

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Di masa lampau, manusia bekerja menyesuaikan diri dengan lingkungannya, sehingga pekerjaan dilakukan tanpa memperhatikan faktor kenyamanan dari segi manusia sendiri. Namun, seiring berjalannya waktu, sistem kerja tersebut semakin berubah dan kepentingan manusia lebih diperhatikan. Hal tersebut dapat dilihat pada zaman sekarang, dimana manusia bukan lagi menyesuaikan diri terhadap lingkungan atau sistem kerjanya, melainkan sistem kerja tersebut yang disesuaikan terhadap kebutuhan manusia, agar manusia dapat bekerja dengan aman, nyaman dan efektif.

2.1.1 Definisi Ergonomi

Kegiatan sehari-hari tidak lepas dari pada penggunaan alat-alat guna menunjang pekerjaannya. Sering kali manusia dihadapkan dengan alat yang kurang ergonomis. Dalam menghadapi keadaan demikian, pengaplikasian dari ilmu ergonomi tentunya akan memberikan manfaat bagi kehidupan manusia dalam pekerjaannya seperti mengurangi resiko dalam bekerja, meningkatkan kenyamanan, kesehatan dan lain-lain. Berkaitan dengan ilmu ergonomi tersebut, berikut ini ada beberapa definisi mengenai ergonomi yaitu:

Nurmianto(1996, h. 1) berpendapat bahwa:

Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa Latin yaitu *ERGON* (KERJA) dan *NOMOS* (HUKUM ALAM) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/ perancangan.

Sutalaksana (2006, h. 72) berpendapat bahwa:

Ergonomi ialah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenal sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu, dengan efektif, aman, sehat, nyaman dan efisien.

2.1.2 Tujuan Ergonomi

Tujuan dari disiplin ilmu ergonomi adalah untuk mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk-produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu sistem manusia dan mesin yang optimal (Nurmianto, 1996). Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Disiplin ergonomi, khususnya yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh (antropometri), telah menganalisa, mengevaluasi dan membakukan jarak jangkauan yang memungkinkan rata-rata manusia untuk melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan gerakan-gerakan yang sederhana.

Ergonomi berfokus pada manusia dan interaksinya dengan produk, peralatan, fasilitas, dan kondisi lingkungan yang digunakan dalam pekerjaan dan kehidupan sehari-hari. Karena perlu diingat bahwa manusia adalah manusia, bukan mesin. Mesin tidak seharusnya mengatur manusia, untuk itu beginilah manusia (operator/pekerja) dengan tugas-tugas yang manusiawi. Meskipun istilah ergonomi diberbagai negara berbeda-beda namun mempunyai misi tujuan yang sama (Sutalaksana, 2006). Dua misi pokok ergonomi adalah :

- a. Penyesuaian antara peralatan kerja dengan kondisi tenaga kerja. Kondisi tenaga kerja ini bukan saja aspek fisiknya (ukuran anggota tubuh : tangan, kaki, tinggi badan) tetapi juga kemampuan intelektual atau berpikirnya. Cara meletakkan dan penggunaan mesin otomatis dan komputerisasi disuatu pabrik misalnya, harus disesuaikan dengan tenaga kerja yang akan mengoperasikan mesin tersebut, baik dari segi tinggi badan dan kemampuannya. Dalam hal ini yang menggunakan alat-alat tersebut.
- b. Apabila peralatan kerja dan manusia atau tenaga kerja tersebut sudah cocok maka kelelahan dapat dicegah dan hasilnya lebih efisien. Hasil suatu proses kerja yang efisien berarti memperoleh produktivitas kerja yang tinggi.

2.1.3 Bidang Kajian Ergonomi

Pengelompokan bidang kerja ergonomi dikelompokkan sebagai berikut (Sutalaksana, 2006, hh. 74-76):

1. Faal kerja

Faal kerja yaitu bidang kajian ergonomi yang meneliti energi manusia yang dikeluarkan dalam suatu pekerjaan.

2. Antropometri

Antropometri yaitu bidang kajian ergonomi yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia untuk digunakan dalam perancangan peralatan dan fasilitas sehingga sesuai dengan penggunaannya.

3. Biomekanika

Biomekanika yaitu bidang kajian yang berhubungan dengan mekanisme tubuh dalam melakukan suatu pekerjaan.

4. Lingkungan Fisik

Lingkungan fisik yaitu bidang yang pembahasannya meliputi ruangan dan fasilitas-fasilitas yang biasa digunakan oleh manusia, serta lingkungan kerja seperti kebisingan dan pencahayaan.

2.2 Antropometri (Dimensi Tubuh Manusia)

Menurut Nurmianto (1996, h.50) Antropometri adalah:

Satu kumpulan data *numeric* yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia berdasarkan ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk perancangan masalah desain". Jadi dapat disimpulkan bahwa antropometri adalah studi yang mengkaji tentang ukuran, bentuk, massa dan semua dimensi tubuh manusia yang bersangkutan dengan maksud membuat, merancang atau mendesain fasilitas yang akan digunakan oleh manusia agar fasilitas tersebut aman dan nyaman.

Terdapat dua cara melakukan pengukuran antropometri yaitu:

1. Antropometri Statis

2. Antropometri Dinamis

Antropometri statis lebih berhubungan dengan pengukuran keadaan ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan diam atau dalam posisi yang dibakukan, sedangkan antropometri dinamis berhubungan dengan pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan bergerak atau memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja tersebut melaksanakan kegiatannya.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan antara satu populasi dengan populasi yang lain yaitu (Nurmianto, 1996, hh.48-50) :

1. Keacakan/ Random

Dalam butir pertama ini walaupun terdapat dalam satu kelompok populasi yang sudah jelas sama jenis kelamin, suku/ bangsa, kelompok usia dan pekerjaannya, namun masih akan ada perbedaan yang signifikan antara berbagai macam masyarakat. Distribusi frekuensi secara statistik dari dimensi kelompok anggota masyarakat jelas dapat dinyatakan dengan menggunakan Distribusi Normal, yaitu dengan menggunakan data *percentile* yang telah diduga, jika *mean* (rata-rata) dan Standar Deviasinya telah dapat diestimasi.

2. Jenis Kelamin

Secara distribusi statistik ada perbedaan yang signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita. Untuk kebanyakan dimensi pria dan wanita ada perbedaan yang signifikan diantara *mean* (rata-rata) dan nilai perbedaan ini tidak dapat diabaikan. Pria dianggap lebih panjang dimensi segmen badannya daripada wanita. Oleh karena itu data antropometri untuk kedua jenis kelamin tersebut disajikan secara terpisah.

3. Suku Bangsa (*Ethnic Variability*)

Variasi diantara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah pentingnya terutama karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara lain. Suatu contoh sederhana bahwa yaitu dengan meningkatnya jumlah penduduk yang migrasi dari Negara

Vietnam ke Australia, untuk mengisi jumlah satuan angkatan kerja (*industrial workforce*), maka akan mempengaruhi antropometri secara nasional.

4. Usia

Digolongkan atas beberapa kelompok usia yaitu balita, anak-anak, remaja, dewasa dan lanjut usia. Hal ini jelas berpengaruh terutama jika desain diaplikasikan untuk antropometri anak-anak. Antropometrinya akan cenderung terus meningkat sampai batas usia dewasa. Namun setelah menginjak dewasa, tinggi badan manusia mempunyai kecenderungan untuk menurun yang antara lain disebabkan oleh berkurangnya elastilitas tulang belakang (*intervertebral discs*). Selain itu juga berkurangnya dinamika gerakan tangan dan kaki.

5. Jenis Pekerjaan

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawan atau stafnya. Seperti misalnya buruh dermaga atau pelabuhan harus mempunyai postur tubuh yang relatif lebih besar dibandingkan dengan karyawan perkantoran pada umumnya. Apalagi jika dibandingkan dengan jenis pekerjaan militer.

6. Pakaian

Hal ini juga merupakan sumber variabilitas yang disebabkan oleh bervariasinya iklim/musim yang berbeda dari suatu tempat dengan tempat yang lainnya terutama untuk daerah dengan empat musim. Misalnya pada waktu musim dingin manusia akan memakai pakaian yang relatif lebih tebal dan ukuran yang relatif lebih besar. Ataupun untuk para pekerja dipertambangan, pengeboran lepas pantai, pengecoran logam, bahkan para penerbang dan astronot pun harus mempunyai pakaian khusus.

7. Faktor Kehamilan pada Wanita

Faktor ini sudah jelas akan mempunyai pengaruh perbedaan yang berarti kalau dibandingkan dengan wanita yang tidak hamil, terutama yang berkaitan dengan analisis perancangan produk (APP) dan analisis perancangan kerja (APK).

