

BUKU AJAR

**ERGONOMI**  
**PERANCANGAN**  
**SISTEM KERJA**



Hasti Hasanati Marfiah

BUKU AJAR **ERGONOMI PERANCANGAN SISTEM KERJA**



UPY Press  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Unit 1 Gedung B Lantai 2  
Jl. PGRI I Sonosewu No. 117 Yogyakarta  
Telp (0274) 376808, 373198, 418077, Fax (0274) 376808  
Email: upypress@gmail.com, Web: upypress.upy.ac.id

ISBN: 978-623-7668-63-3



Hasti Hasanati Marfiah

2023

# **BUKU AJAR**

## **ERGONOMI & PERANCANGAN SISTEM KERJA**

Penulis : Hasti Hasanati Marfuah  
Editor : Arip Febrianto  
Layout : Prayitno  
Cover : Reza Diapratama

Cetakan Pertama, Februari 2023  
17 cm x 23 cm + v + 68

ISBN : 978-623-7668-63-3

Penerbit :  
UPY Press  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat  
Unit 1 Gedung B Lantai 2  
Jl. PGRI I Sonosewu No. 117 Yogyakarta  
Telp (0274) 376808, 373198,418077, Fax (0274) 376808  
Email: [upypress@gmail.com](mailto:upypress@gmail.com)  
Web: [upypress.upy.ac.id](http://upypress.upy.ac.id)

Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang  
Dilarang memperbanyak karya tulisan ini tanpa izin tertulis dari  
Penerbit.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Buku “Buku Ajar Ergonomi & Perancangan Sistem Kerja” ini dapat disusun sesuai rencana. Buku ini disusun bertujuan untuk menambah pengetahuan mahasiswa dalam mata kuliah Praktikum Ergonomi & Perancangan Sistem Kerja. Tim Penyusun mengucapkan terima kasih kepada UPY PRESS yang telah membantu dalam penyusunan buku ini dan juga terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu terselesaikannya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan mampu menambah wawasan mengenai Praktikum Ergonomi & Perancangan Sistem Kerja. Segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami harapkan demi sempurnanya buku ini.

Yogyakarta, Januari 2023

Penyusun

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
BAB 1 ANTHROPOMETRI .....	1
A. TUJUAN PRAKTIKUM .....	1
B. PENGANTAR PRAKTIKUM.....	1
C. LANDASAN TEORI .....	2
D. APLIKASI DATA ANTHROPOMETRI DALAM PERANCANGAN PRODUK .....	4
E. METODE PERANCANGAN DENGAN ANTHROPOMETRI ( <i>ANTHROPOMETRI METHOD</i> ) .....	6
F. APLIKASI DATA ANTHROPOMETRI PADA PERANCANGAN DIMENSI STASIUN KERJAINDUSTRI	8
G. ALAT DAN BAHAN .....	9
H. PEDOMAN PENGUKURAN DATA ANTHROPOMETRI ..	9
LAMPIRAN .....	15
BAB 2 FISILOGI .....	17
A. TUJUAN PRAKTIKUM .....	17
B. PENGANTAR PRAKTIKUM.....	18
C. LANDASAN TEORI .....	19
D. ALAT YANG DI GUNAKAN.....	28
E. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM FISILOGI	28

BAB 3 MICROMOTION STUDY .....	29
A. TUJUAN PRAKTIKUM .....	29
B. PENGANTAR PRAKTIKUM.....	30
C. LANDASAN TEORI .....	31
D. METODE PELAKSANAAN PRAKTIKUM .....	48
E. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN.....	48
BAB 4 PERANCANGAN LINGKUNGAN KERJA.....	51
A. TUJUAN PRAKTIKUM .....	51
B. LANDASAN TEORI .....	52
C. PERALATAN DAN BAHAN .....	80
D. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM .....	81
BAB 5 WORK SAMPLING .....	85
A. TUJUAN PRAKTIKUM .....	85
B. PENGANTAR PRAKTIKUM.....	85
C. LANDASAN TEORI .....	87
D. ALAT-ALAT YANG DIPERLUKAN.....	95
E. PROSEDUR PELAKSANAAN .....	95
F. ANALISIS.....	96
LAMPIRAN .....	97
DAFTAR PUSTAKA .....	99

# **BAB 1 ANTHROPOMETRI**

## **A. TUJUAN PRAKTIKUM**

1. Praktikan diharapkan mampu melakukan pengukuran anthropometri manusia.
2. Mampu menggunakan data anthropometri yang ada untuk merancang suatu desain sistem maupun alat kerja yang ergonomis.
3. Mampu mengidentifikasi dan menganalisis design rancangan kerja yang sesuai anthropometri populasi dimana rancangan kerja diterapkan.
4. Mampu mengolah data anthropometri untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam mendesain suatu sistem rancangan kerja.
5. Mampu menggunakan alat pengukur yang digunakan untuk melakukan pengukuran anthropometri manusia.

## **B. PENGANTAR PRAKTIKUM**

Dalam sistem kerja, manusia berperan sebagai sentral yaitu sebagai perencana, perancang, pelaksana, pengendali, dan pengevaluasi sistem kerja, sehingga untuk dapat menghasilkan rancangan sistem kerja yang baik perlu dikenal sifat-sifat, keterbatasan, serta semua kemampuan yang dimiliki manusia.

Ergonomi adalah ilmu yang sistematis dalam memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja. Dengan ergonomi, penggunaan dan penataan/fasilitas dapat lebih efektif serta memberikan kepuasan kerja. Dilihat dari sisi rekayasa, informasi hasil penelitian ergonomi dapat dikelompokkan dalam lima bidang penelitian, yaitu :

1. Anthropometri
2. Biomekanika
3. Fisiologi
4. Penginderaan
5. Lingkungan fisik kerja

### **C. LANDASAN TEORI**

Anthropometri adalah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh dan aplikasi yang menyangkut geometri fisik, massa, dan kekuatan tubuh manusia. Permasalahan variasi dimensi anthropometri seringkali menjadi faktor dalam menghasilkan rancangan yang "*fit*" untuk pengguna.

Dimensi tubuh manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor yang harus menjadi salah satu pertimbangan dalam menentukan sampel data yang akan diambil. Faktor-faktor tersebut adalah :

1. Umur

Ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir sampai sekitar 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita. Ada kecenderungan berkurang setelah 60 tahun.

2. Jenis kelamin

Pria pada umumnya memiliki dimensi tubuh yang lebih besar kecuali bagian dada dan pinggul.

3. Rumpun dan Suku Bangsa

4. Sosial-ekonomi dan konsumsi gizi yang diperoleh

5. Pekerjaan, aktivitas sehari-hari juga berpengaruh saat pengukuran

Anthropometri dibagi atas dua bagian, yaitu:

1. Pengukuran Statis

Pengukuran manusia pada posisi diam dan linier pada permukaan tubuh

2. Anthropometri Dinamis

Yang dimaksud dengan anthropometri dinamis adalah pengukuran keadaan dan cirri-ciri fisik manusia dalam keadaan bergerak atau memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja tersebut melaksanakan kegiatannya.

## **D. APLIKASI DATA ANTHROPOMETRI DALAM PERANCANGAN PRODUK**

Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam interaksi manusia. Data anthropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

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

Dalam hal ini ada dua dimensi rancangan yang akan dijadikan dasar untuk menentukan poin minimum dan/atau maksimum ukuran yang umum ingin diterapkan, yaitu (Wignjosoebroto,2000):

1. Dimensi jarak ruangan (*clearance dimension*), yaitu dimensi yang diperlukan orang untuk dengan leluasa melaksanakan aktivitas dalam sebuah stasiun kerja baik pada saat mengoperasikan maupun harus melakukan perawatan dari fasilitas kerja yang ada.
2. Dimensi jarak jangkauan (*reach dimension*), yaitu dimensi yang diperlukan untuk menentukan maksimum

ukuran yang harus ditetapkan agar mayoritas populasi mampu menjangkau dan mengoperasikan peralatan kerja secara mudah dan tidak memerlukan usaha yang terlalu memaksa.

Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka yang harus diambil dalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan dalam uraian di bawah ini (Wignjosoebroto,2000):

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim. Disini rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi dua sasaran produk,yaitu:
  - a. Sesuai bagi tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau terlalu kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
  - b. Tetap bisa digunakan untuk ukuran tubuh manusia yang lain (mayoritas populasi yang ada).
2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu.

Disini rancangan dapat diubah-ubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel

semacam ini maka data anthropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai persentil 5 sampai dengan 95.

3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata  
Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Disini produk dirancang dan dibuat untuk ukuran mereka yang berukuran rata-rata. Sedangkan bagi mereka yang mempunyai ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan tersendiri.

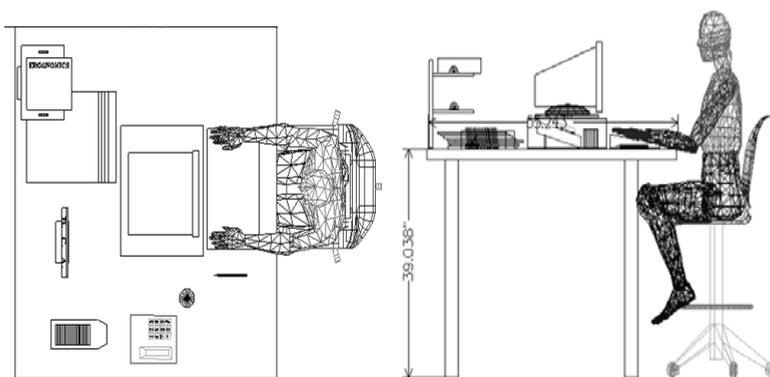
## **E. METODE PERANCANGAN DENGAN ANTHROPOMETRI (*ANTHROPOMETRI METHOD*)**

Tahapan perancangan sistem kerja menyangkut *work space design* dengan memperhatikan faktor anthropometri secara umum adalah sebagai berikut (Roebuck, 1995) :

1. Menentukan tujuan perancangan dan kebutuhannya (*establish requirement*)
2. Mendefinisikan dan mendeskripsikan populasi pemakai
3. Pemilihan sampel yang akan diambil datanya
4. Penentuan kebutuhan data (dimensi-dimensi system kerja yang akan dirancang)
5. Penentuan sumber data (dimensi tubuh yang akan diambil) dan pemilihan persentil yang akan dipakai

6. Penyiapan alat ukur anthropometri
7. Pengambilan data
8. Pengolahan data
  - Uji kenormalan data
  - Uji keseragaman data
  - Uji kecukupan data
  - Perhitungan persentil Data (Persentil kecil, rata-rata, dan besar)
9. Visualisasi rancangan, dengan memperhatikan :
  - Posisi tubuh secara normal
  - Kelonggaran (pakaian dan ruang)
  - Variasi gerak
10. Analisis hasil rancangan

Contoh visualisasi rancangan dengan menggunakan *software* MannequinPro dapat dilihat pada gambar bawah ini



Gambar 1.1. Contoh visualisasi hasil rancangan

## **F. APLIKASI DATA ANTHROPOMETRI PADA PERANCANGAN DIMENSI STASIUN KERJA INDUSTRI**

### **Dimensi stasiun kerja untuk operator duduk**

Operasi industri yang biasanya dilakukan dalam keadaan duduk ditujukan untuk meningkatkan produktivitas pekerja dengan memaksimalkan gerakan efektif, mengurangi kelelahan pekerja, dan meningkatkan stabilitas pekerja. Dalam perancangan stasiun kerja duduk, tinggi meja kerja yang disarankan adalah sekitar 2 inchi di bawah siku. Untuk menetapkan area kerja pada stasiun kerja duduk, terdapat dua metode yang biasa digunakan, yaitu metode Farley dan metode Squires.

### **Dimensi stasiun kerja untuk operator berdiri**

Posisi berdiri untuk operator tidak begitu disukai, tetapi sering diperlukan. Hal ini terutama untuk pekerjaan yang memerlukan:

- Penanganan yang sering terhadap obyek yang berat
- Jangkauan jauh yang sering dilakukan
- Mobilitas untuk bergerak di sekitar stasiun kerja

Untuk perancangan stasiun kerja berdiri, data anthropometri yang dibutuhkan adalah:

E = tinggi bahu

A = tinggi tubuh

L = tinggi siku

C = tinggi mata

## G. ALAT DAN BAHAN

1. Penggaris dan meteran
2. Alat pengukur tinggi tubuh
3. Timbangan badan
4. Kursi Antropometri

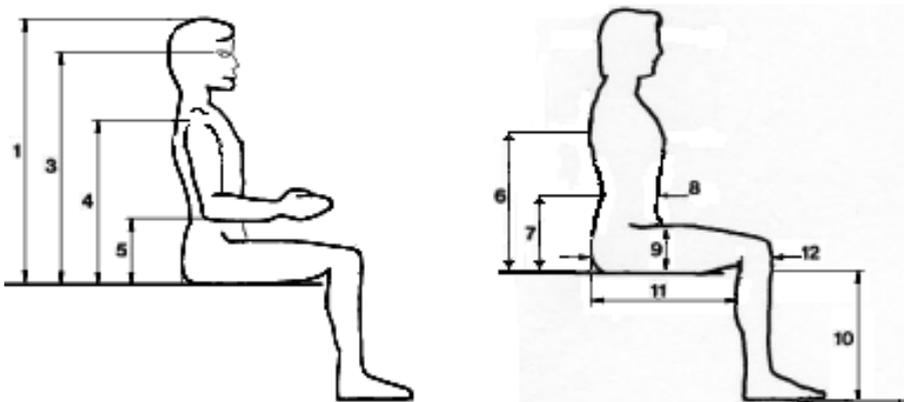
## H. PEDOMAN PENGUKURAN DATA ANTHROPOMETRI

Pengukuran Anthropometri Statis/Dimensi Tubuh

### a. Posisi: Duduk Samping

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1.	Tinggi duduk tegak	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung atas kepala. Subjek duduk <u>tegak</u> dengan memandang lurus ke depan, dan lutut membentuk sudut siku-siku.
2.	Tinggi duduk normal	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung atas kepala Subjek duduk <u>normal</u> dengan memandang lurus ke depan dan lutut membentuk sudut siku-siku.
3.	Tinggi mata duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung mata bagian dalam. Subjek duduk tegak dan memandang lurus ke depan.
4.	Tinggi bahu duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung tulang bahu yang menonjol pada saat subjek duduk tegak.
5.	Tinggi siku duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung bawah siku kanan. Subjek duduk tegak dengan lengan atas vertikal di sisi badan dan lengan bawah membentuk sudut siku-siku dengan lengan bawah.

