

## BAB III

### TINJAUAN TEORI ERGONOMI

#### 3.1. Pendahuluan

##### 3.1.1. Definisi ergonomi

Istilah “ergonomi” berasal dari bahasa latin yaitu ERGON (KERJA) dan NOMOS (HUKUM ALAM) . Dengan ini dimaksudkan dengan ergonomi adalah ilmu yang mempelajari manusia dalam hubungannya dengan pekerjaan .<sup>1</sup> Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyaserasikan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik.<sup>2</sup>

Tujuan dari studi ergonomi adalah merancang benda-benda fasilitas dan lingkungan , sehingga efektifitas fungsionalnya meningkat dan segi-segi kemanusiaan seperti kesehatan, keamanan dan kepuasan dapat terpelihara. Ergonomi memiliki 2 (dua) aspek sebagai cirinya, yaitu: Efektifitas sistem-sistem dengan manusia didalamnya dan sifat memperlakukan manusia secara manusiawi. Untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut pendekatan Ergonomi, merupakan penerapan pengetahuan-pengetahuan terpilih tentang manusia secara sistematis dalam perancangan sistem-sistem Manusia-Benda, Manusia-Fasilitas dan Manusia-Lingkungan. Dengan kata lain perkataan Ergonomi adalah suatu

---

<sup>1</sup> A.M, Madyana. 1996. Analisis Perancangan Kerja dan Ergonomi Jilid 1.Halaman 4. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta

<sup>2</sup> Tarwaka, dkk. Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. 2004. Halaman 7. Sakata: UNIBA Press.

ilmu yang mempelajari manusia dalam berinteraksi dengan objek-objek fisik dalam berbagai kegiatan sehari-hari.<sup>3</sup>



Gambar 3.1. Faktor-faktor diri, dan situasional yang mempengaruhi hasil kerja.  
Sumber: A.M, Madyana. 1996.

### 3.1.2. Penelitian cara kerja

Penelitian kerja adalah pencatatan secara sistematis dan pemeriksaan secara seksama mengenai cara-cara yang berlaku atau diusulkan untuk melaksanakan suatu pekerjaan. Fungsi dari penelitian cara kerja adalah sebagai suatu jalan untuk mengembangkan dan menerapkan cara kerja yang lebih mudah dan lebih efektif serta dapat menekan biaya.

Faktor yang mempengaruhi kesehatan pekerja<sup>4</sup>:

Fisika	Kimia	Biologi	Mekanik dan Ergonomi	Psikososialisasi
Kebisingan Getaran Radiasi pengion Radiasi bukan pengion Panas dan	Cairan Debu Asap Serat Kabut Gas Uap	Serangga Tungau Lumut Ragi Jamur Bakteri Virus	Sikap tubuh Pergerakan Gerakan berulang Pencahaya-an dan penglihatan	Kebimbangan Tekanan kerja Kebosanan Bekerja pada hari libur.

<sup>3</sup> A.M, Madyana. Op,cit. Halaman 4.

<sup>4</sup> A.M, Madyana. Op,cit. Halaman 62.

dingin				
Listrik				
Udara				
bertekanan				

Tabel 3.1. Faktor yang mempengaruhi kesehatan kerja  
Sumber: Sumber: A.M, Madyana. 1996.

Tujuan penelitian cara kerja adalah untuk menentukan cara kerja terbaik agar dicapai produktivitas yang tinggi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara<sup>5</sup>:

- a. Memperbaiki gerakan kerja, tata ruang pabrik, bengkel dan tempat kerja
- b. Perancangan pabrik dan peralatan.
- c. Pendayagunaan manusia dan pengurangan kegiatan yang tidak perlu.
- d. Perbaikan pemakaian bahan, mesin dan tenaga manusia.
- e. Pengembangan lingkungan kerja yang lebih baik.