8. Cacat Tubuh Secara Fisik

Suatu perkembangan yang menggembirakan pada dekade terakhir yaitu dengan diberikannya skala prioritas pada rancang bangun fasilitas akomodasi untuk para penderita cacat tubuh secara fisik sehingga mereka dapat ikut serta merasakan “kesamaan” dalam penggunaan jasa dari hasil ilmu ergonomi di dalam pelayanan untuk masyarakat. Masalah yang sering timbul misalnya keterbatasan jarak jangkauan, dibutuhkan ruang kaki (*knee space*) untuk desain meja kerja, lorong/jalur khusus untuk kursi roda, ruang khusus di dalam *lavatory*, jalur khusus untuk keluar masuk perkantoran, kampus, hotel, restoran, supermarket dan lain-lain.

2.2.1 Aplikasi Data Antropometri Dalam Perancangan Produk/Fasilitas Kerja

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun fasilitas kerja akan dibuat. Agar rancangan produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip-prinsip apa yang harus diambil dalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut ini (Wignjosoebroto, 1995):

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim

Perancangan produk dibuat agar memenuhi dua sasaran produk, yaitu

- a. Sesuai untuk ukuran tubuh manusia. yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau kecil bila dibandingkan rata-ratanya.

- b. Bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

Agar memenuhi sasaran pokok tersebut maka ukuran yang diaplikasikan ditetapkan dengan cara:

- a. Untuk dimensi minimum harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil terbesar, seperti 90, 95, 99. contoh pada kasus ini bisa dilihat pada penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi dari pintu darurat.
- b. Untuk dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah (persentil 1, 5, 10) dari distribusi data antropometri yang ada. Hal ini diterapkan sebagai contoh dalam penetapan jarak jangkau dari suatu mekanisme control yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja.

Secara umum aplikasi data antropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja akan menetapkan nilai persentil 5 untuk dimensi maksimum dan 95 untuk dimensi minimumnya.

2.Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu.

Rancangan bisa dirubah-rubah 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 antropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai persentil 5-95.

3.Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia (persentil 50). Tentu saja prinsip ini memiliki banyak kekurangan karena hanya bisa digunakan oleh 50 persen populasi walaupun dapat menghemat bahan

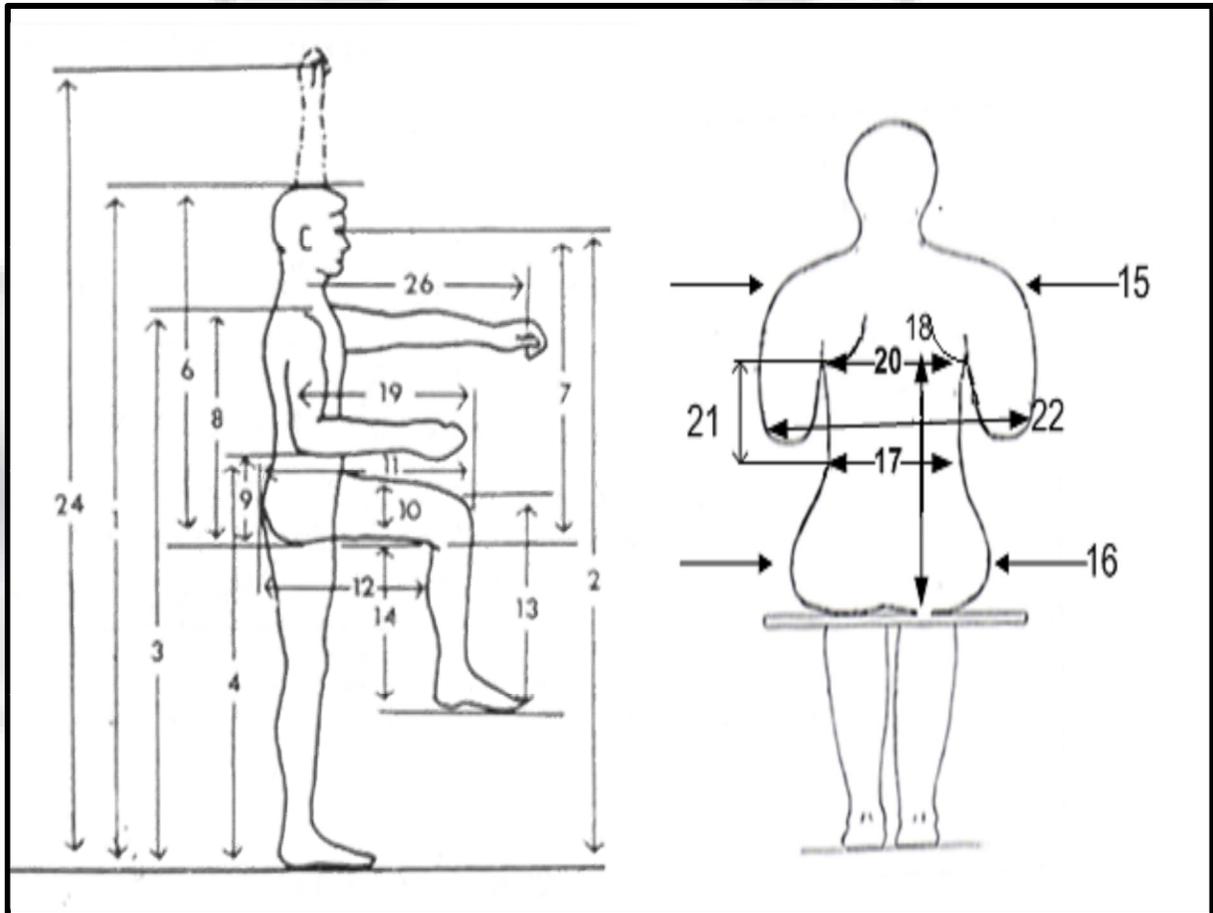
baku. Masalah pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka yang berada dalam ukuran rata-rata. Disini produk dirancang dan dibuat untuk mereka yang berukuran rata-rata, sedangkan bagi mereka yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan tersendiri.

Berkaitan dengan aplikasi data antropometri yang akan diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa saran atau rekomendasi yang bisa diberikan sesuai dengan langkah-langkah seperti berikut :

- a) Pertama kali terlebih dahulu menetapkan anggota tubuh yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
- b) Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data *structural body dimension* atau *fungsional body dimension*.
- c) Tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai *market segmentation*, seperti produk mainan untuk anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita dll.
- d) Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti, apakah rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel atau ukuran rata-rata.
- e) Pilih prosentasi populasi yang harus diikuti ; 90, 95, 99 ataukah nilai persentil lain yang dikehendaki.
- f) Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi selanjutnya pilih atau tetapkan nilai ukurannya dari tabel data antropometri yang sesuai. Aplikasikan data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowness*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator, pemakaian sarung tangan dan lain-lain.

2.2.2 Dimensi Tubuh Antropometri

Data antropometri tubuh manusia disajikan pada Gambar 2.1 sampai 2.4. Gambar tersebut memberikan informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur, dan disertai dengan keterangan gambarnya.



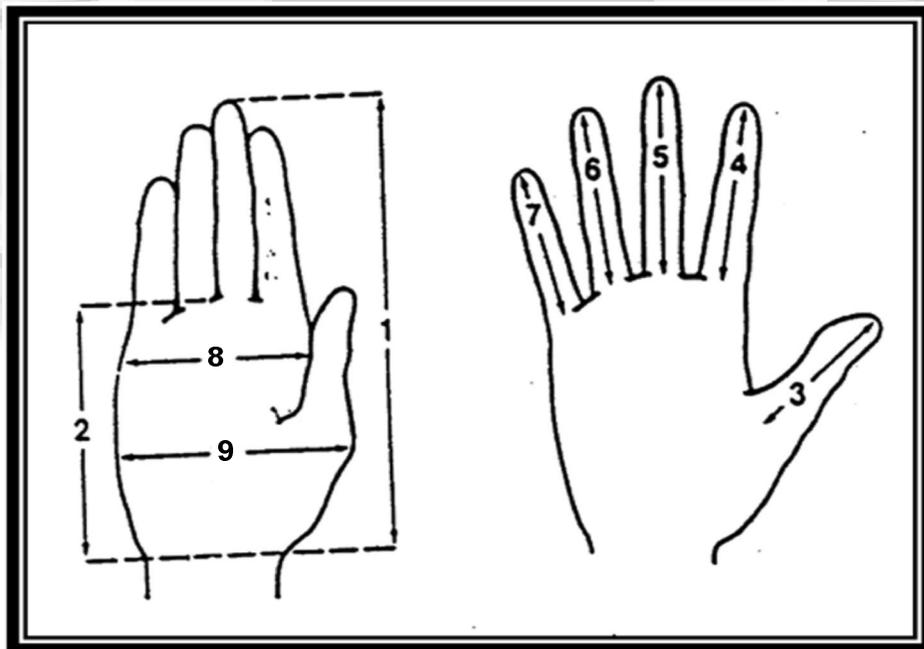
Gambar 2.1 Antropometri Tubuh Manusia yang Diukur Dimensinya

Sumber: Nurmianto (1996)

Keterangan Gambar:

