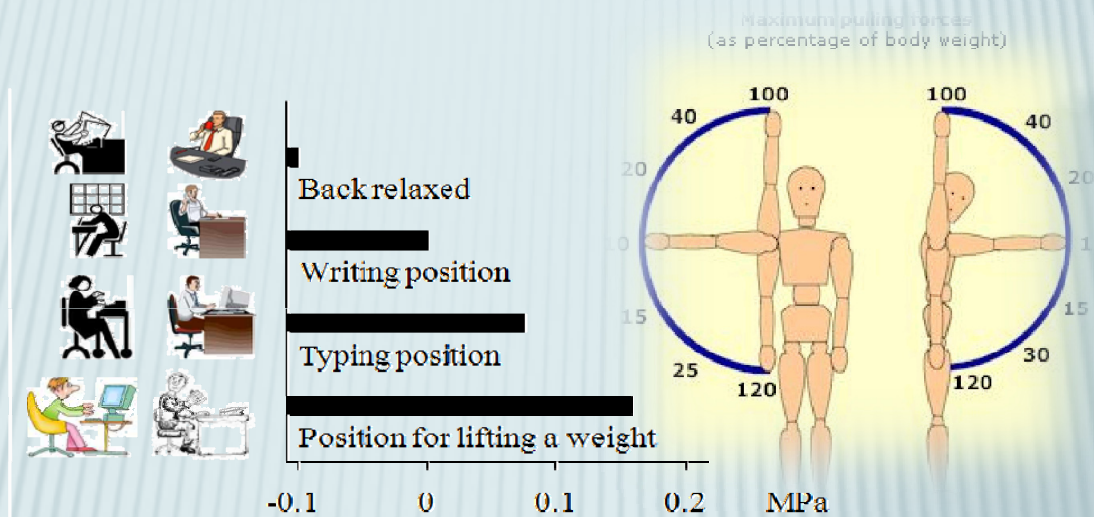


PANDUAN PRAKTIKUM ANALISIS PERANCANGAN KERJA



Disusun oleh :

Asisten :

*Penanggungjawab Keilmuan :
Arya Wirabhuana, S.T, M.Sc*

*Dwi Yuniarko
Nur Saja'a Fitrianto*

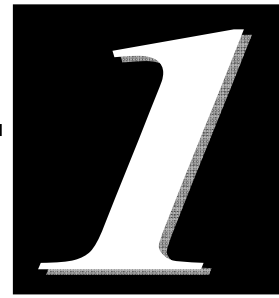
*Laboran :
M. Arief Rochman, S.T.*

*Ahmad Rosyid
Nunung Nurlaila Jamil
Hasti Hasanati Marfu'ah
Emmy Nurhayati*



Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
Tahun 2008

Modul-1: ANTHROPOMETRI



A. TUJUAN

1. Praktikan diharapkan mampu melakukan pengukuran anthropometri manusia.
2. Mampu menggunakan data anthropometri yang ada untuk merancang suatu design system 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 system 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. ANTHROPOMETRI

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

6. Saat pengukuran

Anthropometri dibagi atas dua bagian, yaitu:

- a. Pengukuran Statis

Pengukuran manusia pada posisi diam dan linier pada permukaan tubuh

b. Anthropometri Dinamis

Yang dimaksud dengan anthropometri dinamis adalah pengukuran keadaan dan ciri-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 :

- Perancangan areal kerja (work station)
- Perancangan peralatan kerja seperti mesin, equipment, perkakas (tools) dan sebagainya.
- Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi / meja komputer dan lain-lain.
- 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 anthropometri 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.

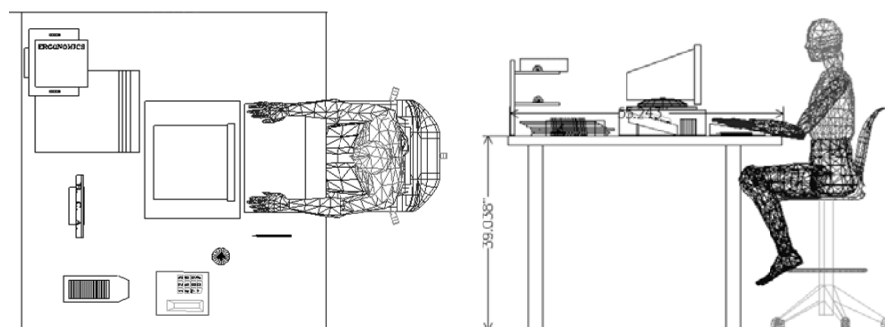
E. METODE PERANCANGAN DENGAN ANTHROPOMETRI (*ANTHROPOMETRIC METHOD*)

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

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

- Penggaris dan meteran
- Alat pengukur tinggi tubuh
- Timbangan badan
- Kursi Antropometri

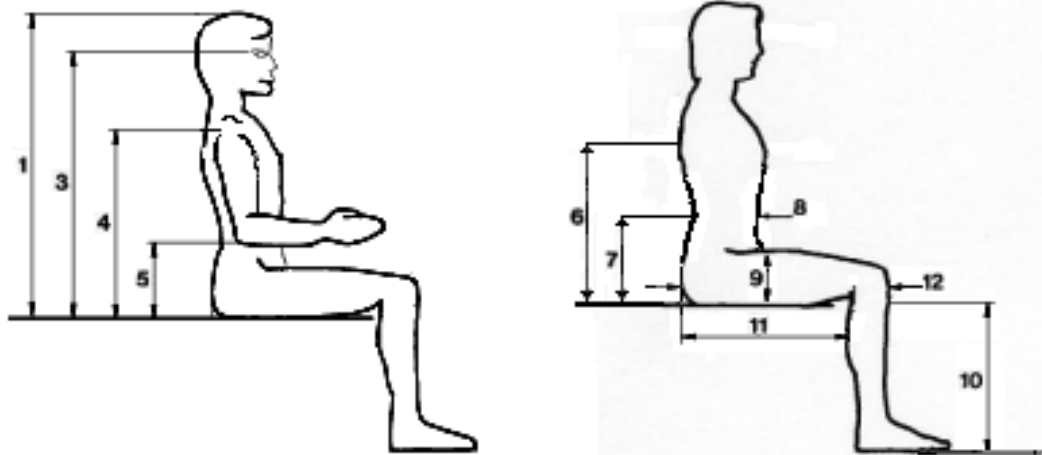
H. PEDOMAN PENGUKURAN DATA ANTHROPOMETRI

H.1 Pengukuran Anthropometri Statis/Dimensi Tubuh

H.1.1 Posisi: Duduk Samping

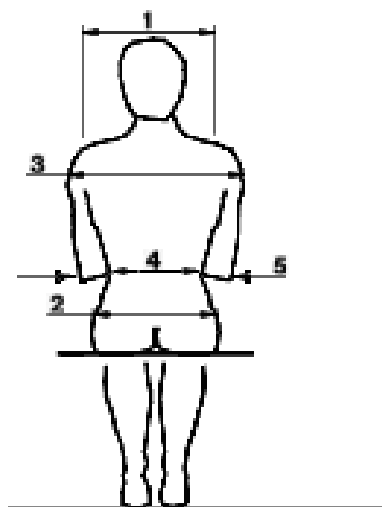
No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1.	Tinggi duduk tegak	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung atas kepala. Subjek duduk <u>tegak</u> dengan memandang lurus ke depan, dan lutut membentuk sudut siku-siku.
2.	Tinggi duduk normal	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai 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.
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

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
		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)



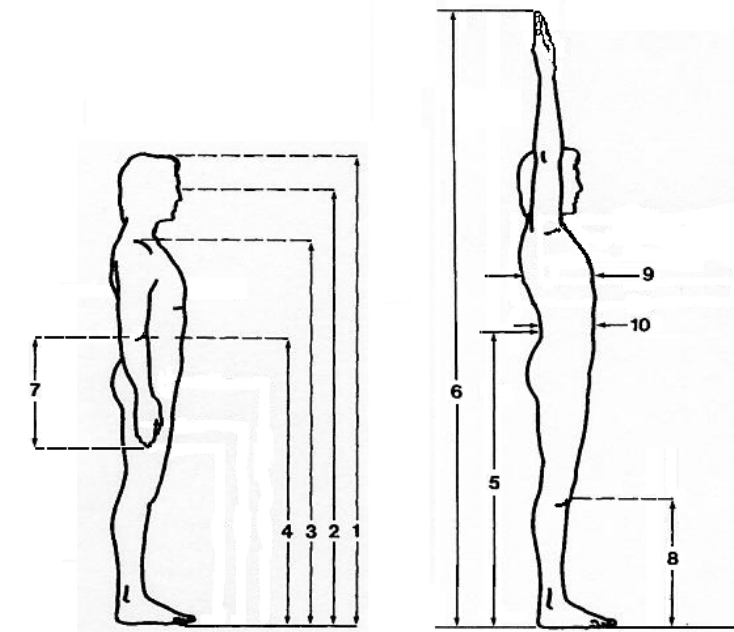
J.1.2 Posisi: Duduk menghadap ke depan

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 sisi kanan.
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.



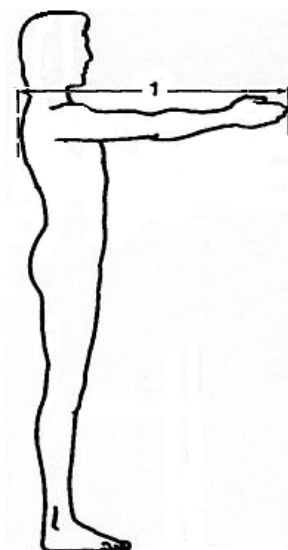
H.1.3 Posisi: Berdiri

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 ke atas	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.