Faktor dalam menilai kondisi kerja:

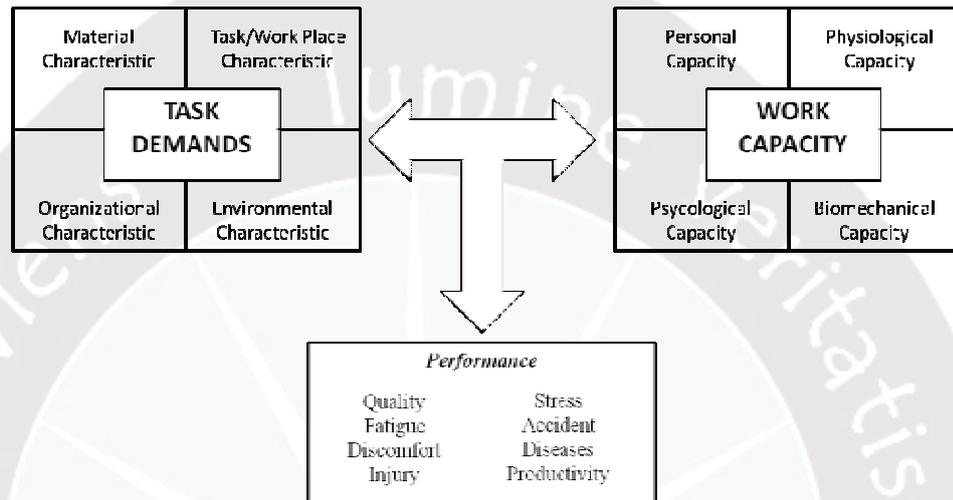
<b>Pekerja</b>	<b>Mesin</b>	<b>Lingkungan</b>
Usia	Ukuran	Suhu
Jenis kelamin	Kegunaan	Pencahayaan
Ras	Alat pengendali:	Kelembababan
Dimensi tubuh dan bentuk	tombol, gagang, meteran	Tekanan
Penggunaan energi	Frekuensi dan keruwetan	Ventilasi
Status kesehatan	Pengendalian	Kebisingan
Sikap tubuh		Ruang kerja
Pergerakan		Hubungan dengan pekerja lain dan manajemen
Penglihatan		

Tabel 3.2. Faktor dalam menilai kondisi kerja  
Sumber: A.M, Madyana. 1996.

<sup>5</sup> A.M, Madyana. Op,cit. Halaman 27.

### 3.1.3. Konsep keseimbangan dalam ergonomi

Konsep keseimbangan antara kapasitas kerja dengan tuntutan tugas dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini<sup>6</sup>:



Gambar 3.2. Konsep Dasar dalam Ergonomi  
Sumber: Manuaba, 2000.

#### 3.1.3.1. Kemampuan Kerja.

Kemampuan seseorang sangat ditentukan oleh<sup>6</sup>:

1. *Personal Capacity* (Karakteristik Pribadi); meliputi faktor usia jenis kelamin, antropometri, pendidikan, pengalaman, status sosial, agama dan kepercayaan, status kesehatan, kesegaran tubuh, dsb.
2. *Physiological Capacity* (Kemampuan Fisiologis); meliputi kemampuan dan daya tahan cardio-vaskuler, syaraf otot, panca indera, dsb.
3. *Psychological Capacity* (Kemampuan Psikologis); berhubungan dengan kemampuan mental, waktu reaksi, kemampuan adaptasi, stabilitas emosi, dsb.

<sup>6</sup> Tarwaka, dkk. Op.cit. Halaman 8.

4. *Biomechanical Capacity* (Kemampuan Bio-mekanik) berkaitan dengan kemampuan dan daya tahan sendi dan persendian, tendon dan jalinan tulang.

### 3.1.3.2. Tuntutan Tugas.

Tuntutan tugas pekerjaan/aktivitas tergantung pada<sup>6</sup>:

1. *Task and material Characteristic* (Karakteristik tugas dan material); ditentukan oleh karakteristik peralatan dan mesin, tipe, kecepatan dan irama kerja, dsb.
2. *Organization Characteristics*; berubungan dengan jam kerja dan jam istirahat, kerja malam dan bergilir, cuti dan libur, manajemen, dsb.
3. *Enviromental Characteristics*; berkaitan dengan manusia teman setugas, suhu dan kelembaban, bising dan getaran, penerangan, sosia-budaya, tabu, norma, adat dan kebiasaan, bahan-bahan pencemar, dsb.

