran jasmani, keadaan gizi, jenis kelamin, usia dan ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan.



## 11.1. Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja

Menurut Ridahl (1989), Adiputra (1998) dan Manuaba (2000) bahwa secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat kompleks, baik faktor internal maupun faktor eksternal.

### 11.1.1 Beban Kerja Karena Faktor Eksternal

Faktor eksternal beban kerja adalah beban kerja yang berasal dari luar tubuh pekerja. Yang termasuk beban kerja eksternal adalah tugas (task) itu sendiri, organisasi dan lingkungan kerja. Ketiga aspek ini sering disebut sebagai *stressor*

1. Tugas-tugas (task) yang dilakukan baik yang bersifat fisik seperti, stasiun kerja, tata ruang tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi atau medan kerja, sikap kerja, cara angkat-angkut, beban yang diangkat-angkut, alat bantu kerja, sarana informasi termasuk display dan control, alur kerja dll. Sedangkan tugas-tugas yang bersifat mental seperti, kompleksitas pekerjaan atau tingkat kesulitan pekerjaan yang mempengaruhi tingkat emosi pekerja, tanggung jawab pekerjaan dll.
2. Organisasi kerja yang dapat mempengaruhi beban kerja seperti, lamanya waktu kerja, waktu istirahat, kerja bergilir, kerja malam, sistem pengupahan, sistem kerja,

musik kerja, model struktur organisasi, pelimpahan tugas dan wewenang dll.

3. Lingkungan kerja yang dapat memberikan beban tambahan kepada pekerja adalah ;

- Lingkungan kerja fisik seperti; iklim mikro (suhu udara ambien, kelembaban udara, kecepatan angin, kelembapan udara, suhu radiasi), intensitas penerangan, intensitas kebisingan, vibrasi mekanis, dan tekanan udara.
- Lingkungan kerja kimiawi seperti; debu, gas-gas pencemar udara, uap logam, fume dalam udara dll.
- Lingkungan kerja biologis seperti; bakteri, virus dan parasit, jamur, serangga dll.
- Lingkungan kerja psikologis seperti; pemilihan dan penempatan tenaga kerja, hubungan antara pekerja dan pekerja, pekerja dengan atasan, pekerja dengan keluarga dan pekerja dengan lingkungan sosial yang berdampak kepada performansi kerja di tempat kerja.

#### 11.1.2 Beban Kerja Karena Faktor Internal

Faktor internal beban kerja adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh itu sendiri sebagai akibat adanya reaksi dari beban kerja eksternal. Reaksi tubuh tersebut dikenal sebagai

*strain*. Berat ringannya strain dapat dinilai baik secara obyektif maupun subyektif. Penilaian secara obyektif yaitu melalui perubahan reaksi fisiologis. Sedangkan penilaian subjektif dapat dilakukan melalui perubahan reaksi psikologis dan perubahan perilaku. Karena itu *strain* secara subjektif berkait erat dengan harapan, keinginan, kepuasan dan penilaian subjektif lainnya. Secara lebih ringkas faktor internal meliputi :

- a) Faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, kondisi kesehatan, status gizi); serta
- b) faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan dll)

## **11.2 Penilaian Beban Kerja Fisik**

Menurut Astrand & Rodahl (1977) dan Rodahl (1989) bahwa penilaian beban kerja fisik dapat dilakukan secara dua metode obyektif, yaitu metode penilaian langsung dan metode tidak langsung. Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan oksigen selama bekerja. Semakin berat beban kerja semakin banyak energi yang diperlukan atau dikonsumsi. Meskipun metode dengan menggunakan asupan oksigen lebih akurat, namun hanya dapat mengukur untuk waktu kerja yang singkat dan diperlukan peralatan yang cukup

mahal. Sedangkan metode pengukuran tidak langsung adalah dengan menghitung denyut nadi selama kerja.

Lebih lanjut Christensen (1991) dan Grandjean (1993) menjelaskan bahwa salah satu pendekatan untuk mengetahui berat ringannya beban kerja adalah dengan menghitung nadi kerja, konsumsi oksigen, kapasitas ventilasi paru dan suhu inti tubuh. Pada batas tertentu ventilasi paru, denyut jantung dan suhu tubuh mempunyai hubungan yang linier dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan. Kemudian Konz (1996) mengemukakan bahwa denyut jantung adalah suatu alat estimasi laju metabolisme yang baik, kecuali dalam keadaan emosi dan vasolodasi. Kategori berat ringannya beban kerja didasarkan pada metabolisme, respirasi, suhu dan denyut jantung menurut Christensen (1991) dapat dilihat pada tabel 7.1

Tabel 7.1 Kategori Beban Kerja Berdasarkan Metabolisme, Respirasi, Suhu Tubuh dan Denyut Jantung

Kategori beban Kerja	Konsumsi Oksigen (l/min)	Ventilasi Paru(1/min)	Suhu (Rektal ( °C)	Denyut Jantung (denyut/min)
Ringan	0,5-1,0	11-20	37,5	75 – 100
Sedang	1,0-1,5	20-31	37,5-	100 – 125
Berat	1,5-2,0	31-43	38,0	125 – 150
Sangat berat	2,0-2,5	43-56	38,0-	150 – 175
	2,5-4,0	60-100	38,5	>175

Sangat berat sekali			38,5- 39,0 >39	
---------------------	--	--	----------------------	--

Sumber : *Christensen (1991:1699). Encyclopaedia of Occupational Health and Safety.II.O.Geneva*

Berat ringannya beban kerja yang diterima oleh seorang tenaga kerja dapat digunakan untuk menentukan berapa lama seorang tenaga kerja dapat melakukan aktivitas pekerjaannya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan. Di mana semakin berat beban kerja, maka akan semakin pendek waktu kerja seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan fisiologis yang berarti atau sebaliknya.

### **11.3 Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Jumlah Kebutuhan Kalori**

Salah satu kebutuhan utama dalam pergerakan otot adalah kebutuhan akan oksigen yang dibawa oleh darah ke otot untuk pembakaran zat dalam menghasilkan energi. Sehingga jumlah oksigen yang dipergunakan oleh tubuh untuk bekerja merupakan salah satu indikator pembebanan selama bekerja. Dengan demikian setiap aktivitas pekerjaan memerlukan energi yang dihasilkan dari proses pembakaran. Semakin berat pekerjaan yang dilakukan maka akan semakin besar pula energi yang dikeluarkan. Berdasarkan hal

tersebut maka besarnya jumlah kebutuhan kalori dapat digunakan sebagai petunjuk untuk menentukan berat ringannya beban kerja.

Berkaitan dengan hal tersebut, Menteri Tenaga Kerja melalui Keputusan Nomor 51 (1999) menetapkan kategori beban kerja menurut kebutuhan kalori sebagai berikut :

- Beban kerja ringan : 100-200 Kilo kalori/jam
- Beban kerja sedang : >200-350 Kilo kalori/jam
- Beban kerja berat : >350-500 Kilo kalori/jam

Kebutuhan kalori dapat dinyatakan dalam kalori yang dapat diukur secara tidak langsung dengan menentukan kebutuhan oksigen. Setiap kebutuhan 1 liter oksigen akan memberikan 4,8 Kilo kalori (Suma'mur, 1982). Sebagai dasar perhitungan dalam menentukan jumlah kalori yang dibutuhkan oleh seseorang dalam melakukan aktivitas pekerjaannya, dapat dilakukan melalui pendekatan atau taksiran kebutuhan kalori menurut jenis aktivitasnya. Taksiran kebutuhan kalori per jam untuk setiap kg badan dapat dilihat pada table 7.2

Tabel 7.2 Kebutuhan Kalori Per Jam Menurut Jenis Aktivitas

No.	Jenis Aktivitas	Kilo kalori/jam/kg Berat badan
1	Tidur	0,98
2	Duduk dalam keadaan istirahat	1,43
3	Membaca dengan intonasi keras	1,50
4	Berdiri dalam keadaan tenang	1,50
5	Menjahit dengan tangan	1,59
6	Berdiri dengan konsentrasi terhadap	1,63
7	sesuatu objek	1,69
8	Berpakaian	1,74
9	Menyanyi	1,93
10	Menjahit dengan mesin	2,00
11	Mengetik	2,06
12	Menyetrika (berat setrika $\pm$ 2,5 kg)	2,06
13	Mencuci peralatan dapur	2,41
14	Menyapu lantai dengan kecepatan $\pm$ 38	2,43
15	kali per menit	2,43
16	Menjilid buku	2,86
17	Pelatihaningan ( <i>light exercise</i> )	3,43
18	Jalan ringan kecepatan $\pm$ 3,9 km/jam	4,14
19	Pekerjaan kayu, logam dan pengecastan	4,28
20	dalam industri	5,20

21	Pelatihan sedang ( <i>moderate exercise</i> )	5,71
22	Jalan agak cepat dengan kecepatan	6,43
23	$\pm 5,6$ km/jam	6,86
24	Jalan turun tangga	7,14
25	Pekerjaan tukang batu	8,14
26	Pelatihan berat ( <i>heavy exercise</i> )	8,57
27	Penggergajian kayu secara manual	9,28
28	Berenang	15,80
	Lari dengan kecepatan $\pm 8$ km/jam	
	Pelatihan sangat berat ( <i>very heavy exercise</i> )	
	Berjalan sangat cepat dengan kecepatan $\pm 8$ km/jam	
	Jalan naik tangga	

Sumber: *Suma'mur (1982) dikutip dari Sherman, H.C Chemistry food and Nutrition*



## BAB. 12

# ANALISA PERANCANGAN KURSI KULIAH YANG ERGONOMIS

### 12.1. Data Hasil Pengamatan

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai implementasi metode Anthropometri untuk menciptakan kursi kuliah yang ergonomis dan sesuai dengan dimensi tubuh mahasiswa Teknik Industri Angkatan Tahun 2017. Adapun data yang dicari adalah dimensi: Tinggi Duduk Tegak (TDT), Jangkauan Tangan Depan (JTD), Lebar Bahu (LB), Panjang Tangan (PT).