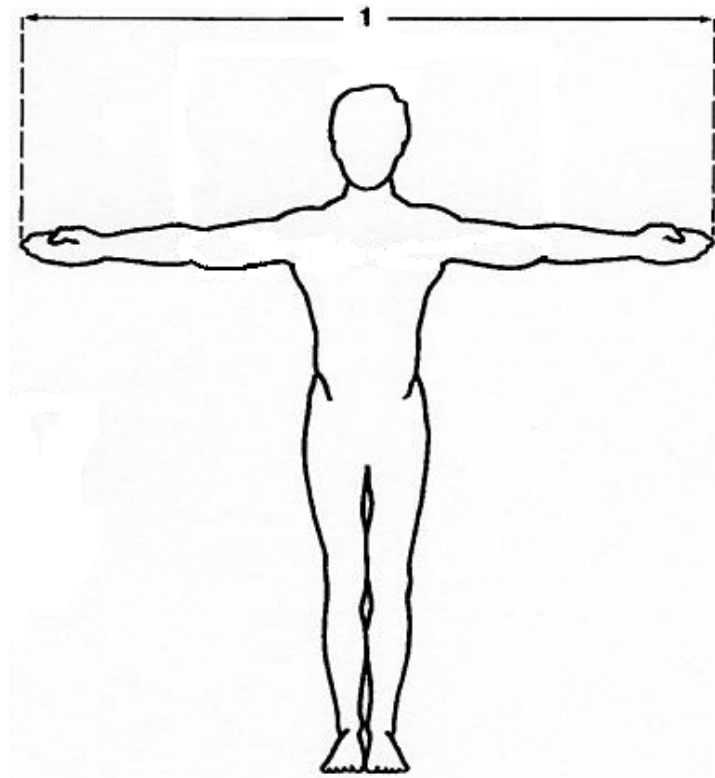
H.1.4 Posisi: Berdiri dengan tangan lurus ke depan

No.	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1.	Jangkauan tangan ke depan	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



H.1.5 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.



LAMPIRAN

LEMBAR PENGAMATAN PENGUKURAN ANTHROPOMETRI STATIS / DIMENSI TUBUH

NAMA :

UMUR :

JENIS KELAMIN :

SUKU BANGSA :

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	
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	

Modul-2: FISIOLOGI KERJA



A. TUJUAN

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 hasil 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 expenditure.
4. Dapat menghitung besar energy akspenditure pada suatu pekerjaan tertentu berdasarkan intensitas hearth 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

B. 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.

a. 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 Horse power oleh Taylor, tetapi tidak memuaskan.
2. Tingkat konsumsi energy untuk mengukur pengeluaran energy.
3. Perubahan tingkat kerja jantung dan konsumsi oksigen.

Triffin mengemukakan criteria 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. Criteria 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.

b. Kerja fisik dan mental.

Kerja fisik adalah kerja yang membutuhkan energy 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 energy 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.

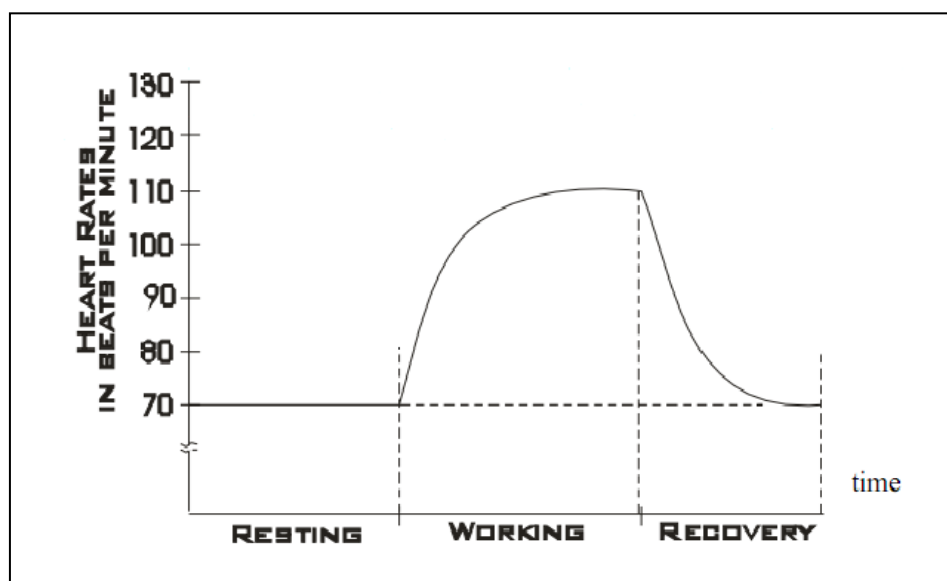
1. Konsumsi oksigen (oxygen consumption)

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

2. Laju denyut jantung (hearth 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 perbedaan nya 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).

c. Konsumsi energy.

Untuk merumuskan hubungan antara energy dengan kecepatan jantung, dapat dicari pendekatan kuantitatif hubungan antara energy dengan kecepatan jantung dengan analisis regresi. Bentuk regresi hubungan antara energy 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 period (rp) :

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

Keterangan : t = 60 menit

W = Y terbesar

S = rata-rata dari energy expenditure

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

Recovery / waktu istirahat / waktu pemulihan : $Tw = \frac{25}{E - (5)}$ dengan

Keterangan : E = KE = konsumsi energi saat bekerja

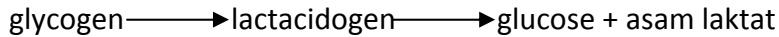
d. Proses metabolisme.

Proses metabolisme adalah proses dalam rangka untuk menghasilkan energy yang diperlukan untuk kerja fisik. Dalam proses ini zat-zat makanan akan bersenyawa dengan oksigen yang dihirup, terbakar dan menghasilkan panas serta energy mekanik. Besarnya energy 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.

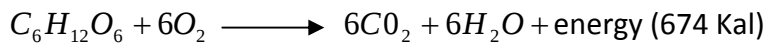
Adrenalin



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

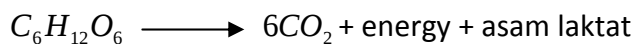
Sumber energy

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 energy maksimum yang dikonsumsi untuk melakukan pekerjaan fisik yang berat. Selanjutnya energy 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 energy 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 energy 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.

e. 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.

C. ALAT YANG DI GUNAKAN

- a. Tread mill
- b. Stop watch
- c. Kursi pijat

D. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM FISILOGI

- a. Membagi tugas dalam kelompok menjadi :
- b. 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.
- c. ukur denyut jantung operator saat speedometer telah menempuh jarak sejauh 100 meter, 200 meter, 300 meter.
- d. Setelah 300 meter, operator beristirahat dan diukur denyut jantungnya pada menit ke 2, 4, 6, dan 8.

- e. Ulangi langkah b sampai d 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.

Modul-3: MICROMOTION STUDY



A. TUJUAN

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 penganalisaan 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 **THERBLIG**.

C. 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 mengeliminir 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 :

1. Menggunakan alat/perkakas pembantu
2. 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 pekerjaanya 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 kondisi badannya dari rasa fatigue sebagai akibat kerja berbeda-beda, tidak saja karena jenis pekerjaannya tetapi juga karena individu pekerjanya. 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 :

1. Kelompok Utama (Objective Basic Division)

- a.) A : Assemble (Merakit)
- b.) DA : Disassemble (Mengurai Rakit)
- c.) U : Use (Menggunakan)

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

2. Kelompok Penunjang (Phisical Basic Division)

- a.) RE : Reach (Menjangkau)
- b.) G : Grasp (Memegang)
- c.) M : Move (Membawa)
- d.) RL : Release Load (Melepas)

Gerakan-gerakan dalam kelompok penunjang ini diperlukan, tetapi tidak memberikan nilai tambah. Perbaikan kerja untuk kelompok ini dapat dilakukan dengan meminimkan gerakan.

3. Kelompok Pembantu (Mental atau Semi-Mental Basic Division)

- a.) SH : Search (Mencari)
- b.) ST : Select (Memilih)
- c.) P : Position (Mengarahkan)
- d.) H : Hold (Memegang untuk Memakai)
- e.) I : Inspection (Memeriksa)
- f.) 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.

4. Kelompok Gerakan Elemen Luar

- a.) R : Rest
- b.) Pn : Plan
- c.) UD : Unavoidable Delay
- d.) 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 Time Measurement (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 :

- Menjangkau kelas A: Adalah gerakan menjangkau ke arah suatu tempat yang pasti, atau ke suatu obyek di tangan lain.
- Menjangkau kelas B: Adalah gerakan menjangkau ke arah suatu sasaran yang tempatnya berada pada jarak "kira-kira" tapi tertentu dan diketahui lokasinya.
- Menjangkau kelas C: Adalah gerakan menjangkau ke arah suatu obyek yang tercampur aduk dengan banyak obyek lain.
- Menjangkau kelas D: Adalah gerakan menjangkau ke arah suatu obyek yang kecil sehingga diperlukan suatu alat pemegang khusus.
- 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 :

- Mengangkut kelas A : Adalah bila gerakan mengangkut merupakan pemindahan obyek dari satu tangan ke tangan yang lain atau berhenti karena sesuatu sebab.
- Mengangkut kelas B : Adalah bila gerakan mengangkut merupakan pemindahan obyek ke suatu sasaran yang letaknya tidak pasti atau mendekati.
- 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 berat lebih besar dari 2,5 ponds - ditambahkan pada waktu yang diperoleh dari tabel mengangkut.

Penyederhanaan operasi kerja

Dapat dilakukan dengan cara :

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

D. 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 ;

- a.) Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan penggunaan badan/tubuh manusia.
- b.) Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan tempat kerja berlangsung.
- c.) Prinsip ekonomi gerakan dihubungkan dengan desain peralatan kerja yang digunakan.