### 3.1.3.3. Performansi

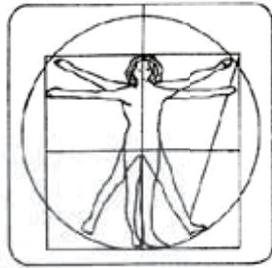
Performansi atau tampilan seseorang sangat tergantung kepada rasio dari besarnya tuntutan tugas dengan besarnya kemampuan yang bersangkutan. Dengan demikian, apabila<sup>6</sup>:

1. Bila rasio tuntutan tugas lebih besar daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa: ketidaknyamanan, “*overstress*”, kelelahan, kecelakaan, cedera, rasa sakit, penyakit, dan tidak produktif.
2. Sebaliknya, bila tuntutan tugas lebih rendah daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa: “*understress*”, kebosanan, kejemuhan, kelesuan, sakit, dan tidak produktif.
3. Agar penampilan menjadi optimal maka perlu adanya keseimbangan dinamis antara tuntutan tugas dengan kemampuan

yang dimiliki sehingga dinamis antara tuntutan tugas dengan kemampuan yang dimiliki sehingga tercapai kondisi dan lingkungan yang sehat, aman nyaman dan produktif.

### 3.1.4. Faktor bentuk manusia

Dalam mempelajari tentang tentang tubuh manusia, membua Lenardo da



Vinci melukiskan anatomi tubuh secara terperinci didalam bentuk tubuh laki-laki yang kuat. Model yang dibuat merupakan gabungan dari beberapa individu yang berotot.

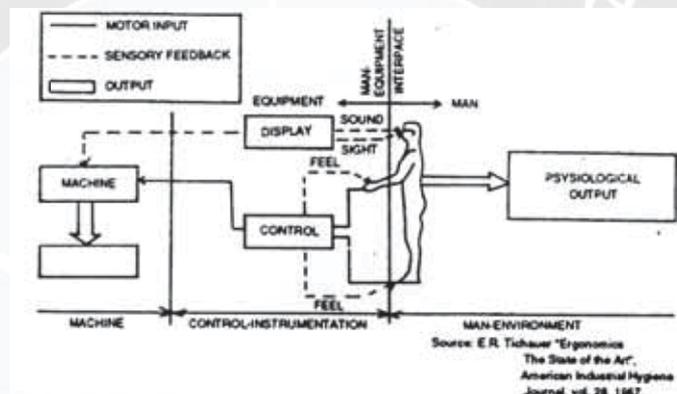
Sekitar tahun 1911 Institute Gilbreth menemukan dan menentukan anatomi, psikologi dan kelainan kelakuan yang merupakan bentuk dasar untuk ergonomik sistem kerja manusia. Dengan teknik dan waktu yang tersedia konsentrasi Gilbreth diatas dapat diukur tiga kuantitasnya dengan menjadikan dasar yang lebih produktif.<sup>7</sup>

Variables Of Worker	Variables Of Environment	Variables Of Motion
1. Anatomy	1. Apliances	1. Acceleration
2. Brain	2. Clothes	2. Automaticity
3. Contentment	3. Colors	3. Motion sequence
4. Creed	4. Music, reading, etc.	4. Cost Direction
5. Experience	5. Heating, cooling, ventilating	5. Effektivities
6. Fatigue	6. Lighting	6. Foot-pounds of work
7. Habits	7. Quality of material	7. Invertis & momentum overcome
8. Health	8. Reward and punishment	8. Langth
9. Nutrition	9. Size of unit moved	9. Necessity
10. Size	10. Fatigue eliminating devices	10. Path
11. Skill	11. Tools	11. Play for position
12. Temperament	12. Union rules	12. Speed
13. Training	13. Weight of unit moved	

Tabel 3.3. Tiga Golongan Pekerja dan Pembagian Tugasnya menurut Gilbreth  
Sumber: A.M, Madyana. 1996.

<sup>77</sup>A.M, Madyana. Op,cit. Halaman 61.