Tabel 3.1 Data Hasil Pengamatan

No	Nama	Data Pengamatan			
		TDT (cm)	JTD (cm)	LB (cm)	PT (cm)
1	Didin	66,4	82,5	38,5	19
2	Arbaun	68	76	36,5	18
3	Ika	64	77	36,5	16
4	Sakinah	67,2	77,2	38	17
5	Ardi	69	82	38	16
	$\Sigma X$	334,6	394,7	187,5	86
	$(\Sigma X)^2$	22.405	31.195,	7.034,7	1.486

	,8	09	5	
$\Sigma X^2$	111.95	155.788	35.156,	7.396
	7,16	,09	25	
X	66,92	78,94	37,5	17,2

## 12.2. Langkah Kerja

Adapun langkah kerja dari praktikum perancangan sistem kerja dan ergonomi modul *anthropometri* dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Menetapkan manusia yang akan diukur anggota tubuh badannya.
3. Menyiapkan kertas untuk mencatat hasil pengukuran.
4. Melakukan proses pengukuran dimensi tubuh yang akan diukur menggunakan alat *anthropometer*.

## 12.3. Pengolahan Data

Pada pengolahan data ini akan menghitung kecukupan data, waktu deviasi, BKA,BKB, dan persentil. Dalam beberapa pengukuran yaitu Tinggi Duduk Tegak (TDT), Jangkauan Tangan Depan (JTD), Lebar Bahu (LB), Panjang Tangan (PT).

### 12.3.1. Pengukuran Tinggi Duduk Tegak (TDT)

Pada proses pengukuran tinggi duduk tegak ini akan dijelaskan mengenai perhitungan kecukupan data, *standard* deviasi, uji

keseagaman data, dan persentil dari praktikum modul antropometri.

Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Pengukuran Tinggi Duduk Tegak

No	Nama	Tinggi Duduk Tegak
1	Didin	66,4
2	Arba'un	68
3	Ika	64
4	Sakinah	67,2
5	Ardi	69

$$\Sigma X = 334,6$$

$$(\Sigma X)^2 = 111957,16$$

$$\Sigma X^2 = 22405,8$$

$$\bar{X} = 66,92$$

$$k = 2$$

$$s = 0,05$$

#### 1. Kecukupan Data

Berikut ini adalah perhitungan kecukupan data pada pengukuran tinggi duduk tegak :

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2$$
$$= \left[ \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{5 \cdot (22405,8) - (111957,16)}}{334,6} \right]^2$$

$$\begin{aligned}
&= \left[ \frac{40\sqrt{112029 - 111957,16}}{334,6} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{40\sqrt{71,84}}{334,6} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{40 \times 8,48}{334,6} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{339,2}{334,6} \right]^2 \\
&= [1,013]^2 \\
&= 1,03 \text{ (Data cukup) karena } N' < n.
\end{aligned}$$

## 2. Uji Keseragaman Data

Berikut ini adalah perhitungan *standard* deviasi pada pengukuran tinggi duduk tegak :

$$\begin{aligned}
\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \\
&= \sqrt{\frac{(66,4 - 66,92)^2 + (68 - 66,92)^2 + (64 - 66,92)^2 + (67,2 - 66,92)^2 + (69 - 66,92)^2}{5 - 1}} \\
&= \sqrt{\frac{(-0,52)^2 + (1,08)^2 + (-2,92)^2 + (0,28)^2 + (2,08)^2}{4}} \\
&= \sqrt{\frac{0,27 + 1,17 + 8,53 + 0,08 + 4,33}{4}}
\end{aligned}$$

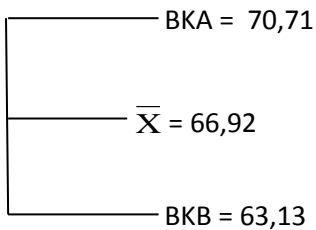
$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{14,38}{4}} \\
 &= \sqrt{3,59} \\
 &= 1,90
 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan BKA dan BKB pada pengukuran tinggi duduk tegak :

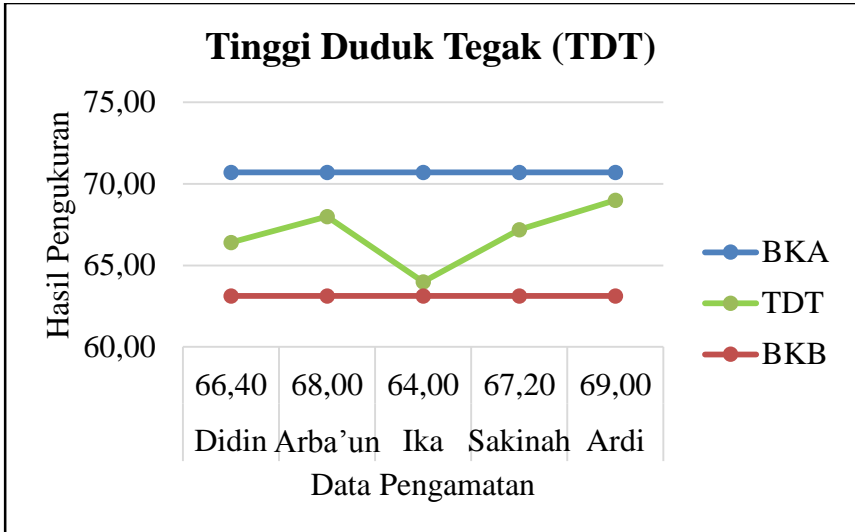
$$BKA = \bar{X} + k \times \sigma = 66,92 + (2 \times 1,90) = 66,92 + 3,79 = 70,71$$

$$BKB = \bar{X} - k \times \sigma = 66,92 - (2 \times 1,90) = 66,92 - 3,79 = 63,13$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil uji keseragaman data adalah :



Berikut adalah gambar grafik dalam perhitungan antropometri pengukuran Tinggi Duduk Tegak (TDT).



Gambar 4.1 Grafik Pengukuran Tinggi Duduk Tegak (TDT)

Dari hasil kesimpulan diatas dapat dikatakan bahwa tidak ada data ekstrim pada tabel pengamatan pengukuran tinggi duduk tegak.

### 3. Menghitung Persentil

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 5\%} &= \bar{X} - (1,645 \times \sigma) \\
 &= 66,92 - (1,645 \times 1,90) \\
 &= 66,92 - 3,12 \\
 &= 63,80
 \end{aligned}$$

$$\text{Persentil 50\%} = \bar{X} = 66,92$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 95\%} &= \bar{X} + (1,645 \times \sigma) \\
 &= 66,92 + (1,645 \times 1,90) \\
 &= 66,92 + 3,12 \\
 &= 70,04
 \end{aligned}$$

### 12.3.2. Pengukuran Jangkauan Tangan Depan (JTD)

Pada proses pengukuran jangkauan tangan depan ini akan dijelaskan mengenai perhitungan kecukupan data, *standard* deviasi, uji keseragaman data, dan persentil dari praktikum modul antropometri. Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Jangkauan Tangan Depan

No	Nama	Jangkauan Tangan Depan
1	Didin	82,5
2	Arba'un	76
3	Ika	77
4	Sakinah	77,2
5	Ardi	82

$$\Sigma X = 394,7$$

$$(\Sigma X)^2 = 155788,09$$

$$\Sigma X^2 = 31195,09$$

$$\bar{X} = 78,94$$

$$k = 2$$

$$s = 0,05$$

#### 1. Kecukupan Data

Berikut ini adalah perhitungan kecukupan data pada jangkauan tangan depan:

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2$$

$$\begin{aligned}
&= \left[ \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{5 \cdot (31195,09) - (155788,09)}}{394,7} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{40 \sqrt{155975,45 - 155788,09}}{394,7} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{40 \sqrt{187,36}}{394,7} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{40 \times 13,69}{394,7} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{547,6}{394,7} \right]^2 \\
&= [1,39]^2 \\
&= 1,92 \text{ (Data cukup) karena } N' < n.
\end{aligned}$$

## 2. Uji Keseragaman Data

Berikut ini adalah perhitungan *standarddeviasi* pada pengukuran jangkauan tangan depan:

$$\begin{aligned}
\sigma &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \\
&= \sqrt{\frac{(82,5 - 78,94)^2 + (76 - 78,94)^2 + (77 - 78,94)^2 + (77,2 - 78,94)^2 + (82 - 78,94)^2}{5 - 1}} \\
&= \sqrt{\frac{(3,56)^2 + (-2,94)^2 + (-1,94)^2 + (-1,74)^2 + (3,06)^2}{4}}
\end{aligned}$$



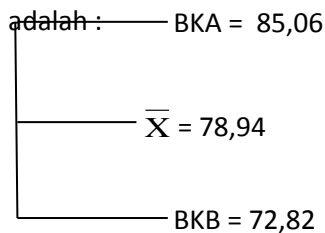
$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\frac{12,67 + 8,64 + 3,76 + 3,03 + 9,36}{4}} \\
&= \sqrt{\frac{37,46}{4}} \\
&= \sqrt{9,37} \\
&= 3,06
\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan BKA dan BKB pada pengukuran jangkauan tangan depan :

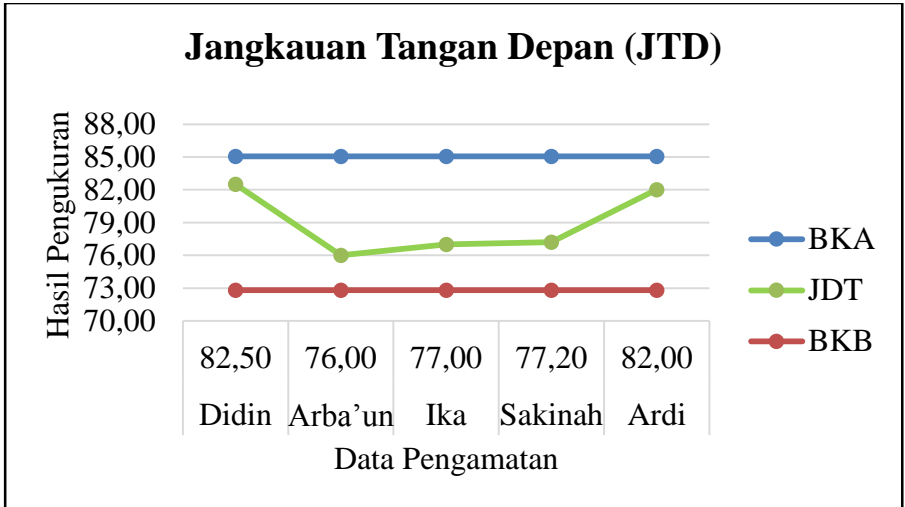
$$\text{BKA} = \bar{X} + k \times \sigma = 78,94 + (2 \times 3,06) = 78,94 + 6,12 = 85,06$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - k \times \sigma = 78,94 - (2 \times 3,06) = 78,94 - 6,12 = 72,82$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil uji keseragaman data



Berikut adalah gambar grafik dalam perhitungan antropometri pengukuran Jangkauan Tangan Depan (JTD).