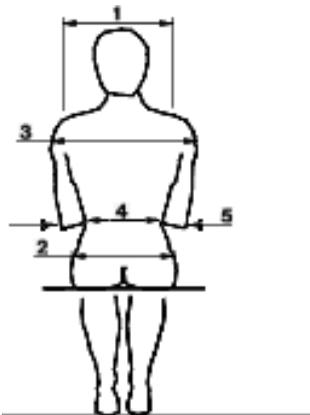
No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
6.	Tinggi sandaran punggung	Subjek duduk tegak, ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai pucuk belikat bawah.
7.	Tinggi pinggang	Subjek duduk tegak, ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai pinggang.
8.	Tebal perut	Subjek duduk tegak, ukur jarak samping dari belakang perut sampai ke depan perut.
9.	Tebal paha	Subjek duduk tegak, ukur jarak dari permukaan alas duduk sampai ke permukaan atas pangkal paha.
10.	Tinggi popliteal	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bagian bawah paha.
11.	Pantat popliteal	Subjek duduk tegak. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (popliteal). Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.
12.	Pantat ke lutut	Subjek duduk tegak. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai ke lutut. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku (No. 11 + tebal lutut)



Gambar 1.2. Pengukuran Data Anthropometri Posisi Duduk Samping

b. Posisi: Duduk menghadap ke depan

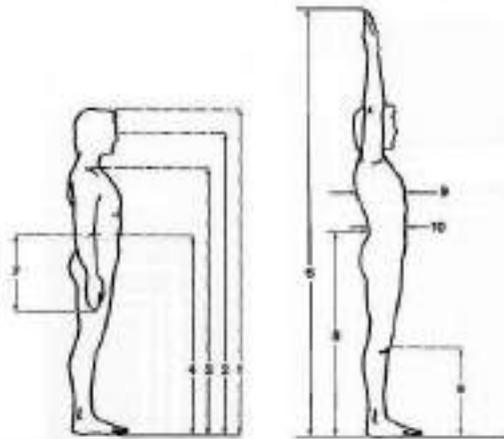
No.	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1.	Lebar bahu	Ukur jarak horizontal antara kedua lengan atas. Subjek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.
2.	Lebar pinggul	Subjek duduk tegak. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar pinggul sisi kiri sampai bagian terluar pinggul sisikanan.
3.	Lebar sandaran duduk	Ukur jarak horizontal antara kedua tulang belikat. Subjek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.
4.	Lebar pinggang	Subjek duduk tegak. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar pinggang sisi kiri sampai bagian terluar pinggang sisi kanan
5.	Siku ke siku	Subjek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar siku sisi kiri sampai bagian terluar siku sisi kanan.



Gambar 1.3. Pengukuran Data Anthropometri Posisi Duduk Menghadap ke Depan

c. Posisi: Berdiri

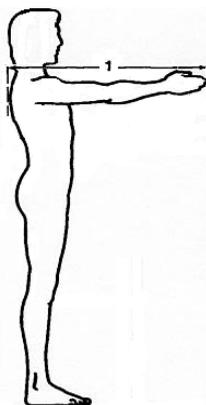
No.	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1.	Tinggi badan tegak	Jarak vertikal telapak kaki sampai ujung kepala yang paling atas. Sementara subjek berdiri tegak dengan mata memandang lurus ke depan.
2.	Tinggi mata berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai ujung mata bagian dalam (dekat pangkal hidung). Subjek berdiri tegak dan memandang lurus ke depan.
3.	Tinggi bahu berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang menonjol pada saat subjek berdiri tegak.
4.	Tinggi siku berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai ke titik pertemuan antara lengan atas dan lengan bawah. Subjek berdiri tegak dengan kedua tangan tergantung secara wajar.
5.	Tinggi pinggang berdiri	Ukur jarak vertikal lantai sampai pinggang pada saat subjek berdiri tegak.
6.	Jangkauan tangan keatas	Tangan menjangkau ke atas setinggi-tingginya. Ukur jarak vertikal lantai sampai ujung jari tengah pada saat subjek berdiri tegak.
7.	Panjang lengan bawah	Subjek berdiri tegak, tangan disamping, ukur jarak dari siku sampai pergelangan tangan.
8.	Tinggi lutut berdiri	Ukur jarak vertikal lantai sampai lutut pada saat subjek berdiri tegak.
9.	Tebal dada	Subjek berdiri tegak, ukur jarak dari dada (bagian ulu hati) sampai punggung secara horizontal.
10.	Tebal perut	Subjek berdiri tegak, ukur (menyamping) jarak dari perut depan sampai perut belakang secara horizontal.
11.	Berat badan	Menimbang dengan posisi normal di atas timbangan.



Gambar 1.4. Pengukuran Data Anthropometri Posisi Berdiri

d. Posisi: Berdiri dengan tangan lurus ke depan

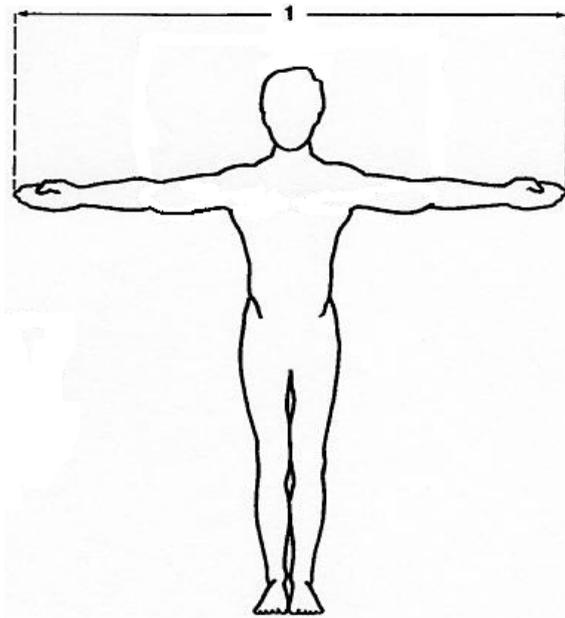
No.	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1.	Jangkauan tangan kedepan	Ukur jarak horizontal dari punggung sampai ujung jari tengah. Subjek berdiri tegak dengan betis, pantat dan punggung merapat ke dinding, tangan direntangkan secara horizontal ke depan



Gambar 1.5. Pengukuran Data Anthropometri Posisi Berdiri dengan Tangan Lurus ke Depan

e. Posisi: Berdiri dengan kedua tangan direntangkan

No.	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1.	Rentangan tangan	Ukur jarak horizontal dari ujung jari terpanjang tangan kiri sampai ujung jari terpanjang tangan kanan. Subjek berdiri tegak dan kedua tangan direntangkan horizontal ke samping sejauh mungkin.



Gambar 1.6. Pengukuran Data Anthropometri Posisi Berdiri dengan Kedua Tangan Direntangkan

## LAMPIRAN

### LEMBAR PENGAMATAN PENGUKURAN ANTHROPOMETRI STATIS/ DIMENSI TUBUH

Nama :  
Umur :  
Jenis Kelamin :  
Suku Bunga :

No.	Data Yang Diukur	Simbol	Hasil Pengukuran (cm)
1.	Tinggi duduk tegak	tdt	
2.	Tinggi duduk normal	tdn	
3.	Tinggi mata duduk	tmd	
4.	Tinggi bahu duduk	tbd	
5.	Tinggi siku duduk	tsd	
6.	Tinggi sandaran punggung	tsp	
7.	Tinggi pinggang	tpg	
8.	Tebal perut duduk	tpd	
9.	Tebal paha	tp	
10.	Tinggi popliteal	tpo	
11.	Pantat popliteal	pp	
12.	Pantat ke lutut	pkl	
13.	Lebar bahu	lb	
14.	Lebar pinggul	lp	
15.	Lebar sandaran duduk	lsd	
16.	Lebar pinggang	lpg	
17.	Siku ke siku	sks	
18.	Tinggi badan tegak	tbt	
19.	Tinggi mata berdiri	tmd	
20.	Tinggi bahu berdiri	tbhb	
21.	Tinggi siku berdiri	tsb	
22.	Tinggi pinggang berdiri	tpgb	
23.	Jangkauan tangan ke atas	jta	
24.	Panjang lengan bawah	plb	

<b>No.</b>	<b>Data Yang Diukur</b>	<b>Simbol</b>	<b>Hasil Pengukuran (cm)</b>
25	Tinggi lutut berdiri	tlb	
26	Tebal dada berdiri	tdb	
27	Tebal perut berdiri	tpb	
28	Berat badan	bb	
29	Jangkauan tangan ke depan	jtd	
30	Rentangan tangan	rt	

# BAB 2 FISILOGI

## A. TUJUAN PRAKTIKUM

### a. Tujuan Umum

1. Dapat melakukan pengukuran kerja, berdasarkan criteria fisiologi.
2. Memberikan pemahaman bahwa cara kerja atau beban kerja dapat mempengaruhi aspek fisiologi manusia.
3. Menentukan besar beban kerja, berdasarkan criteria fisiologi.
4. Dapat melakukan perancangan sistem kerja dengan memanfaatkan pengukuran kerja dengan metode fisiologi.