Gambar 3.2 dibawah ini dapat menjelaskan bahwa manusia terdiri dari dua tangan dan kaki untuk menjalankan kegiatannya dan output sebagai ukuran psikologi dengan lingkungan buatan. Kilas balik pada senthan dalam bentk perasaan dapat diklasifikasikan sebagai sebuah pantauan (kontrol), buny dan pencahayaan pada pendengar dan penglihat, display dan ukuran badan diketahui sebagai anthropometrik data.<sup>8</sup>



Gambar 3.3. Sistem Lingkungan Mesin Manusia

Sumber: A.M, Madyana. 1996.

#### 3.1.4.1. Kontrol

Data disini berhubungan dengan bentuk dan ukuran dari tombol dan tgas kontrol, usaha yang dipelukan untuk mengatur tipe kontrol dan tugas kontrol, usaha yang diperlukan untuk mengatur tipe kontrol (sebagai contoh, on-off), arah gambar, cara pengoperasiannya serta kontrol lainnya. Seorang desainer mempertimbangan out put sebaik informasi kilas balik.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> A.M, Madyana. Op.cit. Halaman 62.

<sup>9</sup> A.M, Madyana. Op.cit. Halaman 64.

#### **3.1.4.2. Lingkungan Buatan**

Desainer mengkaitkan dengan ukuran-ukuran psikologis termasuk perasaan, pikiran, dan tekanan darah untuk zone kelayakan kenyamanan, seorang disainer harus membuat suatu lingkungan buatan senormal dan semungkin dalam perintah untuk gerakan minimal dari manusia selama periode tertentu. Hal ini melibatkan suatu pertimbangan dari hal-hal seperti suhu, udara bunyi, getaran, ketinggian, radiasi, kecepatan dan tekanan.<sup>9</sup>

#### **3.1.4.3. Visual Display**

Kategori ini melibatkan informasi bergambar dalam bentuk sinyal-sinyal, tanda-tanda, angka dan kata, skala, counter dan petunjuk disainer, dan tabel.<sup>10</sup>

#### **3.1.4.4. Anthropometrik Data**

Anthropometrik merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi-dimensi tubuh manusia. Dimensi-dimensi disini dibagi menjadi kelompok statistika dan ukuran persenti. Jika seratus orang berdiri berjajar dari yang terkecil sampai yang terbesar dalam suatu ukuran atau urutan, hal ini akan bisa diklasifikasikan dari suatu percentile sampai seratus percentile. Lelaki 2,5 percentile berarti bahwa disain tersebut berdasarkan seri dari dimensi yang berkisar 2,5% dari

---

<sup>10</sup> A.M, Madyana. Op.cit. Halaman 65.

sistem yang digunakan dalam suatu populasi. 50 percentile berarti bahwa 50% dari populasi akan cocok juga pada sistem yang berdasarkan pengukuran-pengukuran, ini tentu saja termasuk 2,5 percentile sebelumnya.<sup>9</sup>

### **3.1.5. Jenis permasalahan ergonomi**

#### **3.1.5.1. *Anthropometric***

Antropometri berhubungan dengan permasalahan antara fungsi ruang geometri dengan tubuh manusia. Antropometri diterapkan dalam pengukuran dimensi tubuh linear, termasuk berat dan volume. Jarak jangkauan, tinggi mata saat duduk, adalah salah satu contohnya. Masalah antropometri muncul ketika adanya ketidaksesuaian antara dimensi tubuh manusia dengan ruang kerjanya. Solusi untuk masalah ini adalah memodifikasi desain awal dan membangun lingkungan kerja yang kondusif.<sup>11</sup>

#### **3.1.5.2. *Cognitive***

Masalah kognitif muncul ketika ada salah satu pemrosesan informasi yang berlebihan atau sangat kurang. Baik dalam jangka pendek atau panjang akan menimbulkan ketegangan pada memori otak manusia. Solusi dari masalah ini adalah dengan menyeimbangkan antara kemampuan manusia dengan kemampuan mesin untuk meningkatkan kinerja serta pengayaan pekerjaan.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Pulat, B. Mustafa. Fundamentals of Industrial Ergonomic. 1992. Halaman 9. US of America: A Simon & Schuster Company.