Gambar 4.2 Grafik Pengukuran Jangkauan Tangan Depan (JTD)

Dari hasil kesimpulan diatas dapat dikatakan bahwa tidak ada data ekstrim pada tabel pengamatan pengukuran jangkauan tangan depan.

## 2. Menghitung Persentil

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 5\%} &= \bar{X} - (1,645 \times \sigma) \\
 &= 78,94 - (1,645 \times 3,06) \\
 &= 78,94 - 5,03 \\
 &= 73,91
 \end{aligned}$$

$$\text{Persentil 50\%} = \bar{X} = 78,94$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 95\%} &= \bar{X} + (1,645 \times \sigma) \\
 &= 78,94 + (1,645 \times 3,06) \\
 &= 78,94 + 5,03 \\
 &= 83,9
 \end{aligned}$$

### 12.3.3. Pengukuran Lebar Bahu (LB)

Pada proses pengukuran lebar bahu ini akan dijelaskan mengenai perhitungan kecukupan data, *standard* deviasi, uji keseragaman data, dan persentil dari praktikum modul antropometri. Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data Pengukuran Lebar Bahu

No	Nama	Lebar Bahu
1	Didin	38,5
2	Arba'un	36,5
3	Ika	36,5
4	Sakinah	38
5	Ardi	38

$$\Sigma X = 187,5$$

$$(\Sigma X)^2 = 35156,25$$

$$\Sigma X^2 = 7034,75$$

$$\bar{X} = 37,5$$

$$k = 2$$

$$s = 0,05$$

#### 1. Kecukupan Data

Berikut ini adalah perhitungan kecukupan data pada pengukuran jangkauan tangan atas:

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2$$

$$\begin{aligned}
&= \left[ \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{5 \cdot (7034,75) - 35156,25}}{187,5} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{40 \sqrt{35173,75 - 35156,25}}{187,5} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{40 \sqrt{17,5}}{187,5} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{40 \times 4,18}{187,5} \right]^2 \\
&= \left[ \frac{167,2}{187,5} \right]^2 \\
&= [0,89]^2 \\
&= 0,80 \text{ (Data cukup) karena } N' < n.
\end{aligned}$$

## 2. Uji Keseragaman Data

Berikut ini adalah perhitungan *standard* deviasi pada pengukuran jangkauan tangan atas :

$$\begin{aligned}
\sigma &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \\
&= \sqrt{\frac{(38,5 - 37,5)^2 + (36,5 - 37,5)^2 + (36,5 - 37,5)^2 + (38 - 37,5)^2 + (38 - 37,5)^2}{5 - 1}} \\
&= \sqrt{\frac{(1)^2 + (-1)^2 + (-1)^2 + (0,5)^2 + (0,5)^2}{4}}
\end{aligned}$$

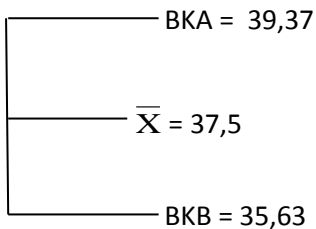
$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\frac{1 + 1 + 1 + 0,25 + 0,25}{4}} \\
&= \sqrt{\frac{3,5}{4}} \\
&= \sqrt{0,88} \\
&= 0,94
\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan BKA dan BKB pada pengukuran jangkauan tangan atas :

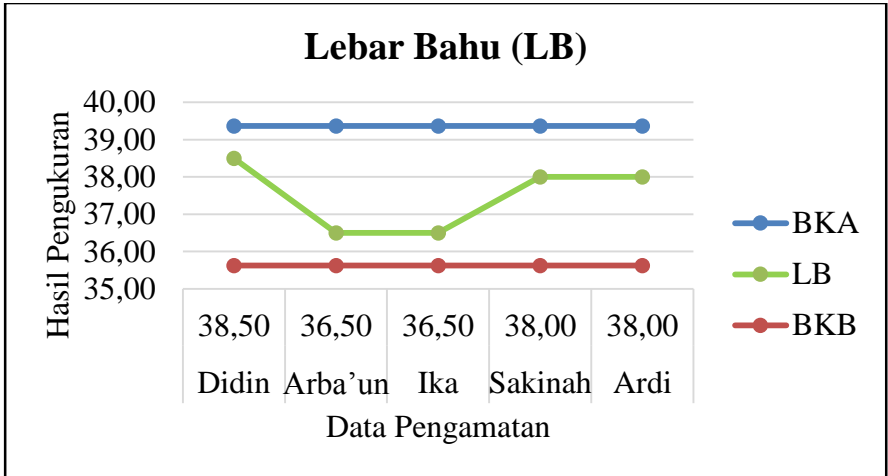
$$\text{BKA} = \bar{X} + k \times \sigma = 37,5 + (2 \times 0,94) = 37,5 + 1,87 = 39,37$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - k \times \sigma = 37,5 - (2 \times 0,94) = 37,5 - 1,87 = 35,63$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil uji keseragaman data adalah :



Berikut adalah gambar grafik dalam perhitungan antropometri pengukuran Lebar Bahu (LB).



Gambar 4.3 Grafik Pengukuran Lebar Bahu (LB)

Dari hasil kesimpulan diatas dapat dikatakan bahwa tidak ada data ekstrim pada tabel pengamatan pengukuran lebar bahu.

### 3. Menghitung Persentil

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 5\%} &= \bar{X} - (1,645 \times \sigma) \\
 &= 37,5 - (1,645 \times 0,94) \\
 &= 37,5 - 1,54 \\
 &= 35,96
 \end{aligned}$$

$$\text{Persentil 50\%} = \bar{X} = 37,5$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 95\%} &= \bar{X} + (1,645 \times \sigma) \\
 &= 37,5 + (1,645 \times 0,94) \\
 &= 37,5 + 1,54 \\
 &= 39,04
 \end{aligned}$$

### 12.3.4. Pengukuran Panjang Tangan (PT)

Pada proses pengukuran panjang tangan ini akan dijelaskan mengenai perhitungan kecukupan data, *standard* deviasi, uji keseragaman data, dan persentil dari praktikum modul antropometri. Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Data Pengukuran Panjang Tangan

No	Nama	Panjang Tangan
1	Didin	19
2	Arba'un	18
3	Ika	16
4	Sakinah	17
5	Ardi	16

$$\Sigma X = 86$$

$$(\Sigma X)^2 = 7396$$

$$\Sigma X^2 = 1486$$

$$\bar{X} = 17,20$$

$$k = 2$$

$$s = 0,05$$

#### 1. Kecukupan Data

Berikut ini adalah perhitungan kecukupan data pada pengukuran panjang tangan dalam posisi duduk tegak :

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{5 \cdot (1486) - 7396}}{86} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{7430 - 7396}}{86} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \sqrt{34}}{86} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{40 \times 5,83}{86} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{233,2}{86} \right]^2$$

$$= [2,71]^2$$

= 7,34(Data tidak cukup),  $N' > n$  maka perlu dilakukan pengambilan data lagi agar data tersebut cukup atau  $N = N' + n$

## 2. Uji Keseragaman Data

Berikut ini adalah perhitungan *standard* deviasi pada pengukuran panjang tangan:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(19 - 17,2)^2 + (18 - 17,2)^2 + (16 - 17,2)^2 + (17 - 17,2)^2 + (16 - 17,2)^2}{4 - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(1,8)^2 + (0,8)^2 + (-1,2)^2 + (-0,2)^2 + (-1,2)^2}{4}}$$



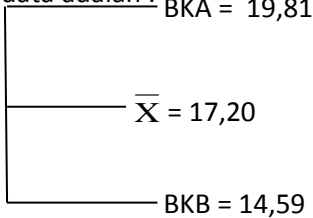
$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\frac{3,24 + 0,64 + 1,44 + 0,04 + 1,44}{4}} \\
&= \sqrt{\frac{6,8}{4}} \\
&= \sqrt{1,7} \\
&= 1,30
\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan BKA dan BKB pada pengukuran panjang tangan :

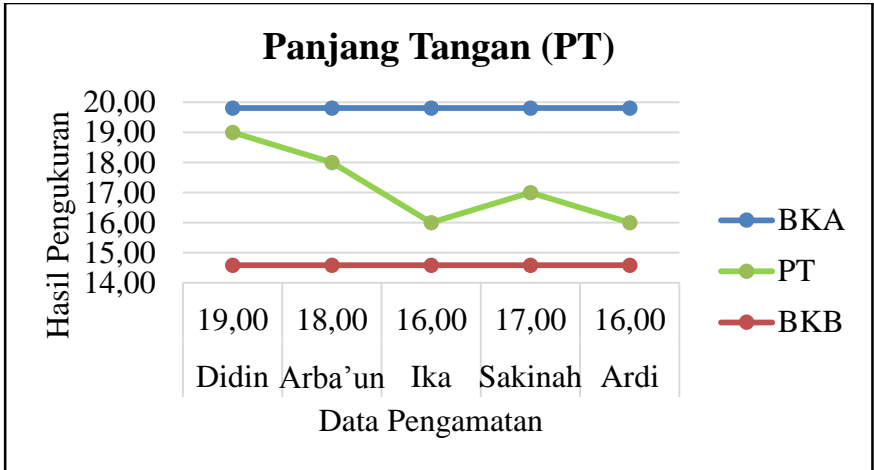
$$\text{BKA} = \bar{X} + k \times \sigma = 17,20 + (2 \times 1,30) = 17,20 + 2,61 = 19,81$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - k \times \sigma = 17,20 - (2 \times 1,30) = 17,20 - 2,61 = 14,59$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil uji keseragaman data adalah :



Berikut adalah gambar grafik dalam perhitungan antropometri pengukuran Panjang Tangan (PT).