1	Tinggi Badan Tegak	(TBT)	20	Lebar Sandaran Duduk	(LSD)
2	Tinggi Mata Berdiri	(TMB)	21	Panjang Sandaran	(PS)
3	Tinggi Bahu Berdiri	(TBB)	22	Siku ke Siku	(SS)
4	Tinggi Siku Berdiri	(TSB)	23	Jangkauan Tangan ke Dpn	(JTD)

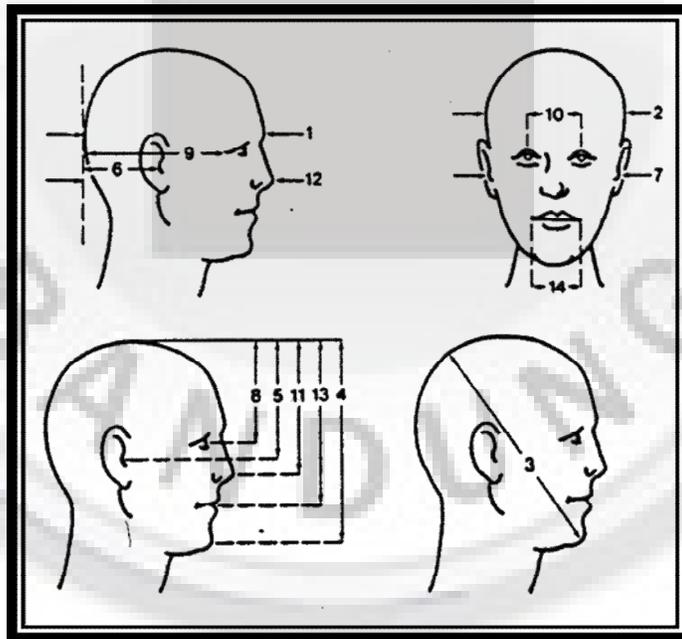
5	Tinggi Duduk Normal	(TDT)	24	Tinggi Jangkauan Tangan	(TJT)
6	Tinggi Duduk Normal	(TDN)	25	Tinggi Pinggang Berdiri	(TPB)
7	Tinggi Mata Duduk	(TMD)	26	Bahu ke Kepala	(BK)
8	Tinggi Bahu Duduk	(TBD)	27	Bahu ke Pangkal Kaki	(BPK)
9	Tinggi Siku Duduk	(TSD)	28	Pangkal Kaki ke Lutut	(PKL)
10	Tinggi Paha	(TIP)	29	Bahu ke Siku	(BS)
11	Pantat ke Lutut	(PL)	30	Siku ke Lantai	(SL)
12	Pantat Popliteal	(PPL)	31	Pantat ke Perut	(PP)
13	Lutut ke Lantai	(LL)	32	Punggung ke Dada	(PD)
14	Tinggi Popliteal	(TIP)	33	Siku ke Siku	(SS)
15	Lebar Bahu	(LBH)	34	Rentang Tangan	(RT)
16	Lebar Pinggul	(LEP)	35	Tinggi Siku Istirahat	(TSI)
17	Lebar Pinggang	(LEPG)	34	Tangan Lantai	(TL)
18	Tinggi Sandaran	(TS)	37	Tinggi Pinggang Duduk	(TPD)
19	Siku Tangan	(ST)	38	Lingkar Pinggang	(LPG)



Gambar 2.2 Antropometri Tangan
Sumber: Nurmianto (1996)

Keterangan Gambar:

1. Panjang Tangan (PT)
2. Panjang Telapak Tangan (PTT)
3. Panjang Ibu Jari (PIJ)
4. Panjang Jari Telunjuk (PJT)
5. Panjang Jari Tengah (PJTH)
6. Panjang Jari Manis (PJM)
7. Panjang Jari Kelingking (PJK)
8. Lebar Telapak Tangan (LTT)
9. Lebar Jari 2345 (LJ-2345)
10. Lingkar Pergelangan Tangan (LPT)

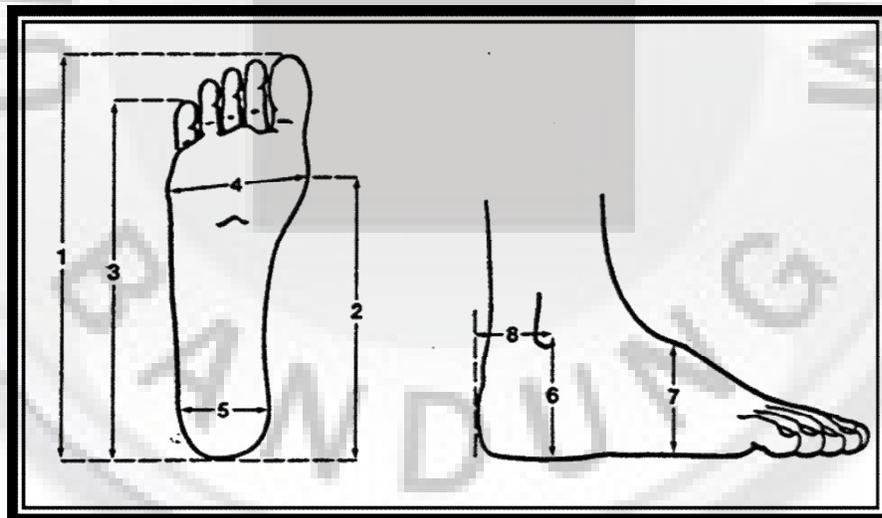


Gambar 2.3 Antropometri Kepala
(Sumber: Nurmianto, 1996)

Keterangan Gambar:

1. Lebar Kepala (LK)

2. Diameter Maximum dari Daggu (DMD)
3. Daggu ke Puncak Kepala (DPK)
4. Telinga ke Belakang Kepala (TP)
5. Telnga ke Belakang Kepala (TBK)
6. Antara Dua Telinga (ADT)
7. Mata ke Puncak Kepala (MPK)
8. Mata ke Belakang Kepala (MBK)
9. Antara Dua Pupil Mata (ADPM)
10. Hidung ke Puncak Kepala (HPK)
11. Hidung ke Belakang Kepala (HBK)
12. Mulut ke Puncak Kepala (MUPK)
13. Lebar Mulut (LM)
14. Lingkar Kepala (LK)



Gambar 2.4 Antropometri Kaki
Sumber: Nurmianto (1996)

Keterangan Gambar:

1. Panjang Telapak Kaki (PTK)
2. Panjang telapak Lengan Kaki (PTLK)
3. Panjang Kaki Sampai Jari Kelingking (PKSJK)

4. Lebar Kaki (LEK)
5. Lebar Tangkai Kaki (LTK)
6. Mata Kaki ke Lantai (MKL)
7. Tinggi Bagian Tengah Telapak Kaki (TBTTK)
8. Jarak Horizontal Tangkai Kaki (JHTK)

2.2.3 Metode Perancangan dengan Antropometri (*Antropometri Methods*)

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

1. Menentukan kebutuhan perancangan dan kebutuhannya (*establish requirement*)
2. Mendefinisikan dan mendeskripsikan populasi pemakai
3. Pemilihan sampel yang akan diambil datanya
4. Penentuan kebutuhan data (dimensi tubuh yang akan diambil)
5. Penentuan sumber data (dimensi tubuh yang akan diambil) dan pemilihan persentil yang akan dipakai
6. Penyiapan alat ukur yang akan dipakai
7. Pengambilan data
8. Pengolahan data

Adapun tahapan dalam pengolahan data sebagai berikut (Nurmianto,1996; Tayyari, 1997):

1. Uji keseragaman data

- Tentukan jumlah seluruh data ($\sum x$)
- Tentukan rata-rata sebenarnya dengan rumus :

$$\bar{X} = \frac{(\sum xi)}{N}; \dots\dots\dots(2.1)$$

Ket : Xi = Data antropometri

N = Banyaknya data

- Tentukan standar deviasi dengan rumus :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \dots\dots\dots(2.2)$$

- Hitung batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dengan rumus :

$$\text{BKA/BKB} = \bar{X} \pm Z\sigma$$

2. Uji Kecukupan Data

- Untuk data yang belum normal

$$N' = \left[\frac{\frac{z}{\alpha} \sqrt{N \times \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

- Untuk data dimensi tubuh yang sudah diasumsikan normal
- Kesalahan standar (standar *error*)

$$S_x = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots(2.4)$$

3. Uji kenormalan data

- Tentukan jumlah kelas (k)

$$k = 1 + 3,3 \log n \dots\dots\dots(2.5)$$

- Tentukan Rentang Kelas (R)

$$R = \text{data maksimum} - \text{data minimum} \dots\dots\dots(2.6)$$

- Tentukan Panjang kelas interval (I)

$$I = R / k \dots\dots\dots(2.7)$$

- Menghitung Nilai Z_1 dan Z_2

$$Z_1 = \frac{\text{Batas.bawah.kelas.boundaris } \bar{X}}{s \text{ standar.deviasi}} \dots\dots\dots(2.8)$$