Prinsip Ekonomi Gerakan yang Berhubungan dengan Tubuh Manusia dan Gerakannya :

1. Kedua tangan sebaiknya memulai dan mengakhiri secara bersamaan.
2. Kedua tangan sebaiknya tidak menganggur secara bersamaan kecuali sedang istirahat.
3. Gerakan kedua tangan akan lebih mudah jika satu terhadap lainnya simetris dan berlawanan arah gerakannya.
4. Gerakan tubuh atau tangan sebaiknya dihemat dan memperhatikan alam atau natural dari gerakan tubuh atau tangan.
5. Sebaiknya para pekerja dapat memanfaatkan momentum untuk membantu pekerjaannya, pemanfaatan ini timbul karena berkurangnya kerja otot dalam bekerja.
6. Gerakan yang patah-patah banyak perubahan arah akan memperlambat gerakan tersebut.
7. Gerakan balistik akan lebih cepat, menyenangkan dan teliti dari pada gerakan yang dikendalikan.
8. Pekerjaan sebaiknya dirancang semudah-mudahnya dan jika memungkinkan irama kerja harus mengikuti irama alamiah si pekerjanya.
9. Usahakan sedikit mungkin gerakan mata.

Prinsip-prinsip Ekonomi Gerakan Berhubungan dengan Pengaturan Tata Letak Tempat Kerja :

1. Sebaiknya diusahakan agar peralatan dan bahan baku dapat diambil dari tempat tertentu dan tetap.
2. Bahan dan peralatan diletakkan pada tempat yang mudah, cepat dan enak untuk dicapai atau dijangkau.
3. 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.
4. Objek yang sudah selesai penyalurannya dirancang menggunakan mekanisme yang baik.
5. Bahan-bahan dan peralatan sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa sehingga gerakan-gerakan dilakukan dengan urutan terbaik.
6. Tinggi tempat kerja dan kursi sebaiknya sedemikian rupa sehingga alternatif berdiri dan duduk dalam menghadapi pekerjaan merupakan suatu hal yang menyenangkan.

Prinsip-prinsip Ekonomi Gerakan Dihubungkan dengan Perancangan Peralatan :

1. Tangan sebaiknya dapat dibedakan dari semua pekerjaan bila penggunaan dari perkakas pembantu atau alat yang dapat digerakkan dengan kaki dapat ditingkatkan.
2. Peralatan sebaiknya dirancang sedemikian agar mempunyai lebih dari satu kegunaan.
3. Peralatan sebaiknya sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam pemegangan dan penyimpanannya.
4. Bila setiap jari tangan melakukan gerakan sendiri-sendiri, misalnya seperti pekerjaan mengetik, beban yang didistribusikan pada jari harus sesuai dengan kekuatan masing-masing jari.
5. 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.

E. METODE PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Peralatan yang Dipakai :

- a.) 1 buah kamera *Handy Cam*
- b.) 1 buah *Stop Watch*
- c.) 1 buah obeng (-) dan obeng (+)
- d.) 1 buah *Handicraft* (Tamiya)
- e.) 1 set Monitor TV-Video
- f.) 1 buah Kaset Video

Langkah-langkah Percobaan :

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

Pelaksanaan pengumpulan data elemen gerakan :

- Prosedur praktikum :
 - a.) Bagi tugas praktikan dalam dua regu (4 orang) sebagai berikut :
 - 1 orang sebagai operator (tugas merakit Tamiya)
 - 2 orang sebagai pencatat waktu dan pengamat, dan
 - 1 orang sebagai pengontrol alat-alat.
 - a. Asisten memberikan petunjuk metoda kerja pekerjaan merakit Tamiya, dan sekaligus meneliti kondisi lingkungan kerja, peralatan yang digunakan dan memilih operator (Penelitian Pendahuluan)
 - b. Memberikan waktu latihan kepada operator satu-dua kali latihan siklus pekerjaan. (Harap diperhatikan pekerjaan merakit sebisa mungkin dikerjakan sewajarnya)
 - c. 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)

- d. Catat Waktu Siklus setiap satu siklus pekerjaan merakit sebanyak 10 kali pengamatan dengan menggunakan *Stop Watch*.
- e. Jika langkah kelima sudah selesai, operator berhenti. Lalu petugas kontrol alat dibantu dengan asisten menghidupkan TV-Video dari hasil rekaman pekerjaan.
- f. Praktikan mulai mengamati dan menganalisis elemen-elemen gerakan pekerjaan merakit Tamiya dari rekaman film.
- g. Catat hasil analisis mengenai jumlah elemen gerakan dan jenis elemen gerakan pada lembar pengamatan.
- h. Lakukan perubahan *lay out* usulan dengan mengidentifikasi elemen gerakan yang lebih efektif dan catat hasil analisis elemen gerakan usulan.
- i. Perhitungan dan Analisis Data
- j. Kesimpulan dan Saran

Modul-4: PERANCANGAN LINGKUNGAN KERJA



A. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Untuk mengetahui pengaruh warna terhadap kecepatan reaksi dan menghitung kecepatan reaksi dari masing-masing warna.
2. Untuk mengetahui banyaknya kesalahan (*error*) yang terjadi pada penanggapihan terhadap masing-masing warna dan menentukan warna yang paling optimal yang dapat memberikan waktu kecepatan reaksi atau waktu respon cepat.
3. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan temperatur terhadap hasil kerja dan menentukan tingkat temperatur yang optimal.
4. Mengetahui hubungan antara intensitas cahaya dengan output yang dihasilkan.
5. Mengetahui dan memahami tentang kondisi lingkungan kerja (kebisingan) dapat mempengaruhi hasil suatu pekerjaan.
6. Mengetahui pengaruh getaran mekanis terhadap produktivitas kerja manusia.
7. Menganalisis dan mampu membuat suatu rancangan kerja dengan lingkungan kerja yang ergonomis.

B. LANDASAN TEORI

Kondisi lingkungan kerja

Manusia sebagai makhluk “sempurna” tetap tidak luput dari kekurangan, dalam arti kata segala kemampuannya masih dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut bisa datang dari dirinya sendiri (*intern*) atau mungkin dari pengaruh luar (*ekstern*). Salah satu faktor yang bersal dari luar adalah kondisi lingkungan kerja . Yaitu semua keadaan yang terdapat disekitar tempat kerja seperti temperature, kelembaban udara, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau-bauan, warna

dan lain-lain yang berpengaruh secara signifikan terhadap hasil kerja manusia tersebut.

Ergonomi

Ergonomi merupakan ilmu pengetahuan yang terkait dengan kecocokan atau kesesuaian antara manusia dengan pekerjaannya. Ilmu ergonomi menempatkan manusia titik sentral dan memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia dalam pekerjaannya. Ergonomi memastikan bahwa tugas-tugas, peralatan, informasi dan lingkungan harus menyesuaikan terhadap pekerja bukan sebaliknya. Ergonomi dan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Keduanya mengarah kepada tujuan yang sama yakni peningkatan kualitas kehidupan kerja (*quality of working life*). Aspek kualitas kehidupan kerja merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi rasa kepercayaan dan rasa kepemilikan pekerja kepada perusahaan, yang berujung kepada produktivitas dan kualitas kerja. Artinya, pekerja akan mempunyai motivasi yang tinggi dalam bekerja (lebih produktif dan berkualitas) ketika aspek keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan mereka lebih diperhatikan.

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, *Ergon* yang berarti kerja dan *Nomos* yang berarti aturan atau hukum. Jadi ergonomi secara singkat juga dapat diartikan aturan atau hukum dalam bekerja. Secara umum ergonomi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang kesesuaian pekerjaan, alat kerja dan atau tempat atau lingkungan kerja dengan pekerjanya. Semboyan yang digunakan adalah “Sesuaikan pekerjaan dengan pekerjanya dan sesuaikan pekerja dengan pekerjaannya” (*Fitting the Task to the Person and Fitting The Person To The Task*). Kohar Sulistiadi dan Sri Lisa Susanti (2003) menyatakan bahwa fokus ilmu ergonomi adalah manusia itu sendiri dalam arti dengan kaca mata ergonomi, sistem kerja yang terdiri atas mesin, peralatan, lingkungan dan bahan harus disesuaikan dengan sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia tetapi bukan manusia yang harus menyesuaikan dengan mesin, alat dan lingkungan dan bahan. Ilmu ergonomi mempelajari beberapa hal yang meliputi:

1. Lingkungan kerja meliputi kebersihan, tata letak, suhu, pencahayaan, sirkulasi udara, desain peralatan dan lainnya.
2. Persyaratan fisik dan psikologis (mental) pekerja untuk melakukan sebuah pekerjaan: pendidikan, postur badan, pengalaman kerja, umur dan lainnya.
3. Bahan-bahan/peralatan kerja yang berisiko menimbulkan kecelakaan kerja: pisau, palu, barang pecah belah, zat kimia dan lainnya.
4. Interaksi antara pekerja dengan peralatan kerja: kenyamanan kerja, kesehatan dan keselamatan kerja, kesesuaian ukuran alat kerja dengan pekerja, standar operasional prosedur dan lainnya. Sasaran dari ilmu ergonomi adalah meningkatkan prestasi kerja yang tinggi dalam kondisi aman, sehat, nyaman dan tenteram. Aplikasi ilmu ergonomi digunakan untuk perancangan produk, meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja serta meningkatkan produktivitas kerja. Dengan mempelajari tentang ergonomi maka kita dapat mengurangi resiko penyakit, meminimalkan biaya kesehatan, nyaman saat bekerja dan meningkatkan produktivitas dan kinerja serta memperoleh banyak keuntungan. Peran ergonomi sangat besar dalam menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat.