Gambar 4.4 Grafik Pengukuran Panjang Tangan (PT)

Dari hasil kesimpulan diatas dapat dikatakan bahwa tidak ada data ekstrim pada tabel pengamatan pengukuran panjang tangan.

### 3. Menghitung Persentil

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 5\%} &= \bar{X} - (1,645 \times \sigma) \\
 &= 17,20 - (1,645 \times 1,30) \\
 &= 17,20 - 2,14 \\
 &= 15,06
 \end{aligned}$$

$$\text{Persentil 50\%} = \bar{X} = 17,20$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentil 95\%} &= \bar{X} + (1,645 \times \sigma) \\
 &= 17,20 + (1,645 \times 1,30) \\
 &= 17,20 + 2,14 \\
 &= 19,34
 \end{aligned}$$

#### 12.4. Analisis Data

Dari hasil pengamatan terdapat empat sub kerja yang diamati yaitu Tinggi Duduk Tegak (TDT), Jangkauan Tangan Depan (JTD), Lebar Bahu (LB), Panjang Tangan (PT). Berikut ini adalah hasil dari analisa data yang dihasilkan dari pengamatan :

Dari hasil perhitungan pada pengukuran dimensi tinggi badan saat duduk tegak (TDT), diperoleh kecukupan data 1,03, *standard* deviasiasi sebesar 1,90 dengan BKA sebesar 70,71 cm dan BKB sebesar 63,13 cm, persentil ke-5 sebesar 63,80 cm persentil ke-50 sebesar 66,92 cm, dan persentil ke-95 sebesar 70,04 cm.

Dari pengolahan data proses pengukuran jangkauan tangan depan menunjukkan bahwa kecukupan data sebesar 1,92 kemudian *standard* deviasinya adalah 3,06, BKA sebesar 85,06 cm, BKB sebesar 72,82 cm, persentil ke-5 sebesar 73,91 cm, persentil ke-50 sebesar 78,94 cm, persentil ke-95 sebesar 83,97 cm.

Dari pengolahan data proses pengukuran lebar bahu menunjukkan bahwa kecukupan data sebesar 0,80 kemudian *standard* deviasinya adalah 0,94, BKA sebesar 39,37 cm, BKB sebesar 35,63 cm, persentil ke-5 sebesar 35,96 cm, persentil ke-50 sebesar 37,50 cm, persentil ke-95 sebesar 39,04 cm.

Dari pengolahan data proses pengukuran panjang tangan menunjukkan bahwa kecukupan data 7,34 kemudian *standard* deviasinya adalah 1,30, BKA sebesar 19,81 cm, BKB sebesar 14,59 cm,

persentil ke-5 sebesar 15,06 cm, persentil ke-50 sebesar 17,20 cm, persentil ke-95 sebesar 19,34 cm.

## **12.5. Kesimpulan**

Dari hasil perhitungan dimensi tubuh untuk merancang kursi yang ergonomis, maka kesimpulan yang didapat sebagai berikut:

1. Ada beberapa sumber variabilitas yang akan mengakibatkan perbedaan pada pengukuran dimensi tubuh manusia antar satu dengan lainnya, yaitu:
  - a. Umur.
  - b. Jenis Kelamin.
  - c. Suku Bangsa.
  - d. Postur Tubuh.
  - e. Cacat Tubuh
  - f. Tebal Tipis Pakaian
  - g. Kehamilan
2. Berikut adalah hasil pengukuran dimensi tubuh yang dilakukan berdasarkan perhitungan persentil.
  - a. Pada pengukuran Tinggi Duduk Tegak (TDT) didapatkan pengukuran pada persentil 5% adalah 63,80, pada persentil 50% adalah 66,92 dan pada persentil 95% adalah 70,04.
  - b. Pada pengukuran Jangkauan Tangan Depan (JTD) didapatkan pengukuran pada persentil 5% adalah 73,91,

pada persentil 50% adalah 78,94 dan pada persentil 95% adalah 83,90.

- c. Pada pengukuran Lebar Bahu (LB) didapatkan pengukuran pada persentil 5% adalah 35,96, pada persentil 50% adalah 37,5 dan pada persentil 95% adalah 39,04.
  - d. Pada pengukuran Panjang Tangan (PT) didapatkan pengukuran pada persentil 5% adalah 15,06, pada persentil 50% adalah 17,20 dan pada persentil 95% adalah 19,34.
3. Dari hasil praktikum yang dilakukan, kita dapat merancang produk kursi kuliah yang ergonomis sesuai dengan nilai persentil yang didapat menggunakan pengukuran dimensi tubuh.



Pengambilan Data  
Lebar Bahu (LB)



Pengambilan Data  
Panjang Tangan (PT)



Pengambilan Data  
Tinggi Duduk Tegak  
(TDT)

## **BAB. 13**

# **PENERAPAN STUDY EKONOMI GERAKAN (MICROMOTION STUDY) GUNA MENGEFISIENKAN GERAKAN KERJA**

### **13.1 Studi Gerakan Untuk Menganalisa Metode Kerja**

Menurut Wignjosoebroto (2008), studi gerakan adalah studi tentang gerakan-gerakan yang dilakukan pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya. Dengan studi ini diperoleh gerakan-gerakan *standard* untuk penyelesaian suatu pekerjaan, yaitu rangkaian gerakan-gerakan yang efektif dan efisien. Untuk memperoleh hal itu maka perlu diperlukan perhatian terlebih dahulu kondisi pekerjaan yang ada yaitu kondisi pekerjaan yang memungkinkan dilakukan gerakan-gerakan kerja yang ergonomis.

Menurut Widodo (2013), efektifitas sebuah system produksi tidak hanya dilihat dari metode kerja, namun juga dari keseimbangan lintasan produksi. Ditemukan metode kerja terbaik dari *micromotion study* maka waktu siklus setiap stasiun kerja akan optimal sehingga tidak lagi terjadi penumpukan barang yang menunggu diproses pada stasiun kerja.






Studi gerakan umumnya diklasifikasikan ke dalam dua macam studi, yaitu *visual motion study* dan *micromotion study* umumnya lebih sering diaplikasikan karena dianggap jauh lebih ekonomis. Disini

hanya sekedar dilakukan pengamatan secara *visual* terhadap operasi kerja yang berlangsung dan kemudian dibuat suatu peta yang dikenal dengan operator *process chart*.

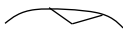



### 13.2 Gerakan Fundamental Untuk Pelaksanaan Kerja Manual


Menurut Sitohang (2015), Untuk mempermudah penganalisaan terhadap gerakan-gerakan yang akan dipelajari perlu dikenal terlebih dahulu gerakan-gerakan dasar yang membentuk kerja tersebut. Guna melaksanakan maksud ini, maka Frank dan Lillian Gilberth telah menciptakan simbol atau kode dari gerakan-gerakan dasar kerja yang dikenal dengan nama *therblig* (dieja dari nama Gilberth secara terbalik). Disini menguraikan gerakan-gerakan kerja kedalam 17 gerakan dasar *therblig*. Secara garis besar masing-masing *therblig* tersebut dapat didefinisikan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Macam-macam Elemen Gerakan *Therbligs*

No	Nama <i>Therblig</i>	Lambang Huruf	Kode Warna	Lambang Gambar
1	Mencari ( <i>Search</i> )	Sh	Black	
2	Memilih ( <i>Select</i> )	SI	Gray Light	
3	Memegang ( <i>Grasp</i> )	G	Lake Red	
4	Menjangkau ( <i>Transport Empty</i> )	TE	Olive Green	
5	Membawa dengan beban ( <i>Transport</i> )	TL	Green	



	<i>Loaded)</i>			
6	Memegang ( <i>Hold</i> )	H	Gold Ochre	—
7	Melepas ( <i>Release Load</i> )	RL	Carmine Red	
8	Mengarahkan ( <i>Position</i> )	P	Blue	9
9	Mengarahkan awal ( <i>Pre Position</i> )	PP	Sky Blue	
10	Memeriksa ( <i>Inspection</i> )	I	Burn Ochre	0
11	Merakit ( <i>Assemble</i> )	A	Violet, Heavy	≡≡≡
12	Mengurai rakit ( <i>Disassembly</i> )	DA	Violet	#
13	Memakai ( <i>Use</i> )	U	Purple	U
14	Keterlambatan yang tak terhindarkan ( <i>Unavoidable Delay</i> )	UD	Yellow Ochre	
15	Keterlambatan yang dapat dihindarkan ( <i>Avoidable Delay</i> )	AD	Lemon Yellow	9
16	Merencana ( <i>Plan</i> )	Pn	Brown	

17	Istirahat menghilangkan lelah ( <i>Rest</i> )	R	<i>Orange</i>	
----	---	---	---------------	---

Sumber: Setiawan, (2013)

### 13.3 Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan

Menurut Wignjosoebroto (2008), peta tangan kiri dan tangan kanan adalah peta kerja setempat yang bermanfaat untuk menganalisa gerakan tangan manusia didalam melakukan pekerjaan-pekerjaan yang bersifat manual. Peta ini akan menggambarkan semua gerakan ataupun *delay* yang terjadi yang dilakukan oleh tangan kanan maupun tangan kiri secara mendetail dengan elemen-elemen *therblig* yang membentuk gerakan tersebut. Dengan menganalisa detail gerakan yang terjadi maka langkah-langkah perbaikan bisa diusulkan.