- Tentukan luas kurva

$$P(Z_1 < Z < Z_2) \dots\dots\dots(2.9)$$

- Tentukan Nilai e_i

- Menghitung X^2_{hitung}

Hipotesis

1. H_0 : $X^2_{tabel} > X^2_{hitung}$ (Data berdistribusi normal)
2. H_1 : $X^2_{tabel} < X^2_{hitung}$ (Data tidak berdistribusi normal)
3. α : 0,05

- Daerah kritis : $X^2_{tabel} > X^2_{hitung}$

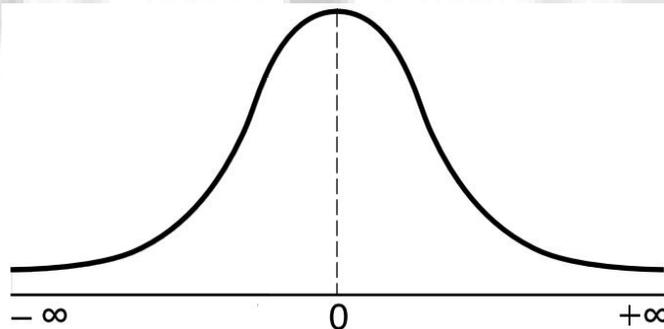
Dimana X^2_{tabel} dapat dilihat pada buku Walpole / Myers tabel L 5 (Nilai kritis distribusi chi-kuadrat) halaman 1158.

$$\text{Derajat Kebebasan } V = k - 1 = 9 - 1 = 8 \dots\dots\dots(2.10)$$

$$X^2_{tabel} = X^2_{(0,09)(8)} = 13,697 \dots\dots\dots(2.11)$$

- Perhitungan :

$$X^2_{hitung} = \sum \frac{(f_i \cdot e_i)}{e_i} \dots\dots\dots(2.12)$$



Gambar 2.5 Kurva Distribusi Normal

- Apabila $X^2_{tabel} < X^2_{hitung}$ maka dapat dikatakan tidak berdistribusi normal, sedangkan jika $X^2_{tabel} > X^2_{hitung}$ maka dapat dikatakan berdistribusi normal.

4. Perhitungan persentil data (persentil kecil, rata-rata dan besar)

- Rumus persentil untuk data normal

$$P_5 = \bar{X} - Z\sigma \dots\dots\dots(2.13)$$

$$P_{50} = \bar{X} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$P_{95} = \bar{X} + Z\sigma \dots\dots\dots(2.15)$$

- Rumus persentil untuk data tidak normal

$$P_i = L_i + \left[\frac{(i.n) - \sum fn}{100 - F} \right] xk \dots\dots\dots(2.16)$$

5. Visualisasi rancangan dengan memperhatikan:

- Posisi tubuh secara normal
- Kelonggaran (pakaian dan ruang)
- Variasi gerak

6. Analisis hasil rancangan

2.3 RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT (REBA)

REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) adalah desain spesial yang sensitif untuk tipe postur kerja yang tidak dapat diprediksikan. REBA digunakan untuk pemeriksaan postur tubuh, terutama batang tubuh, leher, kaki, lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan tubuh (Hignet & McAtamney, 2000). REBA adalah alat penganalisa postur tubuh yang bisa memeriksa aktivitas kerja. Tujuan dari pengembangan REBA adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan sistem sensitif penganalisa postur tubuh terhadap resiko otot dalam berbagai variasi kerja.
2. Membagi tubuh kedalam beberapa segmen, dan diberi kode tersendiri.
3. Menyediakan sistem skor untuk aktivitas otot yang disebabkan oleh postur

tubuh yang tidak stabil, seringkali berubah, diam atau dinamis.

4. Memberikan kenyataan jika *coupling* penting untuk digunakan dalam pekerjaan mengangkat beban, tidak harus selalu menggunakan tangan saja.
5. Memberikan level aksi dengan memberikan indikasi tingkat kepentingan.

Pengembangan dari *Rapid Entire Body Assessment* adalah melalui 3 buah tahapan, yaitu pertama adalah merekam posisi kerja, kedua adalah penggunaan dari sistem skor, yang ketiga adalah penentuan level untuk mengetahui tingkat risiko yang ada bagi tubuh dan menentukan perbaikan apa yang disarankan.

Penilaian postur dan pergerakan kerja menggunakan metode REBA melalui tahapan-tahapan sebagai berikut (Hignet & McAtamney, 2000) :

- 1. Pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto.**

Untuk mendapatkan gambaran sikap (postur) pekerja dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan hingga kaki secara terperinci dilakukan dengan merekam atau memotret postur tubuh pekerja. Hal ini dilakukan supaya peneliti mendapatkan data postur tubuh secara detail (*valid*), sehingga dari hasil rekaman dan hasil foto bisa didapatkan data akurat untuk tahap perhitungan serta analisis selanjutnya.

- 2. Penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja.**

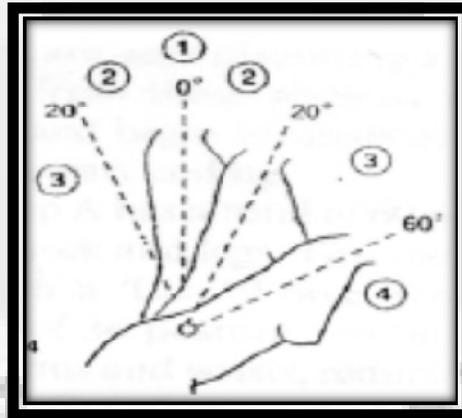
Setelah didapatkan hasil rekaman dan foto postur tubuh dari pekerja dilakukan perhitungan besar sudut dari masing – masing segmen tubuh yang meliputi punggung (batang tubuh), leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan kaki. Pada metode REBA segmen – segmen tubuh tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu grup A dan B. Grup A meliputi punggung (batang tubuh), leher dan kaki. Sementara grup B meliputi lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Dari data sudut segmen tubuh pada masing–masing grup dapat diketahui skornya, kemudian dengan skor tersebut digunakan untuk melihat tabel A untuk grup A dan tabel B untuk grup B agar diperoleh skor untuk masing–masing tabel.

Tabel hasil dari metode REBA ini ditunjukkan pada Tabel 2.1 sampai 2.13 serta gambar yang menunjukkan setiap tabel dapat dilihat pada Gambar 2.6 sampai 2.12.

Tabel 2.1 Gerakan Tubuh

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Tegak/alamiah	1	+ 1 Jika memutar/miring kesamping
0°-20° flexion 0°-20° extension	2	
20°-60° flexion >20° extension	3	
>60° flexion	4	

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

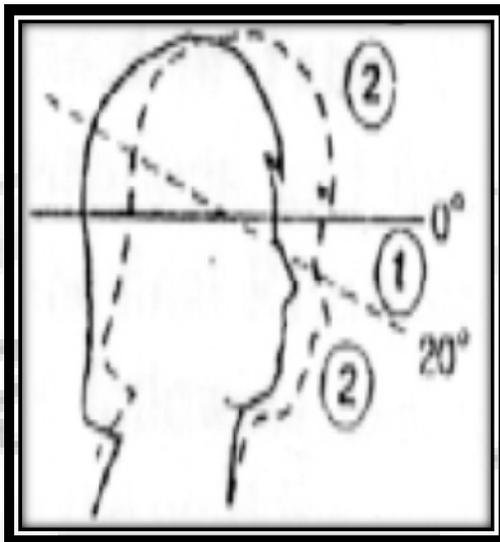


Gambar 2.6 Kondisi Batang Tubuh
Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.2 Pergerakan Leher

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
0°-20° flexion	1	+1 Jika memutar/miring kesamping
>20° flexion atau extension	2	

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

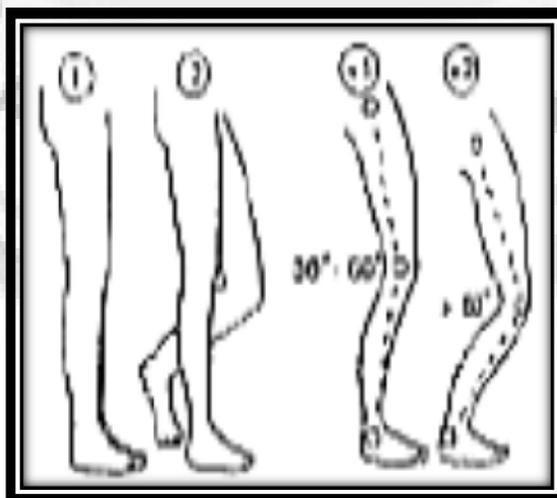


Gambar 2.7 Pergerakan Leher
 Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.3 Pergerakan Kaki

Pergerakan	Skor	Perubahan Skor
Kaki tertopang, bobot tersebar merata, jalan atau duduk	1	+1, Jika lutut antara 30° dan 60°
Kaki tidak tertopang, bobot tersebar merata, postur tidak stabil	2	+2, jika lutut > 60 flexion (Tidak ketika duduk)