### b. Tujuan Khusus

1. Dapat mengoperasikan pulsemeter sebagai alat ukur kerja dengan metode fisiologi.
2. Mampu membuat grafik yang menghubungkan antara intensitas beban kerja (lari dengan kecepatan tertentu menempuh jarak tertentu) dengan *hearth rate* dan lama waktu pemulihan (*recovery period*).
3. Mampu membuat persamaan antara *hearth rate* dengan *energy ekspenditure*.

4. Dapat menghitung besar *energy akspenditure* pada suatu pekerjaan tertentu berdasarkan intensitas *heart rate*.
5. Mampu menentukan besar beban kerja untuk pekerjaan tertentu.
6. Mampu menghitung waktu istirahat (*rest period*).

## **B. PENGANTAR PRAKTIKUM**

Dalam sistem kerja, manusia berperan sebagai sentral yaitu sebagai perencana, perancang, pelaksana, pengendali, dan pengevaluasi sistem kerja, sehingga untuk dapat menghasilkan rancangan sistem kerja yang baik perlu dikenal sifat-sifat, keterbatasan, serta semua kemampuan yang dimiliki manusia. Ergonomi adalah ilmu yang sistematis dalam memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja. Dengan ergonomi, penggunaan dan penataan/fasilitas dapat lebih efektif serta memberikan kepuasan kerja.

Dilihat dari sisi rekayasa, informasi hasil penelitian ergonomi dapat dikelompokkan dalam lima bidang penelitian, yaitu :

1. Anthropometri
2. Biomekanika

3. Fisiologi
4. Penginderaan
5. Lingkungan fisik kerja

### **C. LANDASAN TEORI**

Faktor yang mempengaruhi hasil kerja manusia, secara garis besar dapat digolongkan menjadi 2 kelompok, yaitu :

1. Faktor-faktor terdiri dari : sikap, sistem, nilai, karakteristik, fisik, motivasi, usia, jenis kelamin, pendidikan, pengalaman, dan lain - lain.
2. Faktor-faktor situasional : lingkungan fisik, mesin dan peralatan, metode kerja, dan lain-lain.

#### **Pengukuran kerja dengan metode fisiologi**

Dalam suatu pekerjaan fisik manusia akan menghasilkan perubahan dalam konsumsi oksigen, *heart rate*, temperature tubuh dan perubahan senyawa kimia dalam tubuh. Davis dan Miller mengelompokkan kerja fisik menjadi :

1. Kerja total seluruh tubuh. Merupakan aktivitas kerja yang menggunakan sebagian besar otot, biasanya melibatkan dua pertiga tiga per empat kerja otot tubuh.
2. Kerja otot yang membutuhkan *energy expenditure* karena otot yang dipergunakan lebih sedikit.

3. Kerja otot statis, otot digunakan menghasilkan gaya tetapi tanpa kerja mekanik membutuhkan kontraksi sebagian otot yang lain dan posisi tubuh berada pada keadaan statis (diam).

Metode pengukuran kerja fisik dapat dilakukan dengan standar :

1. Konsep *Horses power* oleh Taylor, tetapi tidak memuaskan.
2. Tingkat konsumsi energi untuk mengukur pengeluaran energi.
3. Perubahan tingkat kerja jantung dan konsumsi oksigen.

Triffin mengemukakan kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh pekerjaan terhadap manusia terhadap suatu sistem kerja. criteria tersebut antara lain :

1. Kriteria Faali meliputi, kecepatan denyut jantung, konsumsi oksigen, tekanan darah, tingkat penguapan, temperature tubuh, komposisi kimia dalam darah dan air seni. Kriteria faali digunakan untuk mengetahui perubahan fungsi alat-alat tubuh.
2. Kriteria Kejiwaan meliputi, pengujian tingkat kejiwaan pekerja, seperti tingkat kejenuhan, emosi, motivasi, sikap dan lain-lain. Kriteria kejiwaan digunakan untuk mengetahui perubahan kejiwaan yang timbul saat bekerja.

3. Kriteria Hasil Kerja meliputi, hasil kerja yang diperoleh dari pekerja. Kriteria ini dipergunakan untuk mengetahui pengaruh seluruh kondisi kerja dengan melihat hasil kerja yang diperoleh dari pekerja tersebut.

### **Kerja Fisik Dan Mental**

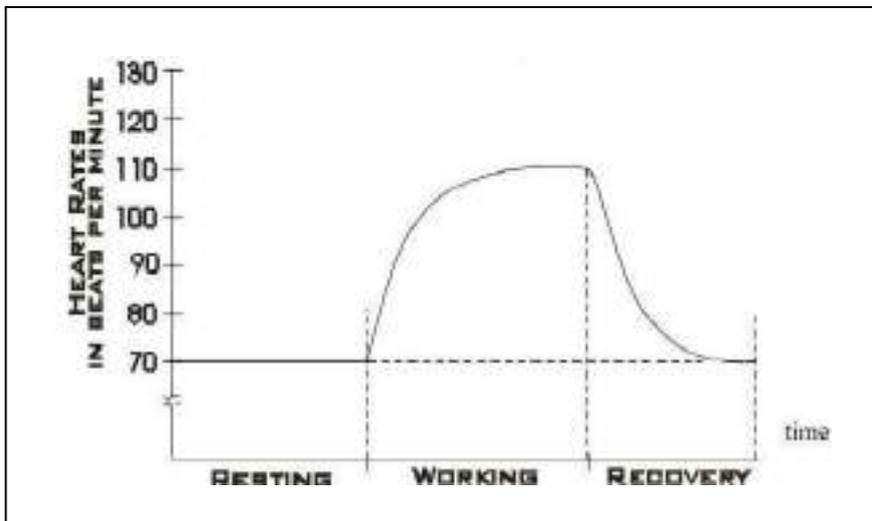
Kerja fisik adalah kerja yang membutuhkan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya (*power*). Kerja fisik disebut juga '*manual operation*' dimana performans kerja tergantung sepenuhnya pada manusia sebagai sumber tenaga. Dalam kerja fisik konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan penentu berat ringannya suatu pekerjaan. Kegiatan manusia dapat digolongkan menjadi kerja fisik dan kerja mental. Kerja fisik akan mengakibatkan perubahan fungsi pada alat-alat tubuh, yang dapat diketahui melalui.

### **Konsumsi Oksigen (*Oxygen Consumption*)**

Konsumsi oksigen diartikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan tubuh manusia, yang dinyatakan dalam liter per menit.

## Laju Denyut Jantung (*Heart Rate*)

Dalam kondisi normal atau istirahat, laju detak jantung manusia berkisar diantara 70 bit setiap menitnya. Ketika sedang dalam kondisi bekerja, rata-rata laju detak jantung mengalami kenaikan menjadi sekitar 110 bit setiap menitnya.



Gambar 2.1. Laju Detak Jantung

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa denyut jantung :

1. Waktu sebelum bekerja (*rest*) kecepatan denyut jantung dalam keadaan stabil. meskipun terjadi perbedaan denyutnya tetapi perbedaannya tidak terlalu jauh.
2. Waktu selama bekerja (*work*) kecepatan denyut jantung cenderung naik. Semakin lama bekerja maka semakin

banyak energy yang dikeluarkan sehingga kecepatan denyut jantung bertambah.

3. waktu setelah bekerja (*recovery*) kecepatan denyut jantung cenderung turun. kondisi kerja yang lama membutuhkan waktu istirahat, yang dipergunakan untuk energy agar terkumpul kembali setelah mencapai titik puncak kelelahan.