Pembuatan peta kerja tangan kiri dan tangan kanan baru terasa bermanfaat apabila gerakan yang gerakan yang dianalisa tersebut terjadi berulang-ulang dan dilakukan secara manual. Dari analisa yang dibuat maka pola gerakan tangan yang dianggap tidak efisien dan bertentangan dengan prinsip-prinsip ekonomi gerakan bisa diusulkan untuk diperbaiki. Demikian pula akan diharapkan terjadi keseimbangan gerakan yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan, sehingga siklus kerja akan berlangsung dengan lancar.

Meskipun Franks dan Lillian Gilberth telah menyatakan bahwa gerakan-gerakan kerja manusia dilaksanakan dengan mengikuti 17

elemen dasar *therblig* dan atau kombinasi dari elemen-elemen *therblig* tersebut, akan tetapi dalam membuat peta kerja tangan kiri dan tangan kanan akan lebih efektif jika hanya 8 elemen *therblig* berikut ini yang digunakan, yaitu: *Reach* (RE), *Grasp* (G), *Move* (M), *Position* (P), *Use* (U), *Release* (RL), *Delay* (D) dan *Hold* (H).

Setelah semua gerakan tangan kanan dan tangan kiri selesai dipetakan untuk satu siklus kerja maka satu kesimpulan umum perlu dibuat pada bagian terbawah dari peta kerja ini, yaitu yang menunjukkan total siklus waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kerja, jumlah produk siklus kerja, dan total waktu penyelesaian kerja perunit produk. Jumlah total waktu kerja tangan kanan dan tangan kiri haruslah sama.

#### **13.4. Data Hasil Pengamatan**

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai data hasil pengamatan pada saat merakit *leggomobil* mainan dari praktikum perancangan sistem kerja dan ergonomi modul *micromotion study*. Terlihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

#### **13.5. Data Hasil Pengamatan Material Dengan Peletakan Tidak Beraturan**

Adapun data hasil pengamatan material dengan peletakan tidak beraturan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data Hasil Pengamatan Material Dengan Peletakan Tidak Beraturan

**Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan**

Pekerjaan		: Merakit Lego Mobil				Di Periksa Oleh					: Boy Isma Putra, ST., MM
Nomor Peta		: 01122018									
Departemen		: Teknik Industri									
No.	Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang Huruf	Lambang Gambar	Lambang Warna	Lambang Warna	Lambang Gambar	Lambang Huruf	Waktu (detik)	Tangan Kanan	
1	Memegang Bagian Dasar Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	2	Memilih Bagian Bawah	
2	Memegang Bagian Dasar Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡	A	2	Merakit Bagian Bawah	
3	Memegang Bagian Dasar Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Black	⊖	Sh	1	Mencari Bagian Bawah	
4	Memegang Bagian Dasar Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Bawah	
5	Memegang Bagian Dasar Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡	A	2	Merakit Bagian Bawah	
6	Memegang Bagian Dasar Rangka	3	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	3	Memilih Bagian Bawah	
7	Memegang Bagian Dasar Rangka	4	G	Ω	Lake Red	Brown	β	Pn	4	Merencanakan Rakitan Bagian Bawah	
8	Memegang Bagian Dasar Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡	A	1	Merakit Bagian Bawah	
9	Memegang Bagian Dasar Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	2	Memilih Bagian Bawah	
10	Memegang Bagian Dasar Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡	A	2	Merakit Bagian Bawah	
11	Memegang Bagian Dasar Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Bawah	
12	Memegang Bagian Dasar Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡	A	2	Merakit Bagian Bawah	
13	Memegang Bagian Dasar Rangka	3	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	3	Memilih Bagian Bawah	
14	Memegang Bagian Dasar Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡	A	2	Merakit Bagian Bawah	
15	Memegang Rangka	3	G	Ω	Lake Red	Brown	β	Pn	3	Merencanakan Bagian Bawah	
16	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	2	Memilih Bagian Bawah	
17	Memegang Bagian Depan	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Depan	
18	Memegang Bagian Depan	4	G	Ω	Lake Red	Brown	β	Pn	4	Merencanakan Rakitan	
19	Memegang Bagian Depan	3	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡	A	3	Merakit Bagian Depan	
20	Memegang Bagian Depan	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Depan	
21	Memegang Bagian Depan	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡	A	2	Merakit Bagian Depan	
22	Memegang Bagian Depan	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Depan	
















































Tabel 3.1 Data Hasil Pengamatan Material Dengan Peletakan Tidak Beraturan (Lanjutan)

Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan										
Pekerjaan : Merakit Lego Mobil					Di Periksa Oleh : Boy Isma Putra, ST., MM					
Nomor Peta : 01122018										
Departemen : Teknik Industri										
No.	Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang Huruf	Lambang Gambar	Lambang Warna	Lambang Warna	Lambang Gambar	Lambang Huruf	Waktu (detik)	Tangan Kanan
23	Memegang Bagian Depan	3	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	3	Merakit Bagian Depan
24	Memegang Bagian Depan	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Depan
25	Memegang Bagian Depan	5	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	5	Merakit Bagian Depan
26	Memegang Bagian Depan	2	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	2	Memilih Bagian Depan
27	Memegang Bagian Depan	1	G	Ω	Lake Red	Orange	Ɔ	R	1	Istirahat
28	Mengambil Bagian Rangka Bawah	3	RE	⌒	Olive Green	Lake Red	Ω	G	3	Memegang Bagian Depan
29	Memeriksa Rakitan Bagian Depan	2	I	∩	Burn Ochre	Burn Ochre	∩	I	2	Memeriksa Rakitan Bagian Depan
30	Memegang Bagian Rangka Bawah	3	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	3	Merakit Bagian Depan
31	Menaruh Rangka Bawah	2	RL	⌒	Carmine Red	Gray	→	SI	2	Memilih Bagian Samping Kanan
32	Memegang Bagian Samping Kanan	2	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	2	Memilih Bagian Samping Kanan
33	Memegang Bagian Samping Kanan	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	2	Merakit Bagian Samping Kanan
34	Menaruh Bagian Samping Kanan	2	RL	⌒	Carmine Red	Gray	→	SI	2	Memilih Bagian Samping Kiri
35	Menaruh Bagian Samping Kiri	2	RL	⌒	Carmine Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	2	Merakit Bagian Samping Kiri
36	Mengarahkan Bagian Samping Kanan	2	P	9	Blue	Blue	9	P	2	Mengarahkan Bagian Samping Kiri
37	Mengambil Bagian Rangka	2	RE	⌒	Olive Green	Olive Green	⌒	RE	2	Mengambil Bagian Samping Kanan
38	Memegang Bagian Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	2	Merakit Bagian Samping Kanan
39	Memegang Bagian Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Samping Kiri
40	Memegang Bagian Rangka	3	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	3	Merakit Bagian Samping Kiri
41	Menaruh Rangka	2	RL	⌒	Carmine Red	Orange	Ɔ	R	2	Istirahat
42	Istirahat	2	R	Ɔ	Orange	Brown	β	Pn	2	Merencanakan (Melihat Panduan)
43	Mengarahkan Bagian Samping Kiri	1	P	9	Blue	Black	9	Sh	1	Mencari Komponen
44	Mengarahkan Bagian Samping Kiri	1	P	9	Blue	Orange	Ɔ	R	1	Istirahat
45	Memegang Bagian Belakang	2	G	Ω	Lake Red	Violet	≡≡	DA	2	Mengurai Rakitan Bagian Belakang
46	Istirahat	2	R	Ɔ	Orange	Carmine Red	⌒	RL	2	Menaruh Bagian Belakang
47	Mencari Komponen	1	Sh	9	Black	Black	9	Sh	1	Mencari Komponen



**Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan**

Pekerjaan		: Merakit Lego Mobil				Di Periksa Oleh		: Boy Isma Putra, ST., MM		
Nomor Peta		: 01122018								
Departemen		: Teknik Industri								
No.	Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang Huruf	Lambang Gambar	Lambang Warna	Lambang Warna	Lambang Gambar	Lambang Huruf	Waktu (detik)	Tangan Kanan
48	Memilih Bagian Belakang	3	SI	→	Gray	Orange	⊞	R	3	Istirahat
49	Memegang Bagian Belakang	3	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	3	Memilih Bagian Belakang
50	Memegang Bagian Belakang	2	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	2	Memilih Bagian Belakang
51	Memegang Bagian Belakang	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	⊞	A	2	Merakit Bagian Belakang
52	Memegang Bagian Belakang	4	G	Ω	Lake Red	Brown	β	Pn	4	Merencanakan Bagian Belakang
53	Memegang Bagian Belakang	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	⊞	A	2	Merakit Bagian Belakang
54	Memegang Bagian Belakang	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Belakang
55	Memegang Bagian Belakang	3	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	⊞	A	3	Merakit Bagian Belakang
56	Mengambil Rangka	1	RE	⌒	Olive Green	Lake Red	Ω	G	1	Memegang Bagian Belakang
57	Memegang Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Tengah
58	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Carmine Red	⌒	RL	2	Menaruh Bagian Belakang
59	Memegang Rangka	3	G	Ω	Lake Red	Brown	β	Pn	3	Merencanakan Bagian Tengah
60	Mengambil Rangka	3	RE	⌒	Olive Green	Violet Heavy	⊞	A	3	Merakit Bagian Tengah
61	Mengambil Bagian Depan	2	RE	⌒	Olive Green	Lake Red	Ω	G	2	Memegang Rangka
62	Merakit Bagian Depan	5	A	⊞	Violet Heavy	Lake Red	Ω	G	5	Memegang Rangka
63	Memegang Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Depan
64	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	⊞	A	2	Merakit Bagian Depan
65	Memegang Rangka	3	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	3	Memilih Bagian Depan
66	Memegang Rangka	3	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	⊞	A	3	Merakit Bagian Belakang
67	Memegang Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Bagian Belakang
68	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	⊞	A	2	Merakit Bagian Belakang
69	Memegang Rangka	3	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	3	Memilih Bagian Belakang
70	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	⊞	A	2	Merakit Bagian Belakang
71	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	2	Memilih Bagian Belakang
72	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	⊞	A	2	Merakit Bagian Belakang

**Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan**

Pekerjaan : Merakit Lego Mobil						Di Periksa Oleh : Boy Isma Putra, ST., MM				
Nomor Peta : 01122018										
Departemen : Teknik Industri										
No.	Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang Huruf	Lambang Gambar	Lambang Warna	Lambang Warna	Lambang Gambar	Lambang Huruf	Waktu (detik)	Tangan Kanan
73	Menaruh Rangka	3	RL		Carmine Red	Black		Sh	3	Mencari Bagian Belakang
74	Istirahat	3	R		Orange	Black		Sh	3	Mencari Bagian Belakang
75	Istirahat	2	R		Orange	Gray		SI	2	Memilih Bagian Belakang
76	Memegang Bagian Belakang	1	G		Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Belakang
77	Memegang Bagian Belakang	6	G		Lake Red	Violet Heavy		A	6	Merakit Bagian Belakang
78	Mengambil Rangka	2	RE		Olive Green	Lake Red		G	2	Memegang Bagian Belakang
79	Memegang Rangka	4	G		Lake Red	Violet Heavy		A	4	Merakit Bagian Belakang
80	Merencanakan Bagian Belakang	11	Pn	$\beta$	Brown	Brown	$\beta$	Pn	11	Merencanakan Bagian Belakang
81	Memegang Rangka	2	G		Lake Red	Violet		DA	2	Mengurai Rakitan Bagian Belakang
82	Memegang Rangka	1	G		Lake Red	Violet Heavy		A	1	Merakit Bagian Belakang
83	Memegang Rangka	3	G		Lake Red	Violet Heavy		A	3	Merakit Bagian Belakang
84	Memegang Rangka	4	G		Lake Red	Gray		SI	4	Memilih Bagian Tengah
85	Memegang Rangka	4	G		Lake Red	Violet Heavy		A	4	Merakit Bagian Tengah
86	Memegang Rangka	5	G		Lake Red	Black		Sh	5	Mencari Komponen
87	Memegang Rangka	3	G		Lake Red	Gray		SI	3	Memilih Bagian Tengah
88	Memegang Rangka	3	G		Lake Red	Violet Heavy		A	3	Merakit Bagian Tengah
89	Memegang Rangka	2	G		Lake Red	Gray		SI	2	Memilih Bagian Tengah
90	Memegang Rangka	2	G		Lake Red	Violet Heavy		A	2	Merakit Bagian Tengah
91	Memegang Rangka	2	G		Lake Red	Violet		DA	2	Mengurai Rakitan Bagian Tengah
92	Memegang Rangka	2	G		Lake Red	Violet Heavy		A	2	Merakit Bagian Tengah
93	Memegang Rangka	6	G		Lake Red	Violet Heavy		A	6	Merakit Bagian Tengah
94	Memegang Rangka	1	G		Lake Red	Blue	9	P	1	Mengarahkan Roda
95	Memegang Rangka	2	G		Lake Red	Gray		SI	2	Memilih Roda Depan Kanan
96	Memegang Rangka	1	G		Lake Red	Violet Heavy		A	1	Merakit Roda Depan Kanan
97	Memegang Rangka	1	G		Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Roda Depan Kiri

Tabel 3.1 Data Hasil Pengamatan Material Dengan Peletakan Tidak Beraturan (Lanjutan...)

Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan										
Pekerjaan : Merakit Lego Mobil					Di Periksa Oleh : Boy Isma Putra, ST., MM					
Nomor Peta : 01122018										
Departemen : Teknik Industri										
No.	Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang Huruf	Lambang Gambar	Lambang Warna	Lambang Warna	Lambang Gambar	Lambang Huruf	Waktu (detik)	Tangan Kanan
98	Memegang Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	1	Merakit Roda Depan Kiri
99	Memegang Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Roda Belakang Kanan
100	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	2	Merakit Roda Belakang Kanan
101	Memegang Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Memilih Roda Belakang Kiri
102	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	2	Merakit Roda Belakang Kiri
103	Menaruh Lego Mobil	2	RL		Carmine Red	Carmine Red		RL	2	Menaruh Lego Mobil
	<b>Total</b>	239"	103					103	239"	<b>Total</b>

Dapat disimpulkan dari tabel data merakit lego dengan peletakkan beraturan didapat 103 gerakan dengan waktu tiap siklus 239 detik, jumlah komponen tiap siklus 1 unit dan waktu untuk membuat satu komponen 239 detik.


























### 13.6. Data Hasil Pengamatan Material Dengan Peletakan Beraturan

Adapun data hasil pengamatan material dengan peletakan beraturan tersebut dapat dilihat pada tabel

3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Data Hasil Pengamatan Material Dengan Peletakan Beraturan

Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan										
Pekerjaan : Merakit Lego Mobil						Di Periksa Oleh : Boy Isma Putra, ST., MM				
Nomor Peta : 02122018										
Departemen : Teknik Industri										
No.	Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang Huruf	Lambang Gambar	Lambang Warna	Lambang Warna	Lambang Gambar	Lambang Huruf	Waktu (detik)	Tangan Kanan
1	Mengambil Dasar Rangka	1	RE		Olive Green	Gray		SI	1	Memilih Bagian Bawah
2	Memegang Dasar Rangka	1	G	$\Omega$	Lake Red	Violet Heavy		A	1	Merakit Bagian Bawah
3	Memegang Dasar Rangka	1	G	$\Omega$	Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Bawah
4	Memegang Dasar Rangka	3	G	$\Omega$	Lake Red	Violet Heavy		A	3	Merakit Bagian Bawah
5	Memegang Dasar Rangka	1	G	$\Omega$	Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Bawah
6	Memegang Dasar Rangka	5	G	$\Omega$	Lake Red	Violet Heavy		A	5	Merakit Bagian Bawah
7	Memilih Bagian Bawah	1	SI		Gray	Lake Red	$\Omega$	G	1	Memegang Dasar Rangka
8	Merakit Bagian Bawah	2	A		Violet Heavy	Lake Red	$\Omega$	G	2	Memegang Dasar Rangka
9	Memegang Dasar Rangka	1	G	$\Omega$	Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Bawah
10	Memegang Dasar Rangka	3	G	$\Omega$	Lake Red	Violet Heavy		A	3	Merakit Bagian Bawah
11	Menaruh Rangka	3	RL		Carmine Red	Gray		SI	3	Memilih Bagian Depan
12	Memegang Bagian Depan	2	G	$\Omega$	Lake Red	Gray		SI	2	Memilih Bagian Depan
13	Memegang Bagian Depan	2	G	$\Omega$	Lake Red	Violet Heavy		A	2	Merakit Bagian Depan
14	Memegang Bagian Depan	1	G	$\Omega$	Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Depan
15	Memegang Bagian Depan	2	G	$\Omega$	Lake Red	Violet Heavy		A	2	Merakit Bagian Depan
16	Memegang Bagian Depan	1	G	$\Omega$	Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Depan
17	Memegang Bagian Depan	2	G	$\Omega$	Lake Red	Violet Heavy		A	2	Merakit Bagian Depan
18	Memegang Bagian Depan	1	G	$\Omega$	Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Depan
19	Memegang Bagian Depan	3	G	$\Omega$	Lake Red	Violet Heavy		A	3	Merakit Bagian Depan
20	Mengambil Rangka	4	RE		Olive Green	Lake Red	$\Omega$	G	4	Memegang Bagian Depan
21	Memegang Rangka	3	G	$\Omega$	Lake Red	Violet Heavy		A	3	Merakit Bagian Depan

Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan										
Pekerjaan : Merakit Lego Mobil			Di Periksa Oleh : Boy Isma Putra, ST., MM							
Nomor Peta : 02122018										
Departemen : Teknik Industri										
No.	Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang Huruf	Lambang Gambar	Lambang Warna	Lambang Warna	Lambang Gambar	Lambang Huruf	Waktu (detik)	Tangan Kanan
22	Menaruh Rangka	3	RL		Carmine Red	Gray		SI	3	Memilih Bagian Depan
23	Memilih Bagian Samping Kanan	2	SI		Gray	Lake Red		G	2	Memegang Bagian Samping Kanan
24	Memegang Bagian Samping Kanan	3	G		Lake Red	Violet Heavy		A	3	Merakit Bagian Samping Kanan
25	Menaruh Bagian Samping Kanan	1	RL		Carmine Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Samping Kiri
26	Memilih Bagian Samping Kiri	1	SI		Gray	Gray		SI	1	Memilih Bagian Samping Kiri
27	Memegang Bagian Samping Kiri	1	G		Lake Red	Violet Heavy		A	1	Merakit Bagian Samping Kiri
28	Menaruh Bagian Samping Kiri	1	RL		Carmine Red	Brown		Pn	1	Merencanakan
29	Merencanakan	1	Pn		Brown	Brown		Pn	1	Merencanakan
30	Mengambil Rangka	1	RE		Olive Green	Olive Green		RE	1	Mengambil Bagian Samping Kanan
31	Memegang Rangka	2	G		Lake Red	Violet Heavy		A	2	Merakit Bagian Samping Kanan
32	Mengambil Bagian Samping Kiri	1	RE		Olive Green	Lake Red		G	1	Memegang Rangka
33	Merakit Bagian Samping Kiri	2	A		Violet Heavy	Lake Red		G	2	Memegang Rangka
34	Menaruh Rangka	2	RL		Carmine Red	Brown		Pn	2	Merencanakan
35	Istirahat	2	R		Orange	Gray		SI	2	Memilih Bagian Belakang
36	Memegang Bagian Belakang	1	G		Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Belakang
37	Memegang Bagian Belakang	1	G		Lake Red	Violet Heavy		A	1	Merakit Bagian Belakang
38	Memegang Bagian Belakang	1	G		Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Belakang
39	Memegang Bagian Belakang	2	G		Lake Red	Violet Heavy		A	2	Merakit Bagian Belakang
40	Memegang Bagian Belakang	1	G		Lake Red	Gray		SI	1	Memilih Bagian Belakang
41	Memegang Bagian Belakang	4	G		Lake Red	Violet Heavy		A	4	Merakit Bagian Belakang
42	Mengambil Rangka	1	RE		Olive Green	Lake Red		G	1	Memegang Bagian Belakang
43	Memegang Rangka	2	G		Lake Red	Violet Heavy		A	2	Merakit Bagian Belakang
44	Memegang Rangka	5	G		Lake Red	Gray		SI	5	Memilih Bagian Tengah
45	Memegang Rangka	3	G		Lake Red	Violet Heavy		A	3	Merakit Bagian Tengah