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

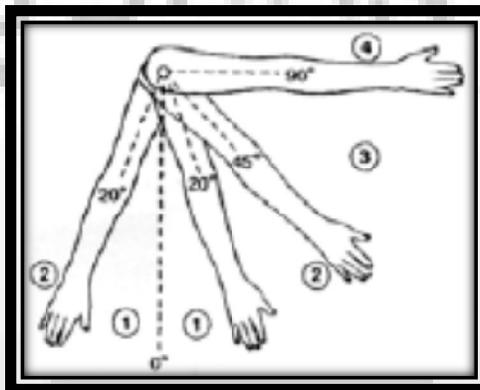


Gambar 2.8 Pergerakan Kaki
 Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.4 Pergerakan Lengan Atas

Pergerakan	Score	Penambahan score
20° <i>extension</i> 20° <i>flexion</i>	1	+ 1, Jika posisi bertingkat : Adducted & rotated
>20° <i>flexion</i> atau <i>extension</i> 20° - 45° <i>flexion</i>	2	+ 1 Jika bahu ditinggikan - 1 Jika bersandar, bobot lengan ditopang atau sesuai gravitasi
45° - 90° <i>flexion</i>	3	
> 90° <i>flexion</i>	4	

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)



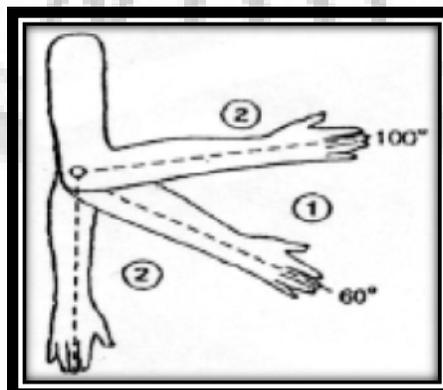
Gambar 2.9 Pergerakan Lengan Atas

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.5 Pergerakan Lengan Bawah

Pergerakan	Score
60° - 100° <i>Flexion</i>	1
<20° <i>Flexion</i> atau > 100° <i>Flexion</i>	2

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)



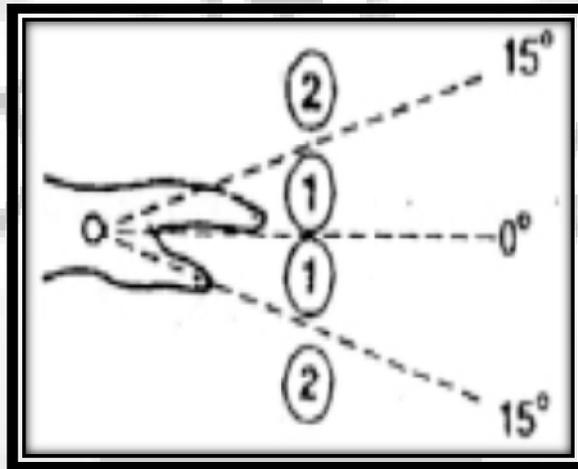
Gambar 2.10 Pergerakan Lengan Bawah

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.6 Pergerakan Pergelangan Tangan

Pergerakan	Score	Perubahan Score
0° - 15° Flexion/extension	1	+1 jika pergelangan tangan menyimpang / berputar
>15° flexion/extension	2	

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)



Gambar 2.11 Pergerakan Pergelangan Tangan

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.7 Tabel A skor REBA

		Tabel A											
		Leher											
		1				2				3			
kaki	tubuh	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7	
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9	

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.8 Tabel B skor REBA

		Tabel B					
		Lengan Bawah					
		1			2		
lengan atas	pergelangan tangan	1	2	3	1	2	3
	1		1	2	2	1	2
2		1	2	3	2	3	4
3		3	4	5	4	5	5
4		4	5	5	5	6	7
5		6	7	8	7	8	8
6		7	8	8	8	9	9

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

3. Perhitungan Skor Akhir

Setelah mendapatkan nilai Skor A dan Skor B dengan menggunakan Tabel A dan Tabel B, maka langkah selanjutnya yaitu menggabungkan dengan nilai beban benda untuk nilai skor A dan *coupling* untuk nilai skor B. Dapat diformulasikan dengan rumus berikut :

Nilai Skor A + nilai Skor tabel Beban Benda

Nilai Skot B + nilai Skor tabel Coupling

Untuk tabel beban benda yang diangkat dan tabel *Coupling* dapat dilihat pada Tabel 2.13 dan Tabel 2.14. Setelah digabung maka dilakukan penggunaan Tabel C untuk melihat Skor akhir. Tabel C terlihat pada Tabel 2.15. Setelah penggunaan Tabel C maka Nilai tersebut ditambahkan dengan Nilai Skor Aktivitas. Tabel Nilai Skor Aktivitas pada Tabel 2.16. Setelah ditambahkan maka akan didapatkan Nilai Skor REBA. Kemudian untuk menterjemahkan nilai Skor REBA, maka dibuatlah suatu daftar perbaikan yang terlihat pada Tabel 2.17. Uraian secara rinci tabel tersebut sebagai berikut :

Level 0, skor akhir menunjukkan nilai 1 yang mengindikasikan bahwa keadaan postur tubuh tersebut dapat diabaikan/diterima dan tidak memerlukan perbaikan.

Level 1, skor akhir menunjukkan nilai 2-9 yang mengindikasikan bahwa keadaan postur tubuh tersebut mempunyai level resiko yang rendah dan perbaikan mungkin dapat dilakukan

Level 2, skor akhir menunjukkan nilai 4-7 yang mengindikasikan bahwa keadaan postur tubuh tersebut mempunyai level resiko yang sedang dan perlu dilakukannya perbaikan.

Level 3, skor akhir menunjukkan nilai 8-10 yang mengindikasikan bahwa keadaan postur tubuh tersebut mempunyai level resiko yang tinggi dan perlu dilakukannya perbaikan secepatnya.

Langkah secara singkat perhitungan nilai REBA dapat dilihat pada Gambar 2.12

Tabel 2.9 Tabel Beban Benda yang Diangkat

Skor	0	1	2	+1
Berat Beban	< 5 kg	5-10 kg	> 10 kg	Tenaga yang dikeluarkan secara tiba tiba

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.10 Tabel Coupling

0	1	2	3
good	fair	Poor	Unacceptable

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.11 Tabel C skor REBA

	Tabel C												
	Nilai B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nilai A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.12 Skor aktivitas

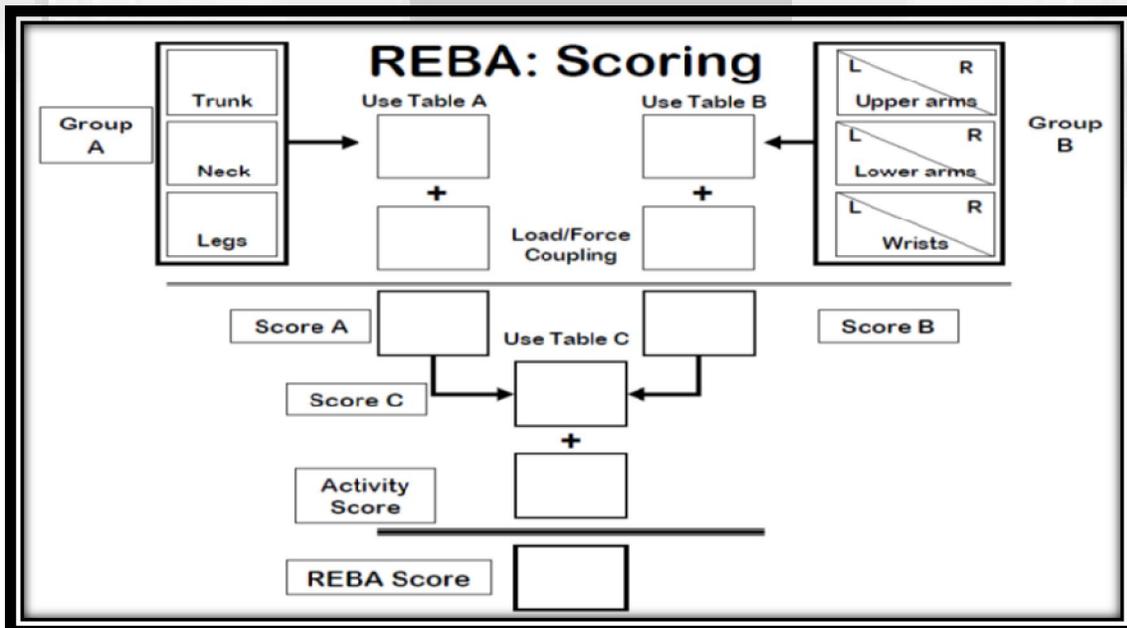
Aktivitas	Skor
satu atau lebih bagian tubuh yang statis. Misalnya memegang alat dalam jangka waktu lebih dari 1 menit	1
Gerakan yang sering dilakukan berulang-ulang, tidak termasuk kegiatan berjalan. Misalnya gerakan yang dilakukan 4 kali dalam 1 menit	1
Kegiatan yang menyebabkan perubahan yang besar dan cepat pada postur dan dasar yang tidak stabil	1