Kondisi berikut menunjukkan beberapa tanda-tanda suatu sistem kerja yang tidak ergonomik:

1. Hasil kerja (kualitas dan kuantitas) yang tidak memuaskan.
2. Sering terjadi kecelakaan kerja atau kejadian yang hampir berupa kecelakaan.
3. Pekerja sering melakukan kesalahan (*human error*).
4. Pekerja mengeluhkan adanya nyeri atau sakit pada leher, bahu, punggung, atau pinggang.
5. Alat kerja atau mesin yang tidak sesuai dengan karakteristik fisik pekerja.
6. Pekerja terlalu cepat lelah dan butuh istirahat yang panjang
7. Postur kerja yang buruk, misalnya sering membungkuk, menjangkau, atau jongkok
8. Lingkungan kerja yang tidak teratur, bising, pengap, atau redup

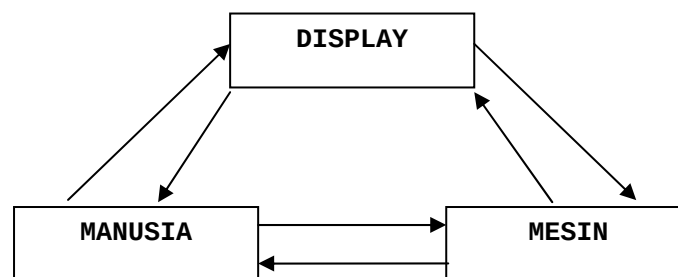
9. Pekerja mengeluhkan beban kerja (fisik dan mental) yang berlebihan
10. Komitmen kerja yang rendah.
11. Rendahnya partisipasi pekerja dalam sistem sumbang saran atau hilangnya sikap kepedulian terhadap pekerjaan bahkan keapatisan.

Agar tenaga kerja berada dalam kondisi nyaman dalam pekerjaan adalah yang perlu dikendalikan adalah lingkungan fisik yang mempengaruhi aktifitas manusia, yaitu semua keadaan yang yang terdapat disekitar tempat kerja seperti temperatur, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau-bauan, kelembaban udara, warna dan lain-lain yang dalam hal ini akan berpengaruh secara signifikan terhadap hasil kerja manusia tersebut.

KECEPATAN REAKSI

Sistem Manusia-Mesin

Sebuah sistem manusia-mesin berarti bahwa manusia dan mesin mempunyai hubungan timbal balik satu sama lain. Hal ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 4. 1. Model sederhana “Sistem Manusia-Mesin”
(Sumber : E. Grandjean, *Fitting The Task to The Man*, 1988)

Hal pokok dalam hubungan timbal balik dari manusia ke mesin dan dari mesin ke manusia, interaksi adalah yang terpenting. Interaksi secara ergonomis dari sistem manusia-mesin adalah sebagai berikut :

- a. Persepsi adalah semua informasi pada display.
- b. Kontrol adalah operasi secara manual.

Ada tiga jenis hubungan interaksi dalam sistem manusia-mesin :

- Manual

Yaitu hubungan interaksi manusia dengan mesin dimana 90% kegiatan sistem dilakukan oleh mesin 10% sisanya dilakukan manusia.

- Semi Otomatis

Yaitu hubungan interaksi manusia dengan mesin dimana peran dari mesin maupun manusia berimbang masing-masing 50%.

- Otomatis

Yaitu hubungan interaksi manusia dengan mesin dimana 10% kegiatan sistem dilakukan oleh mesin dan 90% sisanya dilakukan manusia.

Sistem adalah sebuah siklus tertutup dimana manusia memegang posisi kunci karena keputusan terletak padanya. Jalur informasi dan hubungan secara langsung pada prinsipnya mengikuti (yang diperintahkan). Sebagai contoh, display perekam memberi informasi tentang rencana-rencana produksi, operator menerima informasi ini secara visual, serta harus mengerti dan memahami dengan benar (interpretasi). Pada kekuatan interpretasinya, dan mengingat pengetahuan sebelumnya, dia membuat sebuah keputusan. Langkah selanjutnya adalah mengkomunikasikan keputusan ini kepada mesin dengan menggunakan kontrol. Sebuah display kontrol menyampaikan hasil dari tindakan yang dilakukan oleh operator (perintah). Mesin kemudian membawa perintah tersebut kepada proses produksi sebagai program. Siklus telah lengkap ketika bagian-bagian yang signifikan dari proses, misalnya temperatur atau jumlah, diperagakan kepada operator sebagai hasil dari perintah yang disampaikan kepada display.

Display berfungsi sebagai suatu "*sistem komunikasi*" yang menghubungkan antara fasilitas kerja maupun mesin kepada manusia. Yang bertindak sebagai mesin dalam hal ini adalah stasiun kerja dengan perantaraan alat peraga. Sedangkan manusia di sini berfungsi sebagai operator yang dapat diharapkan untuk melakukan suatu respon yang diinginkan.

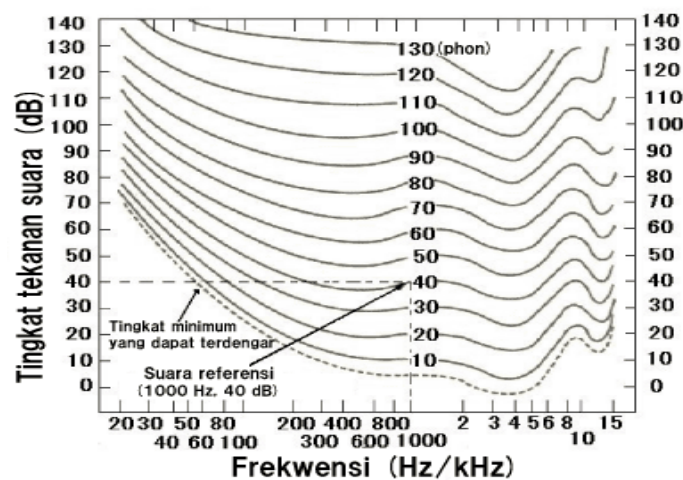
KEBISINGAN (*NOISE*)

Pengertian Bunyi dan Ukuran

Bunyi adalah fenomena fisis berbentuk gelombang longitudinal yang merambat melalui media udara sehingga dapat sampai ke telinga garis lurus kecuali mendapat peredam ataupun dialihkan arahnya karena adanya penghalang. Di dalam udara, gelombang bunyi itu bergerak dengan kecepatan 760 mil per jam. Kecepatan rambatan melalui air akan empat kali lebih cepat daripada kalau melalui udara. Di dalam hampa, gelombang bunyi tidak dapat bergerak karena tidak ada media kenyalnya. Ada dua hal yang menentukan kualitas suatu bunyi, yaitu :

1. Frekuensi

Frekuensi menentukan keras lemahnya suara. Frekuensi didefinisikan sebagai jumlah dari gelombang-gelombang yang sampai telinga dalam satu detik dan dinyatakan dalam cycle per detik (Cataudt) atau *Hertz* atau jumlah gelombang per detik. Maka suatu sumber bunyi yang menghasilkan 2.000 gelombang per detik dikatakan mempunyai frekuensi 2.000 Hz. Bunyi yang dapat didengar manusia disebut Audiosonik dengan frekuensi 20 – 20.000 Hz. Kurang dari 20 cataudt suara itu akan lemah sekali dan akan kita rasakan hanya sebagai getaran saja (infra suara), mungkin bisa didengar oleh telinga binatang. Frekuensi di atas 20.000 Hz (melebihi *sound barrier*) termasuk sebagai ultra-suara dan dipergunakan untuk bidang pengobatan.



Gambar Garis Bentuk Kenyaringan

2. Amplitudo atau Intensitas bunyi

Amplitudo menentukan kuat lemahnya atau intensitas bunyi. Intensitas bunyi adalah daya melalui suatu unit luasan dalam ruang dan sebanding dengan kuadrat tekanan suara. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{A} \text{ atau } I = \frac{P}{4\pi R^2}$$

Keterangan :

I : intensitas

P : tekanan

A : luasan

Makin besar amplitudo dari gelombang suara itu, semakin kuat pula tekanan suaranya. Satuan ukuran bagi tekanan suara adalah Bel (B), tetapi ukuran tersebut sebenarnya terlalu besar untuk dipergunakan pada kejadian yang biasa, karena itu satuan desibel (dB) lebih lazim dipergunakan ($1 \text{ dB} = 0,1 \text{ B}$). $1 \text{ dB} = 0,002 \text{ dyne/cm}^2$ merupakan besarnya tekanan suara ditingkat ambang pendengaran pada frekuensi 1.000 Hz yaitu tekanan minimal yang masih dapat kita dengarkan sebagai bisikan lembut (ambang pendengaran = *hearing threshold*).

Kebisingan

Kemajuan teknologi ternyata banyak menimbulkan masalah-masalah seperti diantaranya yang dikatakan sebagai polusi. Salah satu bentuk dari polusi di sini ialah kebisingan (*noise*) bunyi-bunyian yang tidak dikehendaki oleh telinga kita. Dikatakan tidak dikehendaki, karena dalam jangka panjang bunyi-bunyian tersebut akan dapat mengganggu ketenangan kerja, merusak pendengaran dan dapat menimbulkan kesalahan dalam berkomunikasi. Kebisingan memiliki efek yang berbeda terhadap kinerja seorang karyawan. Definisi ini dapat meliputi variasi yang luas dari situasi bunyi yang dapat merusak pendengaran. Suara radio tetangga bisa anda anggap sebagai bising atau mengganggu, karena musik yang mereka senangi itu mungkin tidak cocok

dengan kesukaan anda. Bising juga berasal dari dunia sekitar yang bisa benar-benar merusak indra pendengaran.

Tabel Pengaruh atau Akibat-akibat dari Kebisingan

Tipe		Uraian
Akibat-akibat badaniah	Kehilangan pendengaran	Perubahan ambang batas sementara akibat kebisingan, perubahan ambang batas permanen akibat kebisingan.
	Akibat-akibat fisiologis	Rasa tidak nyaman atau stres meningkat, tekanan darah meningkat, sakit kepala, bunyi dering
Akibat-akibat psikologis	Gangguan emosional	Kejengkelan, kebingungan
	Gangguan gaya hidup	Gangguan tidur atau istirahat, hilang konsentrasi waktu bekerja, membaca dsb.
	Gangguan pendengaran	Merintangi kemampuan mendengarkan TV, radio, percakapan, telepon dsb.