Tabel 3.2 Data Hasil Pengamatan Material Dengan Peletakan Beraturan (Lanjutan...)

**Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan**

Pekerjaan : Merakit Lego Mobil Di Periksa Oleh : Boy Isma Putra  
 Nomor Peta : 02122018  
 Departemen : Teknik Industri

No.	Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang Huruf	Lambang Gambar	Lambang Warna	Lambang Warna	Lambang Gambar	Lambang Huruf	Waktu (detik)	
46	Menaruh Rangka	2	RL		Carmine Red	Brown	β	Pn	2	Men
47	Memilih Bagian Belakang	2	SI		Gray	Gray		SI	2	Men
48	Merakit Bagian Belakang	1	A		Violet Heavy	Lake Red	Ω	G	1	Men
49	Memilih Bagian Belakang	1	SI		Gray	Lake Red	Ω	G	1	Men
50	Merakit Bagian Belakang	2	A		Violet Heavy	Lake Red	Ω	G	2	Men
51	Memegang Rangka	1	G	Ω	Lake Red	Lake Red	Ω	G	1	Men
52	Memegang Rangka	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy		A	2	Men
53	Memegang Rangka	3	G	Ω	Lake Red	Gray		SI	3	Men
54	Memegang Rangka	4	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy		A	4	Men
55	Memegang Body Mobil	3	G	Ω	Lake Red	Gray		SI	3	Men
56	Memegang Body Mobil	3	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy		A	3	Men
57	Memegang Body Mobil	3	G	Ω	Lake Red	Gray		SI	3	Men
58	Memegang Body Mobil	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy		A	2	Men
59	Memegang Body Mobil	2	G	Ω	Lake Red	Gray		SI	2	Men
60	Memegang Body Mobil	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy		A	2	Men
61	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Gray		SI	1	Men
62	Memegang Body Mobil	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy		A	2	Men
63	Memegang Body Mobil	3	G	Ω	Lake Red	Gray		SI	3	Men
64	Memegang Body Mobil	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy		A	2	Men
65	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Gray		SI	1	Men
66	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy		A	1	Men
67	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Gray		SI	1	Men
68	Memegang Body Mobil	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy		A	2	Men
69	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Gray		SI	1	Men

Tabel 3.2 Data Hasil Pengamatan Material Dengan Peletakan Beraturan (Lanjutan...)

Peta Tangan Kiri Dan Tangan Kanan										
Pekerjaan : Merakit Lego Mobil					Di Periksa Oleh : Boy Isma Putra					
Nomor Peta : 02122018										
Departemen : Teknik Industri										
No.	Tangan Kiri	Waktu (detik)	Lambang Huruf	Lambang Gambar	Lambang Warna	Lambang Warna	Lambang Gambar	Lambang Huruf	Waktu (detik)	
70	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	1	Men
71	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Men
72	Memegang Body Mobil	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	2	Men
73	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Men
74	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	1	Men
75	Mengarahkan Body Mobil	1	P	9	Blue	Blue	9	P	1	Men
76	Memegang Body Mobil	1	G	Ω	Lake Red	Gray	→	SI	1	Men
77	Memegang Body Mobil	2	G	Ω	Lake Red	Violet Heavy	≡≡≡	A	2	Men
78	Menaruh Lego Mobil	1	RL		Carmine Red	Carmine Red		RL	1	Men
<b>Total</b>		145"	78					78	145"	

Dapat disimpulkan dari tabel data merakit lego dengan peletakan beraturan didapat 78 gerakan dengan waktu tiap siklus 145 detik, jumlah komponen tiap siklus 1 unit dan waktu untuk membuat satu komponen 145 detik.











### 13.7. Perakitan Mobil Lego Secara Tidak Beraturan

Berikut ini adalah kegiatan tangan kiri dan tangan kanan pada perakitan mobil lego secara tidak beraturan.

#### 13.7.1. Hasil Analisa Peta Tangan Kiri

Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut :












Tabel 4.1 Perakitan Material Tidak Beraturan Dengan Tangan Kiri

No	Jenis Kegiatan	Simbol	Lambang	Warna	Jumlah Kegiatan	Waktu
1	Merakit Komponen	A		<i>Violet Heavy</i>	1	5
2	Memegang Rangkaian	G		<i>Lake Red</i>	79	178
3	Memeriksa Rangkaian	I		<i>Burn Ochre</i>	1	2
4	Mengarahkan Rangkaian	P		<i>Blue</i>	3	4
5	Merencanakan Rangkaian	Pn		<i>Brown</i>	1	11
6	Istirahat	R		<i>Orange</i>	4	9
7	Mengambil Rangkaian	RE		<i>Olive Green</i>	6	13
8	Menaruh Rangkaian	RL		<i>Carmine Red</i>	6	13
9	Mencari Komponen	Sh		<i>Black</i>	1	1
10	Memilih Komponen	SI		<i>Gray</i>	1	3
	Jumlah				103	239

### 13.7.2. Hasil Analisa Peta Tangan Kanan

Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Perakitan Material Tidak Beraturan Dengan Tangan Kanan

No	Jenis Kegiatan	Simbol	Lambang	Warna	Jumlah Kegiatan	Waktu
1	Merakit Komponen	A		<i>Violet Heavy</i>	37	94
2	Mengurai Rakitan	DA		<i>Violet</i>	3	6
3	Memegang Rangkaian	G		<i>Lake Red</i>	5	13
4	Memeriksa Rangkaian	I		<i>Burn Ochre</i>	1	2
5	Mengarahkan Rangkaian	P		<i>Blue</i>	2	3
6	Merencanakan Rangkaian	Pn		<i>Brown</i>	7	31
7	Istirahat	R		<i>Orange</i>	4	7
8	Mengambil Rangkaian	RE		<i>Olive Green</i>	1	2
9	Menaruh Rangkaian	RL		<i>Carmine Red</i>	3	6
10	Mencari Komponen	Sh		<i>Black</i>	6	14
11	Memilih Komponen	SI		<i>Gray</i>	34	61
	Jumlah				103	239





### 13.8. Perakitan Mobil Lego Secara Beraturan

Berikut ini adalah kegiatan tangan kiri dan tangan kanan pada perakitan mobil lego secara beraturan.





### 13.8.1. Hasil Analisa Peta Tangan Kiri

Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Perakitan Material Beraturan Dengan Tangan Kiri

No	Jenis Kegiatan	Simbol	Lambang	Warna	Jml Keg	Waktu
1	Merakit Komponen	A		<i>Violet Heavy</i>	4	7
2	Memegang Rangkaian	G		<i>Lake Red</i>	54	106
3	Mengarahkan Rangkaian	P		<i>Blue</i>	1	1
4	Merencanakan Rangkaian	Pn		<i>Brown</i>	1	1






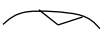

Tabel 4.3 Perakitan Material Beraturan Dengan Tangan Kiri(Lanjutan...)

No	Jenis Kegiatan	Simbol	Lambang	Warna	Jml Keg	Waktu
5	Istirahat	R		<i>Orange</i>	1	2
6	Mengambil Rangkaian	RE		<i>Olive Green</i>	5	8
7	Menaruh Rangkaian	RL		<i>Carmine Red</i>	7	13
8	Memilih Komponen	SI		<i>Gray</i>	5	7
	Jumlah				78	145

### 13.8.2. Hasil Analisa Peta Tangan Kanan

Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Perakitan Material Beraturan Dengan Tangan Kanan

No	Jenis Kegiatan	Simbol	Lambang	Warna	Jml Keg	Waktu
1	Merakit Komponen	A		Violet Heavy	30	68
2	Memegang Rangkaian	G		Lake Red	11	18
3	Mengarahkan Rangkaian	P		Blue	1	1
4	Merencanakan Rangkaian	Pn		Brown	4	6
5	Mengambil Rangkaian	RE		Olive Green	1	1
6	Menaruh Rangkaian	RL		Carmine Red	1	1
7	Memilih Komponen	SI		Gray	30	50
Jumlah					78	145

### 13.9. Kesimpulan

Dari praktikum perancangan sistem kerja dan ergonomi modul *micromotion study* dapat kita peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Micromotion study* merupakan metode yang digunakan dalam melakukan perbaikan kerja dengan menganalisa gerakan-gerakan yang dilakukan oleh pekerja. Tujuan *micromotion*



*study* adalah memperbaiki metode kerja sehingga pekerjaan akan lebih efektif dan efisien.