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

Tabel 2.13 Level Resiko dan tindakan

Action level	Score REBA	Level Resiko	Tindakan Perbaikan
0	1	Bisa diabaikan	Tidak Perlu
1	2-9	Rendah	Mungkin Perlu
2	4-7	Sedang	Perlu
3	8-10	Tinggi	Perlu segera
4	11-15	Sangat Tinggi	Perlu saat ini juga

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)



Gambar 2.12 Lembar Score REBA

Sumber: Hignet & McAtamney (2000)

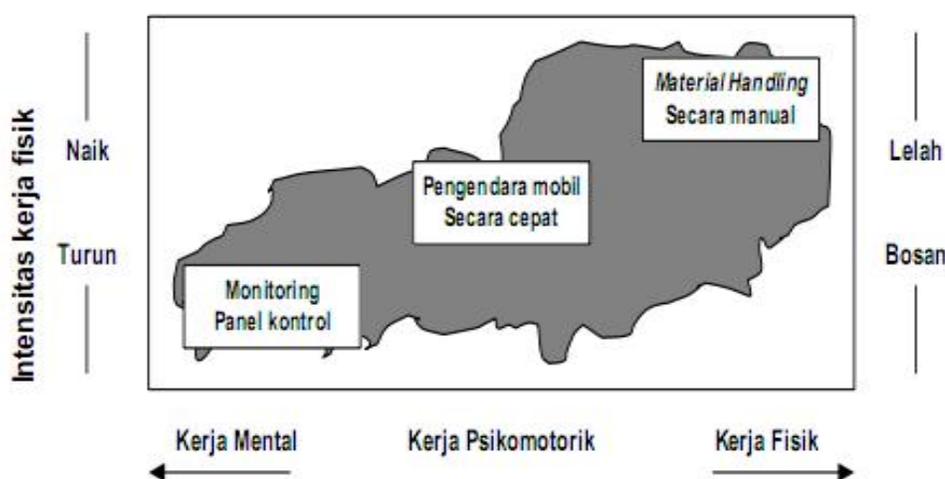
2.4 Pengukuran Kerja Dengan Metoda Fisiologi

Secara garis besar terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil kerja (performansi) manusia, dan dapat dibagi atas 2 kelompok (Lehman, 1962) yaitu :

1. Faktor-faktor diri : sikap, sifat, sistem nilai, karakteristik fisik, minat, motivasi, usia, jenis kelamin, pendidikan, pengalaman, dan lain-lain.
2. Faktor-faktor situasional : lingkungan fisik, mesin dan peralatan, metoda kerja, dan lain-lain.

Kerja manusia bersifat mental dan fisik yang masing-masing mempunyai intensitas yang berbeda-beda. Tingkat intensitas yang terlalu tinggi memungkinkan pemakaian energi yang berlebihan, sebaliknya intensitas yang terlalu rendah menimbulkan rasa bosan dan jenuh. Karena itu perlu diupayakan tingkat intensitas yang optimum yang ada diantara kedua batas ekstrim tadi dan tentunya untuk tiap individu akan berbeda.

Pekerjaan seperti operator yang bertugas memantau panel kontrol termasuk pekerjaan dengan intensitas fisik yang rendah, namun mengakibatkan intensitas mental yang tinggi, sebaliknya pekerjaan *material handling* secara manual, intensitas fisiknya tinggi namun intensitas mentalnya rendah. Pernyataan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Tingkat Intesitas Pekerjaan

Sumber: Satalaksana (2006)

Tingkat intensitas kerja yang optimum, umumnya dilaksanakan apabila tidak ada tekanan (*stress*) dan ketegangan (*strain*). Tekanan disini berkenaan dengan beberapa aspek dari aktivitas manusia atau dari lingkungan yang terjadi akibat reaksi individu tersebut yang mendapatkan beberapa keinginan yang tidak sesuai. Sedangkan ketegangan merupakan konsekuensi logis yang harus diterima oleh individu sebagai akibat dari tekanan.

Agar dapat dihasilkan performansi kerja yang baik, maka dilakukan upaya dalam mengukur aktivitas kerja manusia sehingga diketahui seberapa besar tenaga yang dibutuhkan oleh seorang pekerja/operator dalam melaksanakan pekerjaannya dan jumlah tenaga yang dikeluarkan. Kriteria pengukuran aktivitas kerja manusia terbagi menjadi :

1. Kriteria Fisiologis

Merupakan kriteria pengukuran aktivitas kerja berdasarkan *heart rate* dan pernafasan.

2. Kriteria Operasional

Merupakan kriteria pengukuran aktivitas kerja berdasarkan *range* (rentang) gerakan, kekuatan, daya tahan, kecepatan, dan ketelitian.

Kerja fisik ini dikelompokkan oleh Davis dan Miller dalam (Wignjosoebroto, 1995) :

- Kerja total seluruh tubuh, yang mempengaruhi sebagian otot biasanya melibatkan dua pertiga atau tiga perempat otot tubuh.
- Kerja sebagian otot, yang membutuhkan lebih sedikit *energy expenditure* karena otot yang digunakan lebih sedikit.
- Kerja otot statis, otot digunakan untuk menghasilkan gaya tetapi tanpa kerja mekanik. Membutuhkan kontraksi sebagian otot.

Kerja fisik juga akan mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan cara pengukuran kecepatan denyut jantung (*heart rate*) dan konsumsi oksigen.

Metoda pengukuran kerja fisik, dilakukan dengan menggunakan standar :

1. Konsep *horse-power (Foot-pounds of work per minute)* oleh Taylor, tapi tidak memuaskan.
2. Tingkat konsumsi energi untuk mengukur pengeluaran energi.
3. Perubahan tingkat kerja jantung dan konsumsi oksigen (metode terbaru).

Studi pengukuran kerja fisiologis ditujukan untuk mengatasi :

1. Pengetahuan baru tentang performansi manusia.
2. Lebih memahami perilaku/sifat para atlet juara.
3. Membantu kendala fisik seseorang.

Tiffin dalam (Lehman, 1962) mengemukakan kriteria-kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh pekerjaan terhadap manusia dalam suatu sistem kerja, yaitu:

- Kriteria faal, meliputi : kecepatan heart rate, konsumsi oksigen, tekanan darah, tingkat penguapan, temperatur tubuh, komposisi kimia dalam darah dan air seni. Kriteria ini digunakan untuk mengetahui perubahan fungsi alat-alat tubuh selama bekerja.
- Kriteria kejiwaan, meliputi : pengujian tingkat kejiwaan pekerja, seperti tingkat kejemuhan, emosi, motivasi, sikap, dan lain-lain. Kriteria kejiwaan digunakan untuk mengetahui perubahan kejiwaan yang timbul selama bekerja.
- Kriteria hasil kerja, meliputi : pengukuran hasil kerja yang diperoleh dari pekerja. Kriteria ini digunakan untuk mengetahui pengaruh seluruh kondisi kerja dengan melihat hasil kerja yang diperoleh dari pekerja.

2.4.1 Kerja Fisik dan Mental

Secara garis besar, kegiatan-kegiatan kerja manusia dapat digolongkan menjadi kerja fisik (otot) dan kerja mental (otak). Pemisahan ini tidak dapat dilakukan secara sempurna, karena terdapatnya hubungan yang erat antara satu dengan lainnya. Apabila dilihat dari energi yang dikeluarkan, kerja mental murni relatif lebih sedikit mengeluarkan energi dibandingkan dengan kerja fisik (Wignjosoebroto, 1995).

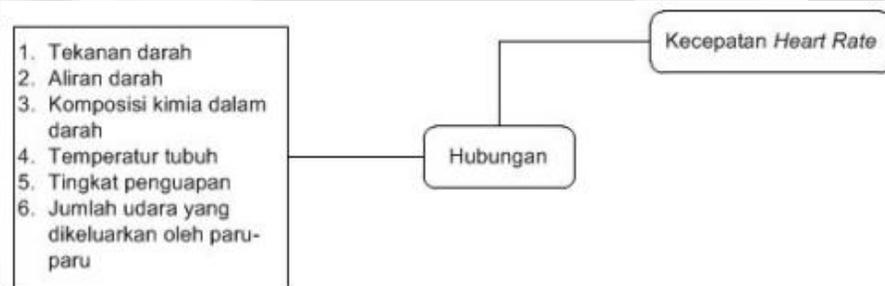
Kerja fisik ini dikelompokan oleh Davis dan Miller dalam (Wignjosoebroto, 1995) :

- Kerja total seluruh tubuh, yang mempengaruhi sebagian otot biasanya melibatkan dua pertiga atau tiga perempat otot tubuh.
- Kerja sebagian otot, yang membutuhkan lebih sedikit energi expenditure karena otot yang digunakan lebih sedikit.
- Kerja otot statis, otot digunakan untuk menghasilkan gaya tetapi tanpa kerja mekanik. Membutuhkan kontraksi sebagian otot.