### **3.1.5.3. *Musculoskeletal***

Masalah ini termasuk ke dalam kategori penyakit pada sistem kerja otot yang menegang. Masalah ini muncul karena sudah ada insiden atau trauma sebelumnya, contohnya adalah tergelincir. Penyelesaian dari masalah ini adalah mendesain ulang ruang kerja dalam batas-batas kemampuan manusia.<sup>11</sup>

### **3.1.5.4. *Kardiovaskular***

Masalah ini terdapat pada sistem tekanan peredaran darah termasuk jantung. Kardiovaskular dapat mengakibatkan jantung memompa lebih banyak darah ke otot-otot untuk memenuhi kebutuhan oksigen meningkat. Bekerja secara terus menerus tanpa istirahat serta bekerja di bawah tekanan panas adalah salah satu contoh dari masalah kardiovaskular. Mendesain ulang area kerja adalah cara tepat untuk menangani masalah ini.<sup>11</sup>

### **3.1.5.5. *Psychomotor***

Penanganan terbaik dalam menghadapi masalah yang membebani sistem psikomotorik adalah dengan mengubah persyaratan kerja sesuai dengan kemampuan manusia dan memberikan apresiasi setiap pencapaian prestasi.<sup>11</sup>

## 3.2. Tinjauan teori antropometri

### 3.2.1. Definisi antropometri

Istilah anthropometry berasal dari kata “anthropos (man)” yang berarti manusia dan “metron (measure)” yang berarti ukuran<sup>12</sup>. Antropometri menurut (Nurmianto 1996) adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia seperti ukuran, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain<sup>13</sup>.

Pengaplikasian antropometri dilakukan pada bidang-bidang pekerjaan dibawah ini<sup>14</sup>:

1. Desain baju
2. Desain ruang kerja
3. Desain peralatan, perlengkapan dan mesin kerja
4. Produk-produk konsumsi

Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan dimensi antropometri antar manusia adalah<sup>15</sup>:

1. Umur

Umur seseorang menjadi tolak ukur dari dimensi tinggi tubuh yang ia miliki. Semakin manusia bertambah tua, tinggi tubuh juga dapat menyusut/berkurang. Hal ini sangat penting bagi desainer untuk

---

<sup>12</sup> Bridger, R.S., 2003. Introduction to ergonomics, CRC.

<sup>13</sup> Nurmianto, E., 1996. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Edisi pertama. Cet, 3.

<sup>14</sup> Pulat, B. Mustafa. Halaman 117.

<sup>15</sup> Pulat, B. Mustafa. Halaman 122.

memperhatikan populasi pengguna di awal perencanaan desain yang dapat memungkinkan pertimbangan langka-langah dalam mendesain.

## 2. Jenis Kelamin

Pria memiliki dimensi tubuh yang lebih besar dibandingkan wanita. Lipatan kulit wanita lebih tebal dibanding pria. Perbedaan suku juga mempengaruhi perbedaan antropometri seseorang. Contohnya, masyarakat asli dari Benua Eropa memiliki ukuran yang lebih besar dibanding masyarakat asli Asia.

## 3. Posisi Tubuh

Sebelum melakukan survey, perlu diketahui tentang posisi standrd dalam bekerja. Posisi tubuh membuat dimensi fungsional lebih besar dibanding dimensi statis. Dimensi statis harus disesuaikan untuk gerakan tubuh saat melakukan suatu pekerjaan.

## 4. Pakaian

Pakaian juga dapat menimbulkan bertambahnya ukuran tubuh. Efek lain yang ditimbulkan dari pakaian adalah pembatasan gerak. Faktor penentu perhitungan pakaian adalah terletak pada jumlah lapisan yang digunakan serta bahan pakaiannya.

### 3.2.2. Jenis-jenis antropometri

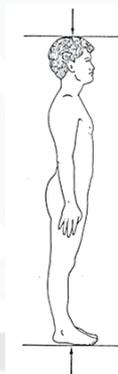
#### 3.2.2.1. *Structural dimension*

Dimensi struktural diukur saat tubuh dalam posisi tetap. Yang termasuk kedalam kategori Dimensi Struktural adalah Antropometri Statis<sup>15</sup>.

##### 1. Berat Badan

Berat badan diukur saat tubuh telanjang.