Tabel Kondisi Suara dan Batas Tingkat Kebisingannya

KONDISI SUARA	DECIBEL (dB)	BATAS DENGAR TERTINGGI
Menulikan	120	Halilintar
	110	Meriam
	100	Mesin Uap
Sangat Hiruk Pikuk	90	Jalan hiruk pikuk
	80	Perusahaan sangat gaduh Pluit polisi
Kuat	70	Kantor gaduh Jalan pada umumnya
	60	Radio Perusahaan
Sedang	50	Rumah gaduh Kantor pada umumnya
	40	Percakapan kuat Radio perlahan
Tenang	30	Rumah tenang Kantor pribadi
	20	Auditorium Percakapan
Sangat tenang	10	Suara daun-daun
	0	Berbisik-bisik Batas dengar rendah

abel berikut akan menunjukkan skala intensitas yang dapat terjadi akibat alat atau keadaan:

Tabel Ambang Batas Kebisingan Ruangan

Tipe ruangan	Ambang Batas Kebisingan (dB)
Ruang Konferensi	35
Kantor	40
Laboratorium, Ruang inspeksi	50
Kantin	50
Ruang Produksi	75
Ruang Mesin	90

Tabel Batas Kebisingan Yang Diperkenankan Sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja

Tingkat Kebisingan (dB – A)	Lama kerja Per Hari (Jam)
80	24
82	16
85	8
88	4
91	2
94	1
97	0.5
100	0.25
103	0.125
106	0.0625

Pengaruh tingkat kebisingan pada produktivitas :

1. Pada kebisingan dengan frekuensi rendah (suara diesel generator) produktivitas kerja seseorang tidak berpengaruh oleh tingkat kebisingan (dB) yang berbeda-beda, bila pekerjaan sederhana dan tidak memerlukan konsentrasi tinggi. Pada pekerjaan yang rumit dan membutuhkan konsentrasi yang tinggi produktivitas terpengaruh oleh tingkat kebisingan. Pada tingkat kebisingan 80 dB produktivitas kerja tertinggi

karena pada kondisi ini kebisingan menjadi simultan bagi pekerja dan menjadi pembangkit kesadaran.

2. Pada kebisingan dengan frekuensi tinggi (misal suara gergaji listrik, gerinda) produktivitas kerja terpengaruh oleh tingkat kebisingan (dB) yang berbeda-beda baik untuk pekerjaan sederhana maupun rumit.

Adapun siklus udara ventilasi sebagaimana kita ketahui bahwa udara sekitar kita akan mengandung sekitar 21% oksigen, 0.03% karbondioksida, dan 0.9% gas lainnya. Oksigen merupakan gas yang dibutuhkan untuk makhluk hidup terutama untuk menjaga kelangsungan hidupnya. Kotornya udara di sekitar kita dapat dirasakan dengan sesaknya pernafasan kita dan hal ini tidak boleh dibiarkan berlangsung lama, karena mengganggu kesehatan tubuh dan mempercepat proses kelelahan. Ventilasi yang cukup akan mampu membantu memberi akan kebutuhan oksigen yang cukup.

PENCAHAYAAN (*LIGHTING*)

Pencahayaan sangat mempengaruhi manusia untuk melihat obyek-obyek secara jelas, cepat tanpa menimbulkan kesalahan. Pencahayaan yang kurang mengakibatkan mata pekerja menjadi cepat lelah karena mata akan berusaha melihat dengan cara membuka lebar-lebar. Pencahayaan merupakan faktor yang penting untuk menciptakan lingkungan kerja yang baik. Lingkungan kerja yang baik akan dapat memberikan kenyamanan dan meningkatkan produktivitas pekerja. Efisiensi kerja seorang pekerja ditentukan pada ketepatan dan kecermatan saat melihat dalam bekerja, sehingga dapat meningkatkan efektivitas kerja, serta keamanan kerja yang lebih besar.

Ciri-ciri penerangan yang baik adalah :

1. Sinar atau cahaya yang cukup

Sinar atau cahaya yang cukup akan mempengaruhi dan menentukan kemampuan melihat secara tepat. Selain cahaya yang cukup variabel untuk dapat melihat secara tepat adalah ukuran obyek yang dilihat, jarak mata ke obyek, kecepatan obyek dan waktu lamanya penerangan. Untuk dapat melihat barang-barang (obyek) yang kecil

diperlukan tambahan penerangan yang cukup dan waktu yang agak lama. Peranan waktu yang dibutuhkan dalam melihat, akan bertambah penting bila obyek yang dilihat dalam keadaan bergerak.

2. Sinar atau cahaya yang tidak berkilau atau menyilaukan

Sinar atau cahaya yang menyilaukan terjadi bila ada cahaya yang berlebihan diterima oleh mata. Ada dua kategori cahaya yang menyilaukan (*glare*) :

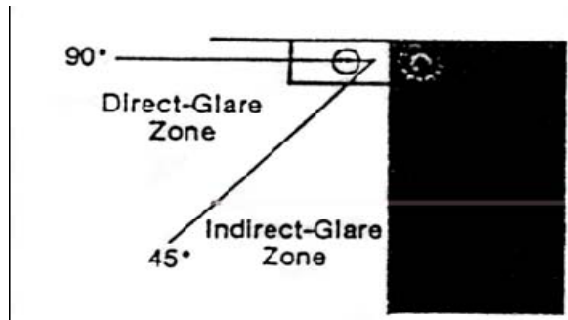
- a. *Discomfort glare* yaitu cahaya yang tidak menyenangkan tetapi tidak begitu mengganggu kegiatan visual. Efek yang ditimbulkan diantaranya sakit kepala dan dapat meningkatkan kelelahan.
- b. *Disability glare* yaitu cahaya yang sangat mengganggu karena mata langsung menerima silau cahaya yang dipancarkan. Contohnya menatap matahari. Efek yang ditimbulkan adalah merusak mata mungkin juga dapat mengakibatkan kebutaan.

Dilihat dari objeknya *glare* digolongkan ke dalam dua macam *direct* dan *indirect glare zone*.

Sumber-sumber *glare* :

- a. Lampu yang dipasang terlalu rendah tanpa pelindung
- b. Jendela atau ventilasi cahaya yang langsung berhadapan dengan mata
- c. Cahaya dengan terang yang berlebihan
- d. Pantulan dari permukaan terang.

Untuk menghindari *glare* dapat dipasang penyerap cahaya atau warna yang dapat menyerap cahaya, memasang pelindung pada sumber cahaya dan menghindari atau menjauhkan sumber cahaya yang berlebihan.

Gambar *Direct-Glare Zone* dan *Indirect-Glare Zone*

3. Kontras yang tepat

Untuk dapat melihat objek dengan jelas maka perlu kekontrasan. Kontras yang kurang berakibat kesulitan untuk melihat benda tersebut, kontras yang berlebihan pun akan mengakibatkan kesalahan dan kesulitan untuk melihat objek.

4. Kualitas Pencahayaan (*brightness*) yang tepat

Menunjukkan jangkauan dari luminansi dalam daerah penglihatan. Perbandingan terang cahaya dalam daerah kerja utama, difokuskan sebaiknya tidak lebih dari 3 sampai 1. *Brightness* yang tepat akan memberikan efek produktivitas yang tinggi pada pekerja.

5. Bayangan (*shadow*) dan distribusi cahaya yang baik

Bayang-bayang yang tajam adalah akibat dari sumber cahaya buatan yang kecil atau cahaya matahari. Secara umum *shadow* digunakan untuk inspeksi menunjukkan cacat pada permukaan suatu barang. Dengan distribusi cahaya yang baik maka akan dapat mengurangi kelelahan pada mata kita karena harus selalu fokus kepada objek yang dilihat.

6. Pemilihan Warna yang tepat

Pengaruh adanya warna akan dapat dirasakan dalam kemudahan melihat. Warna dapat meminimalisir kelelahan pada mata. Warna juga membawa efek psikologis suatu ruangan, contoh ruangan dengan warna cerah akan menimbulkan kesan yang lebih luas dibandingkan dengan warna-warna gelap.

Tingkat pencahayaan biasanya diukur dalam istilah *Illuminance* atau penerangan, yaitu flux-flux yang berpendar dari suatu sumber cahaya yang di pancarkan pada suatu permukaan per luas permukaan.