Terdapat beberapa definisi denyut jantung menurut Muller (1962) antara lain yaitu:

1. Denyut jantung selama istirahat (*resting pulse*) adalah rata-rata denyut jantung sebelum pekerjaan dimulai.
2. Denyut jantung selama bekerja (*working pulse*) adalah rata-rata denyut jantung selama melakukan pekerjaan.
3. Denyut jantung untuk kerja (*work pulse*) adalah selisih antara denyut jantung selama bekerja dan istirahat.
4. Denyut jantung selama istirahat total (*total recovery* atau *recovery cost*) adalah jumlah total aljabar denyut jantung setelah selesai bekerja sampai denyut jantung berada pada posisi istirahatnya.
5. Denyut jantung total (*total work pulse* atau *cadilac pulse*) adalah jumlah denyut jantung dari dimulainya suatu pekerjaan sampai denyut jantung berada pada kondisi istirahatnya (*resting level*).

## Konsumsi Energi

Untuk merumuskan hubungan antara energi dengan kecepatan jantung, dapat dicari pendekatan kuantitatif hubungan antara energi dengan kecepatan jantung dengan analisis regresi. Bentuk regresi hubungan antara energi dengan kecepatan jantung adalah regresi kuadratis dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733.10^{-4}.X^2$$

Keterangan :

Y = energi (kalori permenit)

X = kecepatan denyut jantung (denyut permenit)

Setelah kecepatan denyut jantung disetarakan dalam bentuk matematis sebagai berikut :

$$KE = Ey_1 - Ey_0$$

keterangan :

KE = konsumsi energy untuk kegiatan tertentu /Kkal

$Ey_1$  = pengeluaran energy pada saat waktu kerja tertentu/Kkal

$Ey_0$  = pengeluaran energy pada saat istirahat / Kkal

Rest Periode (rp) :

$$rp = \frac{t(W - S)}{W - 1,5}$$

Keterangan :

t = 60 menit

W = Y terbesar

S = rata-rata dari energi expenditure

$$S = \frac{\sum \bar{Y}_n}{n}$$

Recovery/Waktu istirahat/waktu pemulihan :

$$TW = \frac{25}{E - (5)}$$

Keterangan : E = KE = konsumsi energi saat bekerja

### **Proses Metabolisme**

Proses metabolisme adalah proses dalam rangka untuk menghasilkan energi yang diperlukan untuk kerja fisik. Dalam proses ini zat-zat makanan akan bersenyawa dengan oksigen yang dihirup, terbakar dan menghasilkan panas serta energi mekanik. Besarnya energi yang dihasilkan atau dikonsumsi dinyatakan dalam bentuk kilo kalori (Kcal) atau kilo joule (KJ).

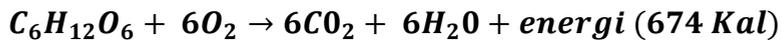
Energi untuk gerakan otot didapat dari ATP yang berubah menjadi ADP. ATP terbentuk kembali dari energy yang berasal dari glukosa. Agar kandungan glukosa darah tidak turun akibat direspirasi untuk menghasilkan ATP maka cadangan glikogen akan menjadi glukosa.



Asam laktat akan dialirkan ke Hepar untuk dijadikan glukosa. Timbunan asam laktat di otot akan menimbulkan rasa lelah, pegal, bahkan, kejang.

Sumber energi :

1. Respirasi Aerob



Hasil *ATP* yang terbentuk dari hasil respirasi aerob 1 molekul glukosa adalah 2 *ATP* (hasil glikolisis) + 2 *ATP* (hasil daur krebs) + 34 *ATP* (hasil transfer elektron) = 38 *ATP*

2. Respirasi an aerob



Pada respirasi an aerob proses glikolisis seperti pada respirasi aerob, tetapi asam piruvat yang terbentuk tidak memasuki siklus asam sitrat karena tanpa  $O_2$ . jumlah *ATP* = 2.

Konversi satuan :

1 Kcal = 4,2 KJ selanjutnya 1 liter  $O_2$  = 4,8 Kcal = 20 KJ

Dari hasil tantang penelitian fisiologi kerja diperoleh kesimpulan bahwa 5,2 Kcal per menit merupakan energi maksimum yang dikonsumsi untuk melakukan pekerjaan fisik yang berat. Selanjutnya energi yang dihasilkan atau dikonsumsi dapat dinyatakan dengan daya (Watt).

5,2 Kcal per menit = 1,08 liter  $O_2$  = 21,48 KJ per menit = 364 Watt

Kemudian setelah diketahui besarnya konsumsi energi yang diperlukan dapat dicari dapat dicari lama waktu yang diperlukan untuk beristirahat setelah melakukan kerja fisik yang berat.

$$R \text{ (menit)} = \frac{T(K-S)}{K-1,5}$$

Dengan keterangan :

R = waktu istirahat yang diperlukan (menit)

T = total jam kerja (menit)

K = rata-rata energi yang dikonsumsi untuk kerja (Kcal/menit)

S = standar beban kerja normal yang dipergunakan (Kcal/menit)

Nilai konstanta dari resting level ditetapkan sebesar 1,5 Kcal/menit.

### **Kelelahan (*fatigue*)**

Kelelahan adalah proses penurunan efisiensi, performans kerja dan berkurangnya kekuatan fisik tubuh untuk melakukan pekerjaan yang harus dilakukan. Kelelahan tersebut jika tidak diatasi akan terakumulasi dari berbagai macam faktor sehingga akan menyebabkan ketegangan (stress) atau lelah kronis yang dialami oleh tubuh manusia. Kelelahan yang disebabkan oleh tidak optimalnya dalam pemilihan metode kerja akan membawa dampak psikologis maupun fisiologis.

#### **D. ALAT YANG DI GUNAKAN**

1. Tread mill
2. Stop watch
3. Kursi pijat

#### **E. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM FISILOGI**

1. Membagi tugas dalam kelompok menjadi :
2. Ukur denyut jantung operator sebelum di tread mill, catat, setelah itu operator baru mulai berjalan di tread mill dengan kecepatan 2.8, 3.8, 4.8 km/jam.
3. ukur denyut jantung operator saat speedometer telah menempuh jarak sejauh 100 meter, 200 meter, 300 meter.
4. Setelah 300 meter, operator beristirahat dan diukur denyut jantungnya pada menitke 2, 4, 6, dan 8.
5. Ulangi langkah 2 sampai 4 dengan kecepatan 20 km/jam dan 30 km/jam. Dengan salah satu perlakuan istirahat dengan perlakuan tambahan yaitu duduk diatas kursi pijit sebagai salah satu contoh faktor pembeda.

# BAB 3 MICROMOTION STUDY

## A. TUJUAN PRAKTIKUM

### a. Tujuan Umum

Memperkenalkan kepada Mahasiswa tentang metode *Micromotion Study* dalam aplikasi pengukuran waktu baku dengan menganalisis elemen-elemen gerakan kerja.

### b. Tujuan Khusus

1. Praktikan dapat mengidentifikasi elemen-elemen gerakan suatu pekerjaan.
2. Praktikan mampu menganalisis/mengidentifikasi elemen-elemen gerakan yang efektif dan tidak efektif.
3. Dapat meningkatkan efektifitas kerja melalui proses identifikasi berbagai gerakan yang tidak diperlukan dan memperbaiki gerakan-gerakan yang ada serta pengaturan ulang tata letak fasilitas/stasiun kerja.
4. Mampu menghitung waktu baku dengan mempelajari elemen-elemen gerakan yang ada dengan bantuan rekaman film.