##### 2. Tinggi Badan

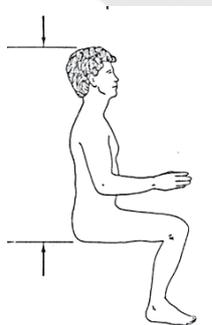


Diukur dengan posisi subjek berdiri tegak dan menatao lurus ke depan. Ukuran diambil dari permukaan lantai hingga ke atas kepala.

Gambar 3.4. Dimensi Tinggi Badan

Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

##### 3. Tinggi saat Duduk

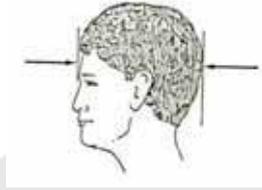


Ukuran diambil pada jarak vertikal antara permukaan kursi hingga bagian atas kepala dengan posisi duduk tegak dan menatap lurus ke depan.

Gambar 3.5. Dimensi Tinggi saat Duduk

Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

#### 4. Panjang Kepala



Panjang kepala diukur dari bagian paling depan kepala hingga bagian paling belakang kepala.

Gambar 3.6. Dimensi Panjang Kepala  
Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

#### 5. Tinggi Lutut saat Duduk



Jarak vertikal yang diukur dari lantai ke titik paling atas pada lutut.

Gambar 3.7. Dimensi Tinggi Lutut saat Duduk  
Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

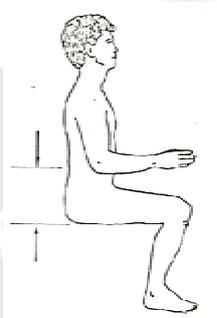
#### 6. Tinggi Popliteal saat Duduk



Jarak vertikal yang diambil dari permukaan lantai ke sisi bawah paha dengan posisi duduk tegak.

Gambar 3.8. Dimensi Tinggi Popliteal saat Duduk  
Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

### 7. Tinggi Siku saat Duduk

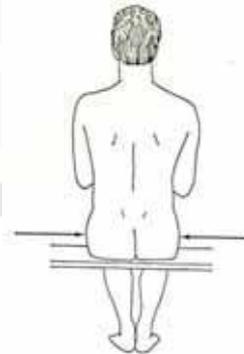


Gambar 3.9. Dimensi Tinggi Siku saat Duduk  
Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

Jarak vertikal antara permukaan duduk bagian bawah dengan siku.

Posisi duduk subjek duduk tegak dengan lengan atas vertikal dan lengan bawah horizontal.

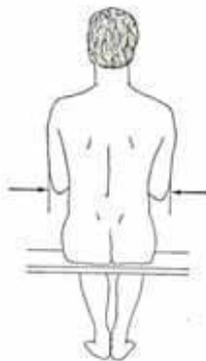
### 8. Panjang Pangkal paha saat Duduk



Gambar 3.10. Dimensi Panjang Pangkal Paha saat Duduk  
Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

Jarak horizontal yang diambil dari pinggul hingga ujung lutut dengan posisi duduk tegak.

### 9. Panjang antar Siku saat Duduk



Gambar 3.11. Dimensi Panjang antar Siku saat duduk  
Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

Jarak horizontal antar permukaan lateral dua siku.

### 10. Tinggi Paha saat Duduk



Jarak vertikal antara permukaan kursi dan titik persimpangan paha dengan perut.

Gambar 3.12 Dimensi Tinggi Paha Saat duduk

Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

### 11. Tinggi Mata saat Duduk

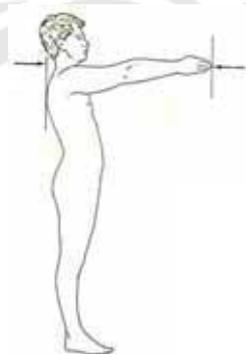


Jarak vertikal yang diukur antara permukaan kursi dengan sudut mata bagian tengah.

Gambar 3.13 Dimensi Tinggi Mata saat duduk

Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

### 12. Jangkauan Lengan

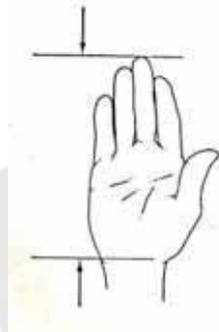


Jarak horizontal yang diukur antara ujung jari tangan dan permukaan bahu kanan.