Kuat Cahaya (*Illuminance*) = $\frac{\text{flux}}{\text{Lu}}$ (lux)

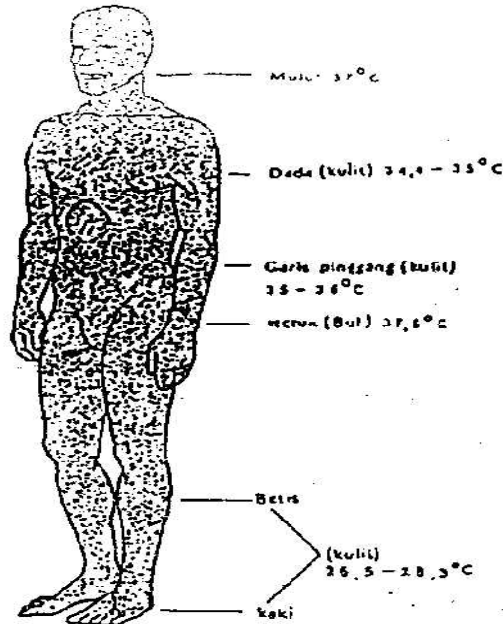
Tabel Reflektivitas dari cat tertentu dan bahan-bahan kayu

Color finish (warna cat atau kayu)	Persentase cahaya yang terpantul
White (putih)	85%
Light cream (krem terang)	75%
Light gray (abu-abu terang)	75%
Light blue (biru terang)	55%
Dark blue (biru gelap)	10%
Maple	7%
Walnut	16%
Mahogany	12%

TEMPERATUR

Tubuh manusia akan selalu berusaha mempertahankan keadaan normal dengan suatu sistem tubuh yang sempurna sehingga dapat menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan yang terjadi di luar tubuh tersebut. Tetapi kemampuan untuk menyesuaikan dirinya dengan temperatur luar adalah jika perubahan temperatur luar tubuh tersebut tidak melebihi 20% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin. Semuanya ini dari keadaan normal tubuh. Suhu pada tubuh manusia selalu tetap. Suhu konstan dengan sedikit berfluktuasi di sekitar 37⁰ Celcius yang terdapat pada otak, jantung dan bagian dalam perut yang disebut dengan suhu tubuh (*core temperature*). Suatu *core temperature* yang konstan adalah merupakan prasyarat untuk fungsi

normal dari fungsi vital yang paling penting. Lawan dari *core temperature* adalah *shell temperature*, yaitu yang terdapat pada otot, tangan, kaki dan seluruh bagian kulit yang menunjukkan variasi tertentu.

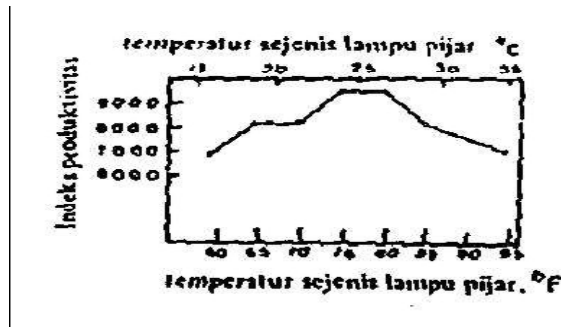


Gambar Temperature Tubuh Manusia

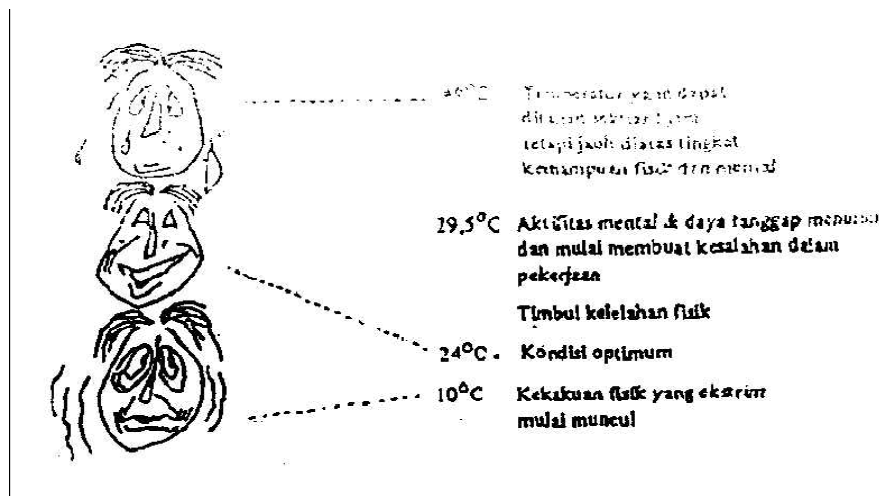
Menurut untuk berbagai tingkat temperatur akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda, yaitu sebagai berikut :

1. 49° Celcius, temperatur dapat ditahan sekitar 1 jam, tetapi jauh di atas kemampuan fisik dan mental.
2. 30° Celcius, aktivitas mental dan daya tangkap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan. Timbul kelelahan fisik.
3. 24° Celcius, kondisi kerja optimum.
4. 10° Celcius, kelakuan fisik yang ekstrim mulai muncul.

Dari suatu penyelidikan pula dapat diperoleh hasil bahwa produktifitas kerja manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperatur sekitar 24° Celcius sampai 27° Celcius.



Gambar Indeks Produktifitas Terhadap Temperature Jenis Lampu Pijar



Gambar Kondisi Kerja Terhadap Tingkat Temperature

Dengan demikian untuk dapat mengendalikan suhu badan agar tetap konstan dan untuk mengurangi pengaruh-pengaruh negatif yang muncul, misalnya kelelahan fisik, adalah dengan cara-cara berikut ini :

1. Pengendalian suplai darah kepada dan dari kulit. Jika kulit kedinginan, darah akan membawa panas dari dalam badan (suhu inti) ke kulit. Sedangkan darah yang dingin dari kulit akan menarik diri ke bagian dalam badan. Di samping itu, kulit akan menyempitkan pori-pori hingga penurunan suhu akan terhambat.
2. Mengendalikan suhu dengan jalan berkeringat. Jika kulit kepanasan, darah dari badan bagian dalam akan makin banyak mengalir ke bagian kulit, dan keringat akan mengalir keluar melalui kulit.
3. Meningkatkan produksi panas. Dengan menggerakkan otot (menggigil atau olah raga) proses metabolisme akan menjadi lebih giat sehingga panas akan lebih banyak

dihasilkan. Sebaliknya, apabila produksi panas hendak diturunkan, maka badan harus didinginkan agar proses katabolisme otot dan organ-organ lain menjadi lebih besar.

Secara lebih rinci gangguan kesehatan akibat pemaparan suhu lingkungan panas yang berlebihan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Gangguan perilaku dan performansi kerja seperti, terjadinya kelelahan, sering melakukan istirahat curian.
2. 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.
3. *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.
4. *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.
5. *Head Syncope* atau *Fainting*. Keadaan ini disebabkan karena aliran darah ke otak tidak cukup karena sebagian besar aliran darah di bawa ke permukaan kulit atau *perifer* yang disebabkan karena pemaparan suhu tinggi.
6. *Heat Exhaustion*. Keadaan ini terjadi apabila tubuh kehilangan terlalu banyak cairan dan atau kehilangan garam. Gejalanya mulut kering, sangat haus, lemah, dan sangat lelah. Gangguan ini biasanya banyak dialami oleh pekerja yang belum beraklimatisasi terhadap suhu udara panas.

Pertukaran Panas Dengan Lingkungan

Tubuh manusia merubah energi kimia menjadi energi mekanis dan panas. Tubuh tersebut menggunakan panas ini untuk menjaga temperatur inti atau utama

tubuh agar tetap konstan dan mengurangi keluarnya panas yang berlebihan pada sekeliling di luar tubuh. Oleh karenanya ada suatu pertukaran yang tetap dari panas antara tubuh dan sekelilingnya. Hal itu adalah dimaksudkan untuk mengatur pengendalian panas secara fisiologi dan fisika. Grandjean (1986) membagi proses fisika tersebut menjadi empat bagian :

1. Konduksi

Pertukaran panas oleh konduksi tergantung pada konduktifitas obyek dan material yang bersentuhan dengan kulit. Konduktifitas sangat penting di dalam pemilihan material untuk kepentingan suatu perancangan, misalnya lantai, mebel, dan bagian-bagian yang akan dipegang yang berada dalam stasiun kerja. Sebagai contoh, misal orang yang duduk di musim dingin (daerah subtropis). Yang pertama duduk di atas batu dan yang kedua duduk di atas batang pohon. Tentu akan dirasakan perbedaannya. Pertama, batu akan terasa sangat dingin karena mengkonduksi panas ke arah luar tubuh, sedangkan yang kedua, batang pohon akan terasa tidak begitu dingin karena mengkonduksi panas lebih sedikit.

2. Konveksi

Pertukaran panas melalui konveksi tergantung sepenuhnya pada perbedaan temperatur antara kulit dan udara sekeliling, dan juga pada aliran gerakan udara. Pada kondisi yang normal, proses ini terhitung sampai 25-30% dari total proses perpindahan panas dalam tubuh manusia. Misal kita merasa tubuh kita kedinginan, kemudian kita akan masuk ke ruangan yang sebelumnya telah dipanaskan dengan *heater*. Pada saat kita masuk ruangan maka akan terjadi pertukaran panas dari udara di dalam ruangan ke tubuh kita sehingga kita merasa hangat. Di sinin terjadi pertukaran panas akibat adanya perbedaan antara temperatur pada kulit kita dengan udara di dalam ruang.

3. Evaporasi

Evaporasi yaitu hilangnya panas dengan proses keluarnya keringat di bagian kulit menguap. Menguapnya keringat akan mengkonsumsi energi panas laten. Jumlah panas laten untuk proses evaporasi tersebut menurut Grandjean (1986) adalah sebanyak 0,58 kcals per gram air yang menguap. Seberapa banyak panas yang

hilang melalui penguapan akan tergantung pada luasnya kulit yang akan dilalui oleh keringat yang berada antara udara dan kulit. Faktor lain yang juga penting adalah aliran udara sekeliling, satu pihak akan meningkatkan gradien tekanan uap, tetapi di lain pihak akan mendinginkan kulit dengan proses konveksi, yang nantinya akan menurunkan jumlah penguapan keringat. Misal pada musim panas kulit kita akan cenderung lebih banyak mengeluarkan keringat daripada pada saat kondisi musim dingin.

4. Radiasi

Proses pertukaran panas melalui radiasi terjadi antara tubuh manusia dan sekelilingnya dalam dua arah sepanjang waktu. Radiasi panas banyak dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban dan aliran udara. Hal ini tergantung sekali pada perbedaan temperatur di antara kulit dan medium yang berdekatan dengan kulit. Contoh radiasi manusia dengan sekelilingnya (dinding, benda mati atau manusia) dalam dua arah sepanjang waktu.