## **B. PENGANTAR PRAKTIKUM**

Bila kita mengamati suatu pekerjaan yang sedang berlangsung, hal yang pasti terlihat adalah gerakan-gerakan untuk menyelesaikan pekerjaan. Adakalanya gerakan-gerakan yang dilakukan pekerja sudah sesuai dengan gerakan-gerakan yang diperlukan. Tetapi tidak jarang seorang pekerja melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu. Sehingga perlu adanya analisa atau perbaikan dalam melakukan gerakan kerja dengan cara mengeleminasi atau mendesain ulang tata letak lingkungan kerja.

Studi gerakan adalah analisa yang dilakukan terhadap beberapa gerakan bagian tubuh pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya. Dengan demikian diharapkan agar gerakan-gerakan yang tidak perlu dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan sehingga akan diperoleh penghematan baik dalam bentuk tenaga, waktu kerja ataupun dana. Untuk memudahkan penganalisaaan terhadap gerakan-gerakan yang dipelajari perlu dikenal dahulu gerakan-gerakan dasar sebagaimana yang dikembangkan secara mendalam oleh Frank B. Gilberth beserta istrinya Lilian Gilberth. Ia telah menguraikan gerakan-gerakan ke dalam 17 gerakan dasar atau elemen gerakan yang mereka namakan *THEBLIG*.

## C. LANDASAN TEORI

### Gerakan-Gerakan Yang Diuraikan Oleh Gilberth

Kemampuan yang baik untuk menguraikan suatu pekerjaan ke dalam Therblig-therblig sangat diperlukan, karena dengan demikian akan memudahkan dalam analisisnya. Selanjutnya dapat diketahui dengan baik pula gerakan-gerakan yang dapat menghemat waktu kerja, atau gerakan-gerakan yang sebenarnya tidak diperlukan tapi masih dilakukan oleh seorang pekerja. Secara garis besar gerakan-gerakan Therblig dapat diuraikan sebagai berikut :

#### 1. Mencari (*Search*)

Mencari adalah elemen dasar gerakan pekerja untuk menentukan lokasi suatu obyek. Gerakan dimulai pada saat mata bergerak mencari obyek dan berakhir jika objek telah ditemukan. Mencari ini termasuk dalam gerakan Therblig yang tidak efektif. Untuk mengurangi atau menghilangkan elemen kegiatan ini maka ada beberapa hal yang harus dilaksanakan :

- a. Mengetahui ciri-ciri obyek yang akan diambil.
- b. Mengatur tata letak area kerja sehingga memudahkan dan mengeliminasi proses mencari.
- c. Pencahayaan area kerja sesuai dengan standar ergonomi.

- d. Usahakan merancang tempat obyek dengan bahan yang transparan.
  - e. Tempat obyek yang akan diambil ditempatkan secara tetap.
2. Memilih (*Select*)

Memilih merupakan gerakan untuk menemukan suatu objek yang tercampur. Tangan dan mata adalah dua bagian elemen badan yang digunakan untuk melakukan gerakan ini. Gerakan ini dimulai pada saat tangan dan mata mulai memilih dan berakhir bila objek sudah ditemukan. Gerakan memilih merupakan gerakan yang tidak efektif sehingga gerakan ini perlu dieliminasi atau dihindarkan. Untuk menghilangkan elemen gerakan ini maka ada beberapa hal yang harus dilaksanakan yaitu:

- a. Obyek - obyek yang berbeda ditempatkan pada tempat yang terpisah.
  - b. Obyek yang digunakan harus sudah standar, sehingga dapat dipertukarkan antara yang satu dengan yang lain.
  - c. Menggunakan tempat barang yang transparan.
3. Memegang (*Grasph*)

Memegang adalah elemen gerakan tangan yang dilakukan dengan menutup jari-jari tangan obyek yang

dikehendaki dalam suatu operasi kerja. Memegang adalah elemen Therblig yang diklasifikasikan sebagai elemen gerakan efektif yang biasanya tidak bisa dihilangkan tetapi dalam beberapa hal dapat diperbaiki. Untuk memperbaiki elemen gerakan ini dapat dilakukan dengan :

- a. Mengusahakan agar beberapa obyek dapat dipegang secara bersamaan.
  - b. Obyek diletakkan secara teratur sehingga dalam melakukan pemegangan obyek dapat dilaksanakan lebih mudah dibandingkan dengan letak objek yang berserakan.
  - c. Menggunakan peralatan yang dapat mengganti fungsi tangan untuk memegang sehingga dapat mengurangi gerakan anggota badan yang pada akhirnya dapat memperlambat datangnya kelelahan.
4. Menjangkau/membawa tanpa beban (*Reach*)

Gerakan ini adalah gerakan menjangkau yaitu gerakan tangan berpindah tempat tanpa beban, baik gerakan mendekati maupun menjauhi objek. Gerakan ini dimulai pada saat tangan mulai berpindah dan berakhir bila tangan sudah berhenti. Menjangkau adalah elemen Therblig yang diklasifikasikan sebagai elemen gerakan

efektif yang biasanya tidak bisa dihilangkan tetapi dalam beberapa hal dapat diperbaiki. Seperti dengan memperpendek jarak jangkauan dan memberikan lokasi yang tetap untuk obyek yang akan dijangkau.

5. Membawa (*Move*)

Membawa merupakan elemen gerakan perpindahan tangan, hanya saja gerakan tangan ini dalam keadaan dibebani. Gerakan membawa dimulai dan berakhir pada saat yang sama dengan menjangkau. Membawa adalah elemen Therblig yang diklasifikasikan sebagai elemen gerakan efektif yang biasanya tidak bisa dihilangkan tetapi dalam beberapa hal dapat diperbaiki. Seperti dengan memperpendek jarak jangkauan dan memberikan lokasi yang tetap untuk obyek yang akan dijangkau dan memberikan beban yang ringan untuk obyek yang dipindahkan.

6. Memegang untuk Memakai (*Hold*)

Memegang untuk memakai adalah memegang tanpa menggerakkan objek yang dipegang. memegang untuk memakai ini merupakan gerakan yang tidak efektif, dengan demikian sedapat mungkin harus dihilangkan atau paling tidak dikurangi, misalnya dengan memakai alat bantu untuk memegang obyek.

## 7. Melepas (*Released Load*)

Elemen gerakan melepas terjadi bila seorang pekerja melepaskan objek yang dipegangnya. Gerakan ini relatif lebih singkat dibandingkan dengan gerakan Therblig lain. Elemen gerak Therblig ini termasuk ke dalam klasifikasi gerakan yang efektif yang bisa diperbaiki. Elemen ini dapat diperbaiki dengan cara :

- a. Mengusahakan kegiatan ini dapat dilaksanakan dengan elemen gerakan membawa.
- b. Mendesain tempat obyek sedemikian rupa sehingga elemen melepas dapat dilakukan dengan singkat.
- c. Mengusahakan agar setelah melepas posisi tangan langsung berada pada kondisi kerja untuk elemen berikutnya.

## 8. Pengarahan (*Position*)

Mengarahkan adalah elemen gerakan Therblig yang terdiri dari menempatkan obyek pada lokasi yang dituju secara tepat. Elemen gerak ini termasuk gerak Therblig yang tidak efektif. Sehingga diusahakan untuk dihilangkan atau dihindari, misalnya dengan mempergunakan alat bantu dan tempat obyek yang tetap.

#### 9. Pengarahan *Sementara (Pre Position)*

Mengarahkan sementara adalah elemen gerakan Therblig yang mengarahkan obyek kesuatu tempat sementara sehingga pada saat bekerja mengarahkan obyek benar-benar dilakukan, maka obyek tersebut dengan mudah dapat dipegang dan dibawa ke arah tujuan yang dikehendaki. Gerakan ini termasuk dalam kategori gerakan yang tidak efektif. Adapun usaha-usaha untuk menghindari elemen gerakan ini yaitu :

- a. Menggabungkan elemen gerakan memeriksa dengan gerakan yang lain.
- b. Mempergunakan alat inspeksi yang mampu melakukan inspeksi untuk beberapa obyek sekaligus.
- c. Penambah faktor pencahayaan terutama untuk obyek-obyek yang kecil.