Kerja fisik akan mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan pengukuran :

- Kecepatan *heart rate*.
- Konsumsi oksigen.

Kecepatan *heart rate* memiliki hubungan yang sangat erat dengan aktivitas faal lainnya.



Gambar 2.14 Hubungan Kecepatan *Heart Rate* dengan Aktivitas Faal Manusia

Sumber: Satalaksana (2006)

2.4.2 Menentukan Waktu Dengan Metoda Fisiologi

Waktu standar biasanya ditentukan dengan *time study*, data standar atau penentuan awal data waktu yang umum, sehingga operator dengan kualitas rata-rata, terlatih dan berpengalaman dapat berproduksi pada level sekitar 125% saat *insentive* diberikan (Lehman, 1962). Diharapkan bahwa hampir 96% dari operator yang dihitung bekerja sesuai atau lebih cepat dari standar. Ternyata sebagai operator dapat

bekerja pada performansi 100% dengan jauh lebih mudah dari pada pekerja yang lainnya. Sebagai hasilnya mungkin beberapa orang memiliki performansi 150% hingga 160% menggunakan energy expenditure sama dengan orang yang performansinya hanya 110% sampai 115%. Waktu standar ditentukan untuk tugas, pekerjaan yang spesifik dan jelas definisinya.

Pengukuran fisiologis dapat dipergunakan untuk membandingkan *cost energy* pada suatu pekerjaan yang memenuhi waktu standar, dengan pekerjaan serupa yang tidak standar, tetapi perbandingan harus dibuat untuk orang yang sama (Lehman, 1962).

2.4.3 Energi yang Dikeluarkan (*Eenergy Expenditure*)

Bilangan nadi atau denyut jantung merupakan peubah penting dan pokok baik dalam penelitian lapangan maupun dalam penelitian laboratorium. Dalam hal penentuan konsumsi energi, biasanya digunakan parameter indeks kenaikan bilangan kecepatan denyut jantung. Indeks ini merupakan perbedaan antara kecepatan *heart rate* pada waktu kerja tertentu dengan kecepatan heart rate pada saat istirahat (Lehman, 1962).

Konsumsi energi saat bekerja dapat diukur secara tidak langsung dengan konsumsi oksigen dari manusia saat bekerja. Untuk setiap liter oksigen yang dikonsumsi, rata-rata 4,8 Kkal energi yang dikeluarkan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah energi yang dikeluarkan pada setiap pekerjaan adalah umur, jenis kelamin, postur badan, berat badan, dan intensitas aktivitasnya itu sendiri. Apabila aktivitas meningkat, maka energi yang dikeluarkan meningkat pula, begitu pula dengan berat badan. Kebutuhan konsumsi yang sesuai bagi kesehatan lazimnya antara 3000-3500 Kkal untuk pria dan 2500 3000 Kkal untuk wanita untuk setiap harinya.

Perhitungan konsumsi energi dengan menggunakan denyut jantung lebih mudah bila dibandingkan dengan perhitungan konsumsi oksigen. Astuti (1985) dalam Marabessy (2012) merekomendasikan persamaan regresi untuk mengestimasi energi

berdasarkan kecepatan denyut jantung. Persamaan regresi yang direkomendasikan adalah sebagai berikut:

$$\bullet Y = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot X^2 \dots\dots\dots(2.17)$$

Setelah kecepatan denyut jantung dikonversikan ke energi, maka pengeluaran energi untuk kerja tertentu dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\bullet KE = E_t - E_i \dots\dots\dots(2.18)$$

Kerja fisiologis tidak identik dengan kerja mekanik. Kerja mekanik tidak ada perhitungan postur tubuh yang dikenal sebagai statika atau alat kerja badan dan pekerjaan dilakukan dengan alat pemegang, material bahan dan sebagainya. Beban ditempatkan pada manusia dengan lingkungan, temperatur, kelembaban dan kebisingan.

Aktivitas otot mengubah fungsi berikut :

1. *Heart rate*.
2. Tekanan darah.
3. Output jantung dalam liter / menit.
4. Komposisi kimia dalam darah dan *urine*.
5. Temperatur tubuh.
6. *Perpiration rate*.
7. Ventilasi paru-paru dalam liter/menit.
8. Konsumsi oksigen oleh otot

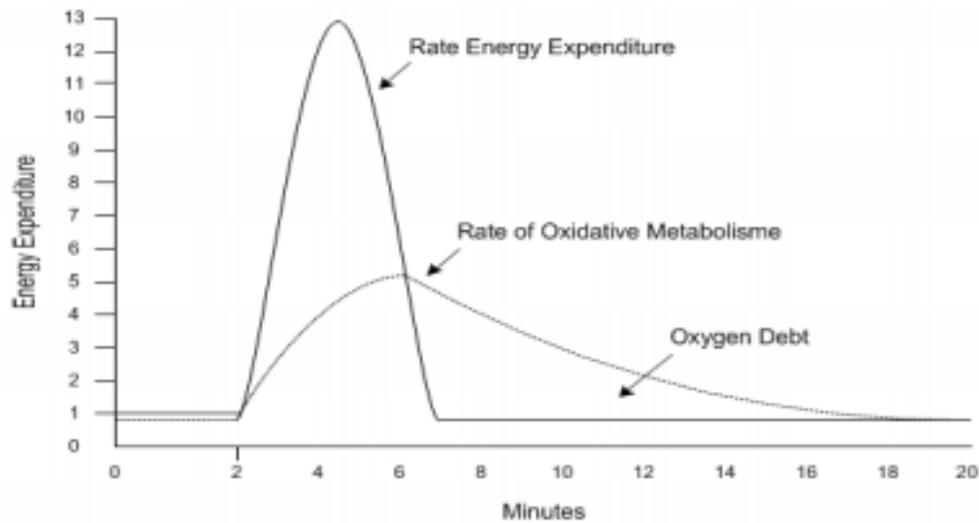
2.4.4 Tingkat Energi

Terdapat tiga tingkat kerja fisiologis yang umum :

- Istirahat.
- Limit kerja aerobik.
- Kerja anaerobik.

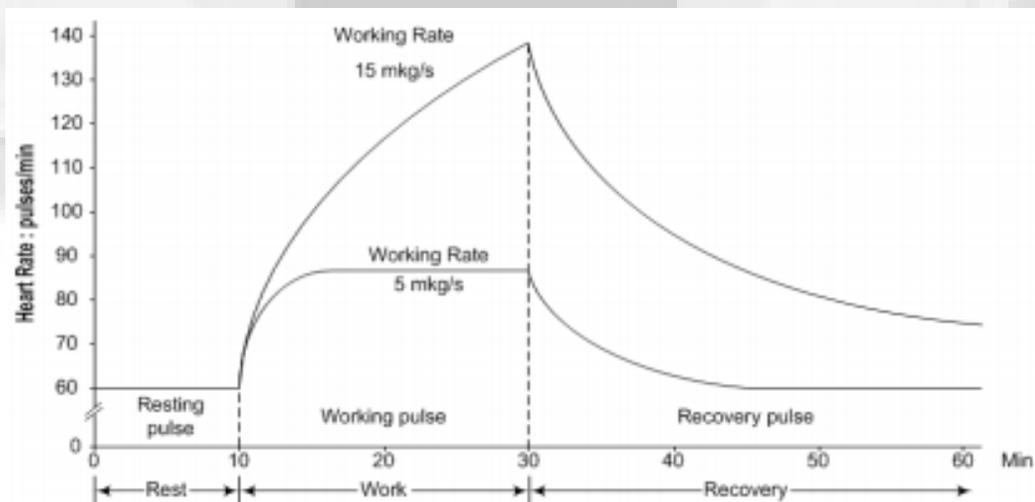
Pada tahap isitirahat pengeluaran energi diperlukan untuk mempertahankan kehidupan tubuh yang disebut Tingkat Metabolisme Basal. Hal tersebut mengukur perbandingan oksigen yang masuk dalam paru-paru dengan karbondioksida yang keluar.

Kerja disebut aerobik bila suplai oksigen pada otot sempurna, sistem akan kekurangan oksigen dan kerja menjadi anaerob. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas fisiologis yang dapat ditingkatkan melalui latihan.