Perbedaan suhu dalam ruang dengan suhu luar ruang gedung disarankan sebagai berikut :

- Suhu luar gedung : 20 22 24 26 28 30 32
- Suhu dalam gedung : 20 21 22 23 24,5 26 28

Beberapa contoh suhu yang diperkirakan cukup nyaman dalam berbagai keadaan :

- Ruang pertemuan atau rapat : $26 - 27^{\circ}\text{C}$
- Ruang olah raga : $19,5 - 22,3^{\circ}\text{C}$
- Ruang tunggu : $26 - 27^{\circ}\text{C}$
- Ruang pertunjukan : $24 - 26^{\circ}\text{C}$
- Ruang istirahat : 27°C
- Kamar mandi : 27°C
- Dapur atau Cafeteria : 23°C
- Gudang : 22

KELEMBABAN (*HUMIDITY*)

Yang dimaksud kelembaban adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara (dinyatakan dalam %). Kelembaban ini sangat berhubungan atau dipengaruhi oleh temperatur udaranya. Suatu keadaan dimana udara sangat panas dan kelembaban tinggi akan menimbulkan pengurangan panas dari tubuh secara besar-besaran (karena sistem penguapan). Pengaruh lainnya adalah semakin cepatnya denyut jantung karena makin aktifnya peredaran darah untuk memenuhi kebutuhan akan oksigen.

GETARAN (*VIBRATION*)

Getaran dapat didefinisikan dalam beberapa arti, seperti : osilasi mekanik, gerakan partikel di sekitar equilibrium (salah satu bagian otak) yang memberikan efek pada kesehatan, kenyamanan, dan *performans* dari seseorang. Getaran dipengaruhi oleh frekuensi dan intensitas getaran itu sendiri. Frekuensi diukur dengan *hertz* (Hz) dan intensitas getaran dapat diukur dengan berbagai cara misalnya : tinggi amplitudo, akselerasi, kecepatan dan tinggi penempatan getaran.

Getaran berdasarkan komponen orthogonal :

- X : dari depan ke belakang
- Y : samping ke samping
- Z : atas ke bawah. Dua area dimana efek dari getaran mekanis pada tubuh manusia memberikan perhatian yang lebih besar adalah getaran mekanis lengan tangan dan getaran mekanis seluruh tubuh.

Getaran berdasarkan keteraturannya :

- sinusoidal : dipengaruhi oleh getaran yang teratur
- random : dipengaruhi oleh ketidakaturan dan tidak dapat diprediksi getarannya, biasanya dari getaran alat-alat yang ada di dunia nyata.

Getaran berdasarkan lokasi yang dikenai terdiri dari :

- getaran seluruh badan : terdapat tiga macam yaitu getaran vertikal, getaran horizontal dan getaran lateral.

- getaran pada lokasi tertentu (lokal) : biasanya pada bagian pundak dan jari tangan yang diakibatkan oleh *hand tools*.

C. PERALATAN DAN BAHAN

Dalam praktikum tentang warna ini ada beberapa peralatan yang harus disediakan, antara lain :

1. Pesawat Kecepatan Reaksi
2. Lantai Vibrasi
3. Ruang Iklim
4. Lux Meter
5. Lampu
6. AC
7. Termometer
8. Termocontroller
9. Sound Level Meter
10. Speaker
11. Seperangkat komputer dengan program SPSS dan Respon 2.1.
12. Lembar pengamatan

D. PROSEDUR PELAKSANAAN PRAKTIKUM

Untuk melakukan praktikum pengaruh warna terhadap kecepatan reaksi atau waktu respon ini, harus berdasarkan pada prosedur kerja seperti di bawah ini :

1. Sebelum pelaksanaan praktikum untuk pengambilan data dimulai, sebelumnya dilakukan pembagian tugas dari masing-masing praktikan. Dalam satu ruang praktikum terdapat tiga regu yang masing-masing terdiri dari 2 orang, pembagiannya adalah sebagai berikut :
 - Satu orang praktikan dari masing-masing regu bertugas sebagai operator yang akan melakukan pekerjaannya secara bergantian.
 - Satu orang praktikan lainnya bertugas sebagai tester dan sebagai pencatat waktu yang dihasilkan.

2. Siapkan peralatan yang akan digunakan, cek apakah arus sudah terhubung dengan pesawat kecepatan reaksi yang dihubungkan dengan komputer, lantai vibrasi sudah berjalan, temperatur dan pencahayaan serta kebisingan telah diatur sesuai dengan perlakuan yang diinginkan.
3. Tugas dari operator adalah menekan tombol yang sesuai dengan warna lampu yang sedang menyala di atas kursi yang berada pada lantai vibrasi dengan tingkat pencahayaan dan temperatur serta kebisingan tertentu, kalau tombol yang ditekan benar maka lampu akan mati, tetapi sebaliknya kalau tombol yang ditekan salah maka lampu akan tetap menyala. **Hanya diperbolehkan menekan satu tombol reaksi dalam satu waktu, tidak boleh menekan dua tombol atau lebih selain itu posisi kedua tangan harus berada di bagian bawah meja atau pangkal meja.** Asisten akan menjelaskan hubungan antara tombol dengan lampu yang ada. Seorang praktikan yang bertugas sebagai tester, akan melakukan pekerjaan berupa menyeting beberapa prosedur yang ada dalam program Respon 2.1, menyalakan lantai vibrasi dan mengatur pencahayaan, temperatur, kebisingan pada tingkat yang diinginkan. Pertama, tester harus mengisi kolom transisi, kemudian dilanjutkan dengan mengisi kolom waktu siklus. Waktu respon yang didapatkan sesuai dengan lampu (warna) yang menyala. Penekanan tombol oleh tester dilakukan sebanyak dengan setting waktu siklus selama 1 menit dan waktu transisi sebanyak tiga perlakuan yaitu 0,5; 1 dan 2 detik. Kali percobaan untuk masing-masing lampu (warna) untuk setiap operator, apabila dalam sekali tekan salah maka hasilnya dianggap sebagai error (salah).
4. Setelah dua orang praktikan yang bertugas sebagai operator selesai melaksanakan tugasnya, kemudian keduanya berganti tugas sebagai tester dan pencatat waktu, begitu juga sebaliknya dua orang praktikan yang tadi bertugas sebagai tester dan pencatat waktu sekarang bertugas sebagai operator. (Kembali ke-langkah 1)
5. Lengkapi hasil percobaan sampai berjumlah 10 percobaan (operator), ambil dari bank data yang telah disediakan oleh laboratorium.

6. Lakukan pengolahan data dengan software yang telah ditentukan yaitu dengan SPSS. Pengolahan data ini dilakukan untuk data waktu respon dan tingkat kesalahan yang terjadi. Pengolahannya menyangkut hal-hal sebagai berikut :
 - Uji Normalitas Data
 - Uji Homogenitas Varians
 - Uji ANOVA (uji F)
 - Uji T
7. Analisa data didasarkan pada print out dari pengolahan data.

Modul-5: WORK SAMPLING



A. TUJUAN

1. Memperkenalkan kepada praktikan tentang metode sampling kerja sebagai alat yang efektif menentukan kelonggaran (allowance time) yang diperlukan dalam pemetuan waktu baku.
2. Melatih praktikan didalam memberikan pengalaman praktis untuk melaksanakan kegiatan pengukuran kerja dengan pemahaman dan penguasaan materi mengenai sampling kerja.
3. Memotivasi praktikan agar mau untuk selanjutnya melaksanakan kegiatan-kegiatan pengukuran dan penelitian kerja khususnya dalam upaya meningkatkan efektifitas, efisiensi, dan produktifitas kerja.

B. PENGANTAR PRAKTIKUM

Suatu pekerjaan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat. Untuk menghitung waktu baku (standart time) penyelesaian pekerjaan guna memilih alternatif metode kerja yang terbaik, maka perlu diterapkan prinsip-prinsip dan teknik-teknik pengukuran kerja (work measurement atau time study). Pengukuran waktu kerja ini akan berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan.

Secara singkat pengukuran kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Waktu

baku ini merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan pekerjaan.

Pada garis besarnya teknik-teknik pengukuran waktu kerja ini dapat dibagi atau dikelompokkan kedalam dua bagian, yaitu:

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung

Pengukuran kerja ini dilaksanakan secara langsung yaitu di tempat dimana pekerjaan yang diukur dijalankan. Dua cara yang termasuk didalamnya adalah cara pengukuran kerja dengan menggunakan jam henti (stopwatch time study) dan **sampling kerja (work sampling)**.

2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung

Pengukuran ini dilakukan dengan cara melakukan penghitungan waktu kerja tanpa si pengamat harus ditempat pekerjaan yang diukur. Aktivitas yang dilakukan hanya melakukan perhitungan waktu kerja dengan membaca tabel-tabel waktu yang tersedia asalkan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan atau elemen-elemen gerakan.

C. **WORK SAMPLING**

Sampling kerja atau sering disebut sebagai *Work Sampling*, *Ratio Delay Study* atau *Random Observation method* adalah salah satu teknik untuk mengadakan sejumlah besar pengamatan terhadap aktivitas kerja dari mesin, proses atau pekerja/operator. Pengukuran kerja dengan cara ini juga diklasifikasikan sebagai pengukuran kerja secara langsung. Karena pelaksanaan kegiatan pengukuran harus dilakukan secara langsung ditempat kerja yang diteliti. (Wignjosoebroto,1995).

Metode sampling dikembangkan berdasarkan hukum probabilitas atau sampling. Oleh karena itu pengamatan terhadap suatu obyek yang ingin diteliti tidak perlu dilaksanakan secara menyeluruh (populasi) melainkan cukup dilaksanakan dengan mengambil sample pengamatan secara acak (random). (Wignjosoebroto,1995).