#### 10. Memeriksa (*Inspection*)

Elemen ini termasuk dalam langkah kerja untuk menjamin bahwa obyek telah memenuhi persyaratan kualitas yang ditetapkan. Elemen ini termasuk elemen Therblig yang efektif.

#### 11. Merakit (*Assemble*)

Merakit adalah gerakan yang menggabungkan satu objek dengan objek yang lain sehingga menjadi satu kesatuan. Gerakan ini biasanya didahului oleh salah satu Therblig membawa atau mengarahkan dan dilanjutkan oleh Therblig melepas. Gerakan ini termasuk dalam gerakan Therblig yang efektif yang tidak dapat dihilangkan tetapi dapat diperbaiki.

#### 12. Lepas Rakit (*Deassemble*)

Gerakan ini merupakan kebalikan dari gerakan Therblig merakit yaitu memisahkan dua bagian atau lebih objek dipisahkan dari suatu kesatuan.

#### 13. Memakai (*Use*)

Memakai adalah elemen gerakan Therblig dimana salah satu atau kedua tangan digunakan untuk memakai /mengontrol suatu alat untuk tujuan-tujuan tertentu selama kerja berlangsung. Merakit dapat dikurangi dengan :

- a. Menggunakan alat/perkakas pembantu
- b. Dapat diotomasi

#### 14. Kelambatan yang Tak Terhindar (*Unavoidable Delay*)

Kelambatan yang dimaksudkan di sini adalah kelambatan yang diakibatkan oleh hal-hal yang terjadi di luar

kemampuan pengendalian pekerja. Misalnya gangguan-gangguan yang terjadi seperti padamnya listrik, rusaknya alat.

15. Kelambatan yang Dapat Dihindarkan (*Avoidable Delay*)

Keterlambatan ini disebabkan oleh hal yang timbul sepanjang waktu kerja oleh pekerjanya baik disengaja maupun tidak disengaja. Kondisi ini diakibatkan oleh hal-hal diluar operator dan merupakan interupsi terhadap proses kerja yang sedang berlangsung.

16. Merencanakan (*Plan*)

Elemen ini merupakan proses mental di mana operator berhenti sejenak bekerja dan memikir untuk menentukan tindakan-tindakan apa yang harus dilakukan selanjutnya. Gerakan Therblig ini lebih sering terjadi pada seorang pekerja baru.

17. Isirahat untuk Menghilangkan Lelah (*Rest to Overcome Fatigue*)

Hal ini tidak terjadi pada setiap siklus kerja, tetapi terjadi secara periodik. Gagasan untuk mengefektifkan penerapannya muncul dari seorang konsultan "*methode engineering*" ternama dari Jepang Mr. Shiego Singo. Waktu untuk memulihkan lagi kondisinya dari rasa fatigue sebagai akibat kerja berbeda-beda, tidak saja

karena jenis pekerjaannya tetapi juga karena individu pekerjaannya. Pertanyaan-pertanyaan berikut dipakai sebagai patokan untuk memperbaiki kelambatan-kelambatan yang diakibatkan oleh Therblig-therblig kedua jenis kelambatan di atas, merencanakan dan istirahat karena fatigue. Ia mengklasifikasikan Therblig yang telah dibuat oleh Gilberth menjadi empat kelompok, yaitu :

### **Kelompok Utama (*Objective Basic Division*)**

A : *Assemble* (Merakit)

DA : *Disassemble* (Mengurai Rakit)

U : *Use* (Menggunakan)

Gerakan-gerakan dalam kelompok utama ini bersifat memberikan nilai tambah perbaikan kerja untuk kelompok ini dapat dilakukan dengan cara mengefisiensikan gerakan.

### **Kelompok Penunjang (*Physical Basic Division*)**

RE : *Reach* (Menjangkau)

G : *Grasp* (Memegang)

M : *Move* (Membawa)

RL : *Release Load* (Melepas)

Gerakan-gerakan dalam kelompok penunjang ini diperlukan, tetapi tidak memberikan nilai tambah.

Perbaikan kerja untuk kelompok ini dapat dilakukan dengan meminimalkan gerakan.

### **Kelompok Pembantu (Mental atau *Semi-Mental Basic Division*)**

SH : *Search* (Mencari)

ST : *Select* (Memilih)

P : *Position* (Mengarahkan)

H : *Hold* (Memegang untuk Memakai)

I : *Inspection* (Memeriksa)

PP : *Preposition* (Mengarahkan)

Gerakan-gerakan dalam kelompok pembantu ini tidak memberikan nilai tambah dan mungkin dapat dihilangkan. Perbaikan kerja untuk kelompok ini dilakukan dengan pengaturan kerja yang baik atau menggunakan alat bantu.

### **Kelompok Gerakan Elemen Luar**

R : *Rest*

Pn : *Plan*

UD : *Unavoidable Delay*

AD : *Avoidable Delay*

Gerakan dalam kelompok ini sedapat mungkin dihilangkan.

### ***Micromotion Time Measurement***

Sering kali dijumpai kesulitan-kesulitan dalam menentukan batas-batas suatu elemen Therblig dengan elemen Therblig yang lainnya, karena waktu kerja yang terlalu singkat dalam menganalisa gerakan kerja. Untuk memudahkannya dilakukan perekaman atas gerakan-gerakan kerja dengan menggunakan kamera film (*video recorder*). Hasil perekaman dapat diputar ulang jika diperlukan dengan kecepatan lambat (*slow motion*) sehingga analisa gerakan kerja dapat dilakukan dengan lebih teliti. Aktivitas *micromotion study* mengharuskan untuk merekam setiap gerakan kerja yang ada secara detail dan memberi kemungkinan-kemungkinan analisa gerakan kerja secara detail dan secara lebih baik.

### **Perhitungan Waktu Baku**

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam suatu sistem kerja yang terbaik atau biasa didefinisikan : menghitung waktu yang diperlukan untuk merakit 1 produk dengan memperhatikan elemen-elemen gerakan operator. Sedang waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk merakit 1 produk di mana data perhitungan waktunya diambil dari data mentah yang didapat dari percobaan.

## **Gerakan-Gerakan Dasar Pada Pengukuran Waktu Baku Dengan metode *TimeMeasurement* (MTM).**

### 1. Menjangkau (*Reach*)

Menjangkau adalah elemen gerakan dasar yang digunakan bila maksud utama gerakan adalah untuk memindahkan tangan atau jari kesuatu tempat tujuan tertentu. waktu yang dibutuhkan untuk gerakan menjangkau ini bervariasi dan tergantung pada faktor-faktor seperti keadaan/kondisi tujuan, panjang gerakan dan macam gerak jangkauan yang dilakukan. Disini ada tiga macam kelas menjangkau (*Tabel Reach-R dan Move-M*) yang mana waktu untuk melaksanakan masing-masing gerakan. Menjangkau tersebut akan dipengaruhi oleh keadaan obyek yang akan dijangkau. Kelima kelas menjangkau tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Menjangkau kelas A: Adalah gerakan menjangkau ke arah suatu tempat yang pasti, atau ke suatu obyek di tangan lain.
- b. Menjangkau kelas B: Adalah gerakan menjangkau ke arah suatu sasaran yang tempatnya berada pada jarak "kira-kira" tapi tertentu dan diketahui lokasinya.

- c. Menjangkau kelas C: Adalah gerakan menjangkau ke arah suatu obyek yang tercampur aduk dengan banyak obyek lain.
- d. Menjangkau kelas D: Adalah gerakan menjangkau ke arah suatu obyek yang kecil sehingga diperlukan suatu alat pemegang khusus.
- e. Menjangkau kelas E: Adalah gerakan menjangkau ke arah suatu sasaran yang tempatnya tidak pasti.