2. Dalam praktikum *micromotion study* proses perakitan *leggo*, terdapat 7 gerakan elemen dasar yang dilakukan antara lain merakit, memegang, mengarahkan sementara, merencanakan, mengambil, meletakkan, dan memilih komponen.
3. Perbaikan yang dilakukan dalam perakitan *leggo* antara lain penempatan rangka *leggo* secara teratur sehingga gerakan memilih rangka *leggo* semakin mudah. Hal ini berpengaruh pada waktu yang diperlukan dalam waktu perakitan *leggo*.
4. Pada perakitan *leggo* dalam kondisi rangkaian tidak beraturan, perakitan 1 buah *leggo* memerlukan waktu 295 detik, sedangkan dalam kondisi perbaikan memerlukan waktu 145 detik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, N.1998 Metodologi Ergonomi.Monograf yang diperbanyak oleh program Studi Ergonomi dan Fisiologi Kerja, Program Pascasarjana Universitas Udayana Denpasar.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH), 1995. *Thresh-old Limit Values and Biological Exposure Indies*. Cincinati. USA
- Arif, Muhammad. 2016."*Rancangan Teknik Industri*". Sleman: CV BUDI UTAMA.
- Astrand, P.O. & Rodahl,K. 1977. Textbook of Work Physiology- Physiological Bases of Exercise. 2<sup>nd</sup> edt. McGraw-Hill Book Company. USA.
- Astuti, Rahmaniyah Dwi. Irwan Iftadi. 2016. "*Analisis Dan Perancangan Sistem Kerja*". Sleman: CV BUDI UTAMA.
- Cahyawati, Nur, Amanda. Dkk. 2018."*Analisis Pengukuran Kerja Dengan Menggunakan Metode Stopwatch Time Study*". Malang. Universitas Brawijaya Malang. Vol. 3. 107.
- Christensen, E.H.1991. Physiology of Work. Dalam: Parmeggiani, L. ed. *Encyclopaedia of Occupational Healthand Safety*, Third (revised) edt.ILO, Geneva: 1698-1700.
- Darsini. 2014. "*Penentuan Waktu Baku Produksi Kerupuk Rambak Ikan Laut "Sari Enak" Di Sukoharjo*". Sukoharjo. Universitas

- Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo. Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Industri. Vol. 12. No. 2. Hal. 222-223.
- Dewi, Luciana Triani. dkk. 2015. *"Implementasi Prinsip Ekonomi Gerakan Untuk Pengaturan Tata Letak Fasilitas Kerja Pada Pemrosesan Batu Alam"*. Yogyakarta. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Fakultas Teknologi Industri. Program Studi Teknik Industri. Vol. 14. No. 2. Hal. 2.
- Erliana, Cut Ita. 2015. *"Analisa dan Pengukuran Kerja"*. Muara Batu: FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MALIKISSALEH.
- Faritsy, Al, Ari Zaqi. Yohannes Anton Nugroho. 2017. *"Pengukuran Lingkungan Kerja Fisik dan Operator Untuk Menentukan Waktu Istirahat Kerja"*. Yogyakarta. Universitas Teknologi Yogyakarta. Fakultas Sains dan Teknologi. Jurusan Teknik Industri. Vol. 16. No. 2. Hal. 109 – 111.
- Grandjean, E. 1993. *Fitting the Task to the Man*, 4<sup>th</sup> ed. Taylor & Francis Inc. London.
- Grantham, D. 1992. *Occupational Health & Safety*. Guidebook for the WHSO. Merino Lithographies Moorooka Queensland. Australia.
- Herjanto, Eddy. 2007. *"Manajemen Operasi"*. Jakarta: Grasindo.
- Irzal. 2016. *"Dasar – Dasar Keselamatan Dan Kesehatan Kerja"*. Jakarta: Kencana.
- Jono. 2015. *"Pengukuran Beban Kerja Tenaga Kerja Dengan Metode Work Sampling (Studi Kasus Di PT. XY Yogyakarta)"*. Yogyakarta. Universitas Widya Mataram Yogyakarta. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Industri. Vol. 13. No. 2. Hal 115-228.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja, No.51:1999. *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja*. Jakarta
- Konz, S. 1996. *Physiology of Body Movement*. Dalam: Battacharya, A. & McGlothlin, J.D. eds. *Occupational Ergonomic* Marcel Dekker Inc. USA:47-61

- Kusumanto, Ismu. 2016. *“Perbaikan Metode Kerja Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja Operator Pada Stasiun Pengemasan Di CV. Mie Sohun Ichlas”*. Pekanbaru. UIN Sultan Syarif Kasim Riau. Fakultas Sains dan Teknologi. Jurusan Teknik Industri. Vol. 2. No. 2. Hal. 4.
- Lubis, Aswadi. 2015. *“Lingkungan Kerja Yang Kondusif Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya”*. Padang Sidempuan. IAIN Padang Sidempuan. Fakultas Ekonomi Bisnis Islam. Vol. 3. No. 1. Hal. 42 – 43.
- Lumbantobing Hariman. dkk. 2018. *“Analisis Gerakan Kerja Untuk Memperbaiki Metode Kerja Dan Efisiensi Waktu Pengerjaan Produk Menggunakan Metode Most (Studi Kasus PT. Infineon Technologies Batam)”*. Batam. Universitas Riau Kepulauan Batam. Fakultas teknik. Program Studi Teknik Industri. Vol. 6. No. 2. Hal. 2.
- Manuaba, A. 2000. Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Dalam: Wignypsebroto, S.& Wiratno,S.E.,Eds. *Proceeding Seminar Nasional Ergonomi*. PT.Guna Wdya. Surabaya:1-4.
- Maryana. Sri Meutia. 2015. *“Perbaikan Metode Kerja Pada Bagian Produksi Dengan Menggunakan Man And Machine Chart”*. Aceh. Universitas Malikussaleh-Nanggroe Aceh Darussalam (NAD). Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Industri. Vol. 02. No. 2. Hal. 16-18.
- Norianggono, Yacinda Chresstela Prasidya. Dkk. 2014. *“Pengaruh Lingkungan Kerja Fisik Dan Non Fisik Terhadap Kinerja Karyawan (Studi Pada Karyawan PT. Telkomsel Area III Jawa-Bali Nusra Di Surabaya)”*. Malang. Universitas Brawijaya. Fakultas Ilmu Administrasi. Administrasi Bisnis. Vol. 8 no. 2. Hal. 56 –57.

- Prihantoro, Agung. 2015. “ *Peningkatan Kinerja Sumber Daya Manusia Melalui Motivasi, Disiplin, Lingkungan Kerja dan Komitmen*. Sleman: CV. Budi Utama
- Purbasari, Annisa. Akhiri Joko Purnomo. 2019. “*Penilaian Beban Fisik Pada Proses Assembly Manual Menggunakan Metode Fisiologis*”. Batam. Universitas Riau Kepulauan. Fakultas Teknik. Teknik Industri. Vol. 2, No. 1. Hal. 126.
- Purnomo, Rochmat Aldy. 2017. “*Analisis Statistik Ekonomi dan Bisnis dengan SPSS*”. Ponorogo: CV. Wade Grup.
- Ridahl, K. 1989. *The Physiology of Work*. Taylor & Francis Ltd. Great Britain:15-99
- Sokhibi, Akhmad. 2017. “*Perancangan Kursi Ergonomis Untuk Memperbaiki Posisi Kerja Pada Proses Packaging Jenang Kudus*”. Kudus. Universitas Muria Kudus. Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Industri. Vol. 3. No. 1. Hal. 63.
- Suma'mur, P.P. 1982. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*. Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.
- Suma'mur, P.P. 1984. *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Cet-4, Penerbit PT. Gunung Agung. Jakarta:82-92
- Sutalaksana, Iftikar Z. 2016. “*Teknik Tata Cara Kerja Laboratorium Tata Cara Kerja Dan Ergonomi*”. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Veza, Okta. 2017. “*Analisis Waktu Standar Pelayanan Dan Produktivitas Pegawai Menggunakan Metode Work Sampling*”. Batam. STT Ibnu Sina. Program Studi Teknik Informatika. Vol. 1.No. 1.Hal. 9-17.
- Workplace Health and Safety (WHS) 1993. *Code of Practice for Noise Management at Work*. Australia.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2006. *“Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu”*. Surabaya: Guna Widya.

Wijaya, M. Angga. 2016. *“Analisa Perbandingan Antropometri Bentuk Tubuh Mahasiswa Pekerja Galangan Kapal Dan Mahasiswa Pekerja Elektronika”*. Batam. Universitas Riau Kepulauan Batam. Program Studi Teknik Industri. Vol. 4.No. 2. 108-117.

## BIODATA PENULIS



**Boy Isma Putra, ST., MM.** dilahirkan di Surabaya, 11 April 1974. Lulus Sarjana Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional ‘Veteran’ Jawa Timur tahun 1998, melanjutkan studi S2 di Magister Manajemen Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Malang lulus tahun 2004. Sejak tahun 1998 sampai sekarang, menjadi dosen tetap di prodi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo .



**Ribangun Bamban Jakaria, ST.,MM** lahir di Sidoharjo, 04 Mei 1976. Lulus Sarjana teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo tahun 2003, melanjutkan studi S2 di Magister Manajemen Program Pascasarjana Universitas Pembangunan Nasional ‘Veteran’ Jawa Timur lulus tahun 2010. Saat ini sedang menempuh Program doktoral pada fakulty reka bentuk, inovasi dan teknologi Universitas Sultan Zainal Abidin (UNISZA) Kuala terengganu Malaysia. Karir pengajaran dimulai tahun 2013 di Fakultas Sain dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penulis terlibat dalam penelitian dan pengabdian kepada masyarakat baik didanai oleh Ristekdikti, institusi maupun dana mandiri tentang Desain Produk, Inovasi Teknologi, Sistem Informasi Dan Distribusi.