Gambar 3.14 Dimensi Jangkauan Lengan

Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

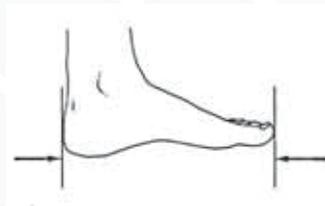
### 13. Panjang Tangan



Jarak yang diambil dari pangkal ibu jari ke ujung jari tengah tangan kanan.

Gambar 3.15. Dimensi Panjang Tangan  
Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

### 14. Panjang Kaki



Jarak horizontal dari bagian belakang tumit ke ujung jari kaki terpanjang.

Gambar 3.16. Dimensi Panjang Kaki  
Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

#### 3.2.2.2. *Functional dimension*

Dimensi struktural diukur saat tubuh digunakan (bergerak). Yang termasuk kedalam kategori Dimensi Struktural adalah Antropometri Dinamis.<sup>15</sup>

##### 1. Panjang dan Tinggi Bada saat Tiarap

Subjek dalam posisi tiarap dengan kedua kaki lurus, kedua lengan lurus dan telapak tangan dikepal. Diukur secara horizontal dari titik kepalan tangan ke ujung jari kaki terpanjang.

## 2. Tinggi Badan saat Jongkok



Jarak vertikal antara lantai dan bagian atas kepala subjek ketika jongkok dengan tubuh tegak.

Gambar 3.17 Dimensi Tinggi Badan saat Jongkok

Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

## 3. Panjang dan Tinggi Badan saat Merangkak



Gambar 3.18. Dimensi Tinggi Badan saat Merangkak  
Sumber: B. Mustafa Pulat, 1992

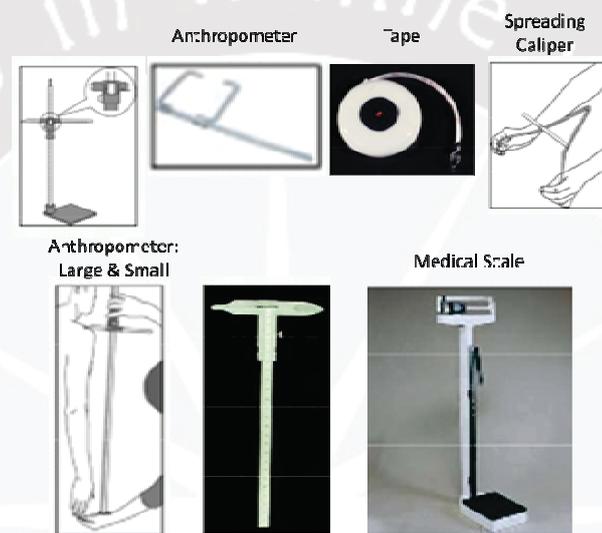
Posisi subjek adalah dengan lutut dan telapak tangan menempel pada lantai serta lengan tegak lurus dengan lantai. Panjang tubuh dihitung secara horizontal antara titik yang paling maju di kepala dan titik paling belakang di jari-jari kaki.

### 3.2.3. Data antropometri

Data antropometri didapatkan melalui metode pengukuran:

#### 1. Moran Technique

Umum digunakan, merupakan metode pengukuran konvensional dengan menggunakan alat ukur.



Gambar 3.19. Peralatan untuk Mengukur Antropometri  
Sumber: J.A. Roebuck, Jr.

#### 2. Metode lain: fotografi, videotaping, holography, laser.

Tahap-tahap penggunaan data antropometri dalam desain:

1. Tentukan populasi pengguna
2. Tentukan persen populasi yang akan diakomodasi (sampel)
3. Tentukan dimensi tubuh yang relevan
4. Tentukan nilai persentil dari tiap dimensi antropometri yang digunakan
5. Pertimbangkan modifikasi (kelonggaran) desain yang diperlukan, contohnya seperti baju musim dingin atau panas, baju perlindungan dari bahaya saat bekerja.