Panjang dari gerakan menjangkau adalah merupakan lintasan yang sebenarnya, tidak hanya sekedar berupa garis lurus yang menjangkau jarak di antar dua titik lokasi.

## 2. Mengangkat (*Move*)

Mengangkut adalah elemen gerakan dasar yang dilaksanakan dengan maksud utama untuk membawa suatu obyek dari satu lokasi tujuan tertentu. Disini ada tiga kelas mengangkut, yaitu :

- a. Mengangkut kelas A : Adalah bila gerakan mengangkut merupakan pemindahan obyek dari satu tangan ke tangan yang lain atau berhenti karena sesuatu sebab.
- b. Mengangkut kelas B : Adalah bila gerakan mengangkut merupakan pemindahan obyek ke suatu

sasaran yang letaknya tidak pasti atau mendekati.

- c. Mengangkut kelas C : Adalah bila gerakan mengangkut merupakan pemindahan proyek ke suatu sasaran yang letaknya sudah tertentu/ tetap.

Disini waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut dipengaruhi oleh variabel-variabel seperti kondisi sasaran yang dituju, jarak yang harus ditempuh, jenis atau tipe pengangkutan, dan faktor-faktor berat, dinamika atau statika obyek. Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut juga dipengaruhi oleh panjangnya gerakan (seperti halnya dengan elemen menjangkau). Dipengaruhi berat pada waktu gerak terjadi bila beratnya lebih besar dari 2,5 ponds - ditambahkan pada waktu yang diperoleh dari tabel mengangkut.

### **Penyederhanaan operasi kerja**

Dapat dilakukan dengan cara :

1. Perancangan komponen kerja.
2. Pemilihan bahan baku (material).
3. Penetapan proses manufakturing.
4. Perencanaan proses set-up mesin dan perkakas.
5. Perbaikan kondisi lingkungan kerja.
6. Perencanaan proses pemindahan bahan.

## **Prinsip Ekonomi Gerakan**

Prinsip Ekonomi Gerakan dipergunakan untuk menganalisis gerakan-gerakan kerja setempat dalam suatu stasiun kerja dan untuk kegiatan kerja yang berlangsung secara menyeluruh dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya. Prinsip-prinsip ekonomi gerakan itu meliputi ;

1. Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan penggunaan badan/tubuh manusia :
  - a. Kedua tangan sebaiknya memulai dan mengakhiri secara bersamaan.
  - b. Kedua tangan sebaiknya tidak mengganggu secara bersamaan kecuali sedang istirahat.
  - c. Gerakan kedua tangan akan lebih mudah jika satu terhadap lainnya simetris dan berlawanan arah gerakannya.
  - d. Gerakan tubuh atau tangan sebaiknya dihemat dan memperhatikan alam atau natural dari gerakan tubuh atau tangan.
  - e. Sebaiknya para pekerja dapat memanfaatkan momentum untuk membantu pekerjaannya, pemanfaatan ini timbul karena berkurangnya kerja otot dalam bekerja.
  - f. Gerakan yang patah-patah banyak perubahan arah

- akan memperlambat gerakan tersebut.
- g. Gerakan balistik akan lebih cepat, menyenangkan dan teliti dari pada gerakan yang dikendalikan.
  - h. Pekerjaan sebaiknya dirancang semudah-mudahnya dan jika memungkinkan irama kerja harus mengikuti irama alamiah si pekerjanya.
  - i. Usahakan sedikit mungkin gerakan mata
2. Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan tempat kerja berlangsung :
- a. Sebaiknya diusahakan agar peralatan dan bahan baku dapat diambil dari tempat tertentu dan tetap.
  - b. Bahan dan peralatan diletakkan pada tempat yang mudah, cepat dan enak untuk dicapai atau dijangkau.
  - c. Tempat penyimpanan bahan yang dirancang dengan memanfaatkan prinsip gaya berat akan memudahkan kerja bahan karena yang akan diproses selalu siap di tempat yang mudah untuk diambil. Hal ini menghemat tenaga dan biaya.
  - d. Objek yang sudah selesai penyalurannya dirancang menggunakan mekanisme yang baik.
  - e. Bahan-bahan dan peralatan sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga gerakan-gerakan

dilakukan dengan urutan terbaik.

- f. Tinggi tempat kerja dan kursi sebaiknya sedemikian rupa sehingga alternatif berdiri dan duduk dalam menghadapi pekerjaan merupakan suatu hal yang menyenangkan
3. Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan desain peralatan kerja yang digunakan :
    - a. Tangan sebaiknya dapat dibedakan dari semua pekerjaan bila penggunaan dari perkakas pembantu atau alat yang dapat digerakkan dengan kaki dapat ditingkatkan.
    - b. Peralatan sebaiknya dirancang sedemikian agar mempunyai lebih dari satu kegunaan.
    - c. Peralatan sebaiknya sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pemegangan dan penyimpanannya.
    - d. Bila setiap jari tangan melakukan gerakan sendiri-sendiri, misalnya seperti pekerjaan mengetik, beban yang didistribusikan pada jari harus sesuai dengan kekuatan masing-masing jari.
    - e. Roda tangan, palang dan peralatan yang sejenis dengan itu sebaiknya diatur sedemikian sehingga badan dapat melayaninya dengan posisi yang baik dan dengan tenaga yang minimum.

#### **D. METODE PELAKSANAAN PRAKTIKUM**

Peralatan yang Dipakai :

1. 1 buah kamera *Handy Cam*
2. 1 buah *Stop Watch*
3. 1 buah obeng (-) dan obeng (+)
4. 1 buah *Handicraft* (Tamiya)
5. 1 set Monitor TV-Video
6. 1 buah Kaset Video

#### **E. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN**

1. Identifikasi pekerjaan (merakit Tamiya)
2. Penelitian Pendahuluan (Lingkungan kerja, metode kerja, peralatan yang dipakai, dan operator)
3. Memilih Operator dan Pelatihan Pendahuluan (Mengetahui Waktu Normal)

#### **Pelaksanaan pengumpulan data elemen gerakan :**

Prosedur praktikum

1. Bagi tugas praktikan dalam dua regu (4 orang) sebagai berikut :
  - a. 1 orang sebagai operator (tugas merakit Tamiya)
  - b. 2 orang sebagai pencatat waktu dan pengamat, dan
  - c. 1 orang sebagai pengontrol alat-alat.

Asisten memberikan petunjuk metoda kerja pekerjaan merakit Tamiya, dan sekaligus meneliti kondisi lingkungan kerja, peralatan yang digunakan dan memilih operator (Penelitian Pendahuluan)

2. Memberikan waktu latihan kepada operator satu-dua kali latihan siklus pekerjaan. (*Harap diperhatikan pekerjaan merakit sebisa mungkin dikerjakan sewajarnya*)
3. Jika latihan dirasa sudah cukup, pekerjaan sesungguhnya dapat dimulai. Pada saat itu juga kamera dihidupkan pada kondisi *Ject* pada *RECORD* atau merekam (merekamnya satu siklus kerja saja, untuk 9 siklus berikutnya tidak direkam)
4. Catat Waktu Siklus setiap satu siklus pekerjaan merakit sebanyak 10 kali pengamatan dengan menggunakan *Stop Watch*.
5. Jika langkah kelima sudah selesai, operator berhenti. Lalu petugas kontrol alat dibantu dengan asisten menghidupkan TV-Video dari hasil rekaman pekerjaan.
6. Praktikan mulai mengamati dan menganalisis elemen-elemen gerakan pekerjaan merakit Tamiya dari rekaman film.
7. Catat hasil analisis mengenai jumlah elemen gerakan dan jenis elemen gerakan pada lembar pengamatan.

8. Lakukan perubahan *lay out* usulan dengan mengidentifikasi elemen gerakan yang lebih efektif dan catat hasil analisis elemen gerakan usulan.
9. Perhitungan dan Analisis Data
10. Kesimpulan dan Saran