Suatu sample yang diambil secara random dari suatu populasi yang besar akan cenderung memiliki pola distribusi yang sama seperti yang dimiliki oleh populasi tersebut. Apabila sample yang dimiliki tersebut diambil cukup besar, maka karakteristik yang dimiliki oleh sampel tersebut tidak akan jauh berbeda dibandingkan dengan karakteristik dari populasinya.

D. **PENENTUAN JUMLAH SAMPEL PENGAMATAN YANG DIBUTUHKAN**

Banyaknya pengamatan yang harus dilakukan dalam kegiatan sampling kerja dipengaruhi oleh dua factor, yaitu (Wignjosoebroto,1995):

1. Tingkat kepercayaan (Confidence Level)
2. Tingkat ketelitian (Degree of Accuracy)

Dengan asumsi bahwa terjadinya keadaan operator atau sebuah fasilitas mengganggu (idle) atau produktif mengikuti pola distribusi normal, maka sejumlah pengamatan yang seharusnya dilaksanakan dapat dicari didasarkan pada formulasi sebagai berikut:

$$N = \frac{K^2(1-p)}{S^2 p}$$

Keterangan:

N = Jumlah pengamatan yang harus dilakukan untuk sampling kerja

P = Prosentase kejadian yang diamati (prosentase produktif) dalam angka decimal.

Dalam praktikum kali ini p yang digunakan adalah p produktif.

K = Konstanta 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

S = Tingkat ketelitian yang dikehendaki dalam angka decimal.

Secara garis besar metode sampling kerja ini dapat digunakan untuk:

1. Mengukur **Ratio Delay** dari sejumlah mesin, operator/karyawan atau fasilitas kerja lainnya.

2. Menetapkan **Performance Level** dari seseorang selama waktu kerja berdasarkan waktu-waktu dimana orang itu bekerja atau tidak bekerja, terutama untuk pekerjaan manual.
3. Menentukan waktu baku untuk suatu proses operasi kerja.

E. MENGUJI KESERAGAMN DATA

Untuk menguji keseragaman data, kita tentukan batas-batas kontrolnya yaitu:

$$BKA = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$BKB = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Dimana:

P = Persentase produktif pada hari ke-1 dan n adalah jumlah dari pengamatan.

n = Jumlah pengamatan dilakukan pada hari ke-1.

Catatan:

Jika harga pi berada pada batas-batas kontrol, maka berarti semua harga tersebut dapat digunakan untuk menghitung banyaknya pengamatan yang diperlukan. Sebaliknya jika ada harga pi yang berada diluar batas kontrol, maka pengamatan yang membentuk pi yang bersangkutan harus “dibuang” karena berasal dari system sebab yang berbeda.

F. MENENTUKAN WAKTU KUNJUNGAN

Waktu kunjungan untuk melakukan pengamatan ditentukan berdasarkan bilangan acak (ramdom), hal ini bertujuan agar kejadian memiliki kesempatan yang sama untuk diamati. Disamping itu untuk menjamin sampel yang diambil benar-benar dipilih secara acak.

Untuk menentukan, biasanya satu hari kerja dibagi kedalam satuan-satuan waktu yang besarnya ditentukan oleh pengukur. Biasanya panjang satu satuan waktu tidak terlampau panjang (lama). Berdasarkan satu satuan waktu inilah saat-saat kunjungan ditentukan. Misalnya satu satuan waktu panjangnya 5 menit, jadi satu hari kerja (8 jam) mempunyai 96 satuan waktu $((8 \times 60)/5)$. Ini berarti jumlah kunjungan per hari tidak lebih dari 96 kali. Jika dalam satu hari akan dilakukan 36 kali kunjungan, maka dengan bantuan tabel bilangan acak ditentukan saat-saat kunjungan tersebut. Waktu kunjungan tidak boleh pada saat-saat tertentu yang kita ketahui dalam keadaan tidak bekerja, misalnya jam-jam istirahat atau hari libur, dimana tidak ada kegiatan secara resmi.

Dengan tabel bilangan acak, kita akan pecahkan persoalan tadi. Angka-angka pada tabel itu kita ikuti dua-dua sampai 36 kali. Tentu syaratnya adalah bahwa pasangan-pasangan dua buah angka itu besarnya tidak boleh lebih dari 96 dan tidak boleh terjadi pengulangan. Misal kita ambil 36 pasangan dari bilangan acak seperti berikut ini:

39 65 76 45 45 19 90 69 64 61 37 48 30
40 71 23 70 90 65 97 60 12 11 79 74 63
72 20 47 33 84 51 67 27 97 19 06 34
73 17 25 69 17 17 95 21 78 58 88 52

Jadi didapat:

37 65 76 45 19 69 64 61 73 71 23
70 60 12 11 72 20 47 33 84 51 67
19 75 17 25 21 78 58 37 48 79 74
63 52 06

Dengan demikian kunjungan dilakukan pada satuan waktu ke-37, 65, ... (36 kali). Bila kita memulai kunjungan pada jam 8.00 maka kita dapat menentukan kunjungan selanjutnya, yang berarti pada jam 11.05 $(8.00 + (37 \times 5 \text{ menit}))$, 14.25 $(8.00 + (65 \times 5 \text{ menit}))$, dan seterusnya hingga berakhir pukul 16.00 dengan waktu istirahat antara

pukul 12.00-13.00. Kalau diurutkan dari awal sampai akhir maka akan didapatkan daftar saat kunjungan dari mulai pertama sampai ke-36 sebagai berikut:

Kunjungan 1 : 08.00

Kunjungan 2 : 08.30

Kunjungan 3 : sampai pada

Kunjungan 35: 14.35

Kunjungan 36: 16.00

Diatas telah dikatakan bahwa panjang satu satuan waktu tidak terlalu pendek dan juga tidak terlalu panjang. Untuk pertama kiranya sudah jelas, yaitu apabila terlalu pendek misalkan satu menit sekali yang tentunya menyulitkan. Untuk yang kedua mudah pula dimengerti yaitu akan menyebabkan jumlah kunjungan per hari terbatas yang berarti akan menjadikan masa pengamatan sampling pekerjaan lebih lama.

G. MENENTUKAN RATIO DELAY

$$RatioDelay = \frac{ProsentaseNon\ Produktif}{Prosentase\ Produktif}$$

H. PROSENTASE PRODUKTIF

$$PerformanceLevel = \frac{Jumlah\ Produktif}{Produktif + Non\ Produktif} \times 100\% \\ (Jumlah\ Pengamatan)$$

I. MENGHITUNG WAKTU BAKU

1. Prosentase Produktif (PP)

$$= \frac{Jml\ Produktif}{Jml\ Pengamatan} \times 100\%$$

2. Jumlah Menit Produktif (JMP)

$$= PP \times Jumlah\ Menit\ Pengamatan$$

3. Waktu Yang Diperlukan/Unit

$$= \frac{JMP}{Jml\ Unit\ Yang\ Dihasilkan\ Selama\ Masa\ Pengamatan}$$

4. Waktu Normal (Wn)

= Waktu Yang Diperlukan x Faktor Penyesuaian

5. Waktu Baku (Wb)

= Wn + (Kelonggaran x Wn) atau

$$= W_n \times \frac{100}{100 - Allowance}$$

J. APLIKASI WORK SAMPLING

Aplikasi work sampling dalam dunia industri, antara lain digunakan untuk:

1. Penetapan Waktu Baku
 - Mengetahui prosentase antara aktivitas dan idle.
 - Menetapkan waktu baku.
2. Penetapan Waktu Tunggu
 - Menekankan aktivitas idle sampai prosentase yang terkecil, yaitu dengan memperbaiki metode kerja dan alokasi pembebanan mesin atau manusia secara tepat.
3. Disiplin Kerja
 - Dapat meningkatkan disiplin kerja karena work sampling dilakukan secara random.

K. ALAT-LAT YANG DIPERLUKAN

1. Papan pengamatan
2. Lembar pengamatan
3. Pensil/pena
4. Tabel bilangan acak

L. PROSEDUR PELAKSANAAN

1. Bagi tugas diantara anggota kelompok sesuai dengan waktu luang yang dimiliki masing-masing anggota. Setiap anggota kelompok harus pernah sebagai pengamat/pengukur kegiatan kerja.

2. Tetapkan tujuan yang ingin diteliti performance kerjanya. Obyek dapat berupa aktivitas manusia, mesin/peralatan, telepon umum, alat transportasi, kasir, dll.
3. Tentukan waktu-waktu pengamatan/kunjungan dengan menggunakan tabel bilangan acak.
4. Tentukan jumlah pengamatan awal (pre work sampling) yang ingin dilaksanakan. Kegiatan penelitian awal dilakukan antara 5 s/d 7 hari kerja dengan jumlah pengamatan yang sebanyak-banyaknya. Jangan lupa tentukan tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian.
5. Catat hasil pengamatan pada tabel pengamatan dengan memisahkan antara kegiatan produktif dan kegiatan non produktif.
6. Konsultasikan penelitian anda kepada asisten.

M. ANALISIS

Dari hasil pengamatan, apabila didapat $N < N'$ maka ujilah ketelitian data yang telah saudara peroleh berdasarkan sejumlah pengamatan yang telah saudara lakukan tersebut (untuk mengetahui seberapa besar validitas pengamatan yang telah dilakukan). Bandingkan antara tingkat ketelitian yang saudara hitung dengan tingkat ketelitian yang saudara pakai pada waktu menentukan N' . Nilai N' dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Apabila data yang diambil didapat $N < N'$ maka kita cukup menambah data yang sudah ada sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan saja, tanpa perlu mengulang penelitian dari awal.

Secara umum keuntungan dan kelemahan apakah yang dapat diambil dari pelaksanaan aktivitas penelitian dengan sampling kerja dibanding dengan stopwatch.

LAMPIRAN

**LEMBAR PENGAMATAN
WORK SAMPLING**

Nama :

Objek yang Diteliti :

Hari	Jam	Produktif	Idle
Hari I			
Hari II			

Hari III			