Gambar 2.15 Grafik Standar Energi

Sumber: Lehman (1962)



Gambar 2.16 Heart Rate Dari Dua Kondisi Kerja Yang Berbeda

Sumber: Lehman (1962)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lehman (1962), beban kerja diklasifikasikan pada beberapa tingkatan seperti yang tertera pada Tabel 2.14 :

Tabel 2.14 Klasifikasi Beban Kerja Beserta Tingkatan Energi Yang Dikeluarkan

Tingkat Pekerjaan	<i>Energy Expenditure</i>		Detak Jantung	Konsumsi Oksigen
	kkal / menit	kkal / 8jam	Detak / menit	Liter / menit
<i>Undully Heavy</i>	>12.5	>6000	>175	>2.5
<i>Very Heavy</i>	10.0-12.5	4800-6000	150-175	2.0-2.5
<i>Heavy</i>	7.5-10.0	3600-4800	125-150	1.5-2.0
<i>Moderate</i>	5	2400-3600	100-125	1.0-1.5
<i>Light</i>	2.5-5.0	1200-2400	60-100	0.5-1.0
<i>Very Light</i>	<2.5	<1200	<60	<0.5

Sumber: Lehman (1962)

2.4.5 Pengukuran Konsumsi Oksigen

Jika 1 liter oksigen dikonsumsi oleh tubuh, maka tubuh akan mendapatkan 4,8 kilokalori energy (Nurmianto, 1996). Faktor inilah yang merupakan nilai kalori suatu oksigen. Dengan diketahui nilai konsumsi oksigen pada saat melakukan suatu aktivitas, maka akan diketahui klasifikasi (tingkat) beban kerja yang dilakukan.

2.4.6 *Fatigue* (Kelelahan Fisik)

Fatigue adalah suatu kelelahan yang terjadi pada syaraf dan otot-otot manusia sehingga tidak dapat berfungsi lagi sebagaimana mestinya. Makin berat beban yang dikerjakan dan semakin tidak teraturnya pergerakan, maka timbulnya *Fatigue* akan lebih cepat. Timbulnya *Fatigue* ini perlu dipelajari untuk menentukan tingkat kekuatan otot manusia, sehingga kerja yang akan dilakukan atau dibebankan dapat disesuaikan dengan kemampuan otot tersebut.

Menurut Barnes (1980) menggolongkan kelelahan dalam 3 hal tergantung dari mana hal ini dilihat, yaitu :

- a) Merasa lelah.
- b) Kelelahan karena perubahan fisiologis dalam tubuh.

- c) Menurunnya kemampuan kerja.

Ketiga hal tersebut pada dasarnya berkesimpulan sama, yaitu kelelahan terjadi jika kemampuan otot telah berkurang dan lebih lanjut lagi memahami puncaknya bila otot tersebut sudah tidak mampu lagi bergerak (kelelahan sempurna).

2.4.7 Pengukuran Denyut Jantung

Data denyut jantung yang perlu diketahui terkait dengan beban kerja adalah:

- a) Denyut jantung istirahat atau denyut jantung pada waktu tidak bekerja. Disebut sebagai denyut jantung istirahat, karena pengukuran dilakukan pada subjek dalam keadaan istirahat. Pada orang dewasa normal, denyut jantung saat istirahat berkisar antara 60-80 denyut setiap menit. Dalam suatu penelitian yang memakai denyut nadi sebagai salah satu indikator beban kerja, maka denyut nadi istirahat dianggap sebagai kondisi yang menggambarkan kondisi awal subjek (Arimbawa, 2011). Subjek yang akan diukur diusahakan dalam keadaan tenang. Pada saat dilakukan pengukuran posisi subjek boleh duduk, berdiri atau dalam posisi terlentang, perhitungan untuk denyut jantung istirahat cukup dilakukan selama 1 menit atau 2 menit sebelum melakukan pekerjaannya (Arimbawa, 2011).
- b) Denyut jantung kerja yaitu denyut jantung yang diukur pada saat subjek sedang melaksanakan pekerjaan. Kecepatan denyut jantung yang terjadi saat bekerja adalah sebagai akibat dari kecepatan dari metabolisme dalam tubuh (Arimbawa, 2011). Penghitungan denyut jantung kerja dilaksanakan selama kerja, apabila alat pengukur memungkinkan, jika tidak, maka penghitungan dapat dilakukan lima menit, tiga puluh menit atau bahkan satu jam pada saat bekerja, tergantung dari jenis pekerjaan yang dilakukan.
- c) Denyut jantung pemulihan atau *recovery heart rate* yaitu denyut nadi yang dialami saat pekerja selesai melaksanakan pekerjaannya. Beban kerja yang diterima pekerja saat bekerja dapat pula diketahui dengan mengukur denyut nadi pemulihan. Ketika mulai berhenti bekerja, maka saat itu denyut nadi akan mulai mengalami penurunan denyut nadinya sampai kembali ke kondisi awal

(sebelum bekerja) kondisi denyut nadi tersebut disebut nadi pemulihan (Arimbawa, 2011). Denyut nadi pemulihan biasanya diukur dua sampai lima menit setelah pekerjaan dihentikan. Denyut nadi pemulihan memberikan fakta tentang perubahan metabolisme tubuh dari keadaan aktif ke kondisi istirahat (Arimbawa, 2011).

2.4.8 Penentuan Panjang Periode Kerja dan Istirahat

Ketika seseorang bekerja pada tingkat energi lebih dari 5,2 Kkal per menit, maka pada saat itu akan timbul rasa lelah (*fatigue*). Menurut Murrell (1965), manusia masih memiliki cadangan energi sebesar 25 kkal sebelum munculnya asam laktat yang merupakan tanda saat dimulainya waktu istirahat. Cadangan energi akan hilang jika kita bekerja lebih dari 5 kkal per menit. Selama periode istirahat, cadangan energi tersebut akan dibentuk kembali (Nurmiyanto, 1996).

A. Lamanya Waktu Kerja

Untuk menghitung panjang periode kerja dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut (Nurmiyanto, 1996) :

$$T_w = \frac{14}{E-5} (\text{menit}) \dots \dots \dots (2.19)$$

dimana :

T_w = Waktu kerja (working-time) (menit)

E = *Energy expenditure* selama pekerjaan berlangsung (Kkal/menit)

$E - 5$ = habisnya cadangan energi (Kkal/menit)

B. Lamanya Waktu Istirahat

Lamanya waktu istirahat (*Resting Time*) dapat diukur dengan menggunakan persamaan Murrell :

$$R_T = 0, \text{ untuk } KE < S \dots \dots \dots (2.20)$$

$$R_T = \frac{\left(\frac{KE}{S}\right) \times 100 + \frac{T(KE-S)}{KE-BM}}{2} \text{ untuk } S \leq KE \leq 2S \dots \dots \dots (2.21)$$

$$\frac{T(KE-S)}{KE-BM} \times 1,11, \text{ untuk } KE \geq 2S \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

RT =Waktu istirahat yang diizinkan (menit)

KE =Energi yang dikeluarkan saat bekerja (kcal/min),

S =Pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan (kcal/menit) (4kcal/min untuk wanita dan 5 kkal/min untuk pria)

T =Total durasi kerja *expected* (menit)

BM =Metabolisme Basal (kcal/menit).

Adapun persamaan lain untuk menghitung lamanya waktu istirahat yang dibutuhkan adalah sebagai berikut (Nurmianto, 1996) :

$$TR = \frac{25}{5-1,5} = 7,143 \dots \dots \dots (2.23)$$

- Lamanya waktu istirahat diharapkan cukup untuk menghasilkan cadangan energi.
- Diasumsikan bahwa selama istirahat jumlah energi adalah 1,5 kkal/menit.
- Tingkat energi dimana cadangan energi akan dapat dibangun kembali adalah (5,0 – 1,5) kkal/menit.
- Waktu istirahat ini adalah tetap (konstan) dan diasumsikan berdasar pada 25 Kkal.

2.5 Pengertian *Home Industry*

Secara harfiah, *Home* berarti rumah, tempat tinggal, ataupun kampung halaman, sedang *Industri*, dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia dapat diartikan sebagai kerajinan, usaha produk barang dan ataupun perusahaan. Jadi menurut Anderson (1982), *Home Industry* adalah rumah usaha produk barang atau bisa juga disebut perusahaan kecil. Dikatakan sebagai perusahaan kecil karena jenis kegiatan ekonomi ini dipusatkan di rumah. Pengertian usaha kecil secara jelas tercantum dalam UU No. 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro Kecil Menengah, yang menyebutkan bahwa usaha kecil adalah usaha dengan kekayaan bersih paling banyak Rp200 juta (tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha) dengan hasil penjualan tahunan paling banyak Rp1.000.000.000. Kriteria

lainnya dalam UU No. 20 Tahun 2008 adalah: milik WNI, berdiri sendiri, berafiliasi langsung atau tidak langsung dengan usaha menengah atau besar dan berbentuk badan usaha perorangan, baik berbadan hukum maupun tidak.

Kriteria-kriteria suatu usaha dikatakan Industri Rumah Tangga (*Home Industry*) yaitu :

1. Kegiatan Industri dilakukan di rumah tangga
2. Tenaga kerja yang dipekerjakan tidak lebih dari 3 orang

Peralatan pengolahan yang digunakan mulai dari manual hingga alat semi otomatis.