

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Ergonomi**

Ergonomi atau ergonomics berasal dari kata Yunani yaitu **ergo** yang berarti kerja dan **nomos** yang berarti hukum. Dengan demikian ergonomi yang dimaksud disini adalah sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Hal ini berawal dari kenyataan bahwa manusia memiliki keterbatasan kemampuan pada saat berhadapan dengan keadaan lingkungan sistem kerjanya yang berupa perangkat keras / *hardware* (mesin, peralatan kerja dan lain-lain) dan atau perangkat lunak / *software* (metode kerja, system dan prosedur dan lain-lain). Jadi disiplin ilmu ergonomi adalah suatu cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, efisien, aman dan nyaman. (*Sritomo Wignjosoebroto, 1995*)

Ergonomi banyak diaplikasikan dalam berbagai proses perancangan produk, operasi kerja atau aktifitas sehari-hari. Dengan ergonomi manusia tidak lagi harus menyesuaikan dirinya dengan mesin atau fasilitas dirancang dengan terlebih dahulu dengan memperlihatkan kelebihan dan kekurangan manusia yang mengoprasikannya.

Ada beberapa pokok kesimpulan mengenai disiplin ergonomi, yaitu:

1. Fokus perhatian dari ergonomi adalah berkaitan erat dengan aspek–aspek manusia didalam perancangan **man made objects** dan lingkungan kerja. Pendekatan ergonomi akan ditekankan pada penelitian kemampuan keterbatasan manusia baik secara fisik maupun mental psikologis dan interaksinya dalam sistem manusia–mesin yang integral. Secara sistematis pendekatan ergonomi kemudian akan memanfaatkan informasi tersebut untuk tujuan rancang bangun, sehingga akan tercipta produk, sistem atau lingkungan kerja yang lebih sesuai dengan manusia. Pada gilirannya rancangan yang ergonomis akan dapat meningkatkan efisiensi, efektifitas dan produktifitas kerja serta dapat menciptakan sistem serta lingkungan kerja yang cocok, aman, nyaman dan sehat.
2. Pendekatan ergonomi akan mampu menimbulkan **funcional effectiveness** dan kenikmatan–kenikmatan dalam pemakaian peralatan, fasilitas maupun lingkungan kerja yang dirancang.
3. Maksud dan tujuan utama dari pendekatan disiplin ergonomi diarahkan pada upaya memperbaiki performans kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, accuracy, keselamatan kerja selain untuk mengurangi energi kerja yang berlebihan serta mengurangi timbulnya kelelahan yang terlalu cepat. Disamping itu disiplin ergonomi diharapkan mampu memperbaiki pendayagunaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia (*human errors*).

4. Pendekatan khusus yang ada dalam disiplin ergonomi adalah aplikasi yang sistematis dari segala informasi yang relevan yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia didalam perancangan peralatan, fasilitas dan lingkungan kerja yang dipakai. Untuk ini analisis dan penelitian ergonomi akan meliputi hal-hal yang berkaitan dengan :

- a. Anatomi (struktur), fisiologi (bekerjanya) dan antropometri (ukuran) tubuh manusia.
- b. Psikologi yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.
- c. Kondisi-kondisi kerja yang dapat menciderai baik dalam waktu pendek maupun panjang dapat membahayakan manusia dan sebaliknya yaitu kondisi-kondisi kerja yang dapat membuat nyaman kerja manusia.

Dengan memperhatikan hal-hal tersebut maka penelitian dan pengembangan ergonomi akan memerlukan dukungan berbagai disiplin keilmuan seperti psikologi, antropologi, faal atau anatomi dan teknologi atau engineering. (Sritomo Wignjosoebroto, 1995).

## **2.2. Manusia sebagai Komponen Manusia- Mesin**

Secara umum sistem manusia-mesin dapat didefinisikan sebagai “*set of object together with relation ship between the object and between their attributes*”. Suatu sistem akan terjadi dalam suatu lingkungan dan perubahan-perubahan yang timbul di lingkungan ini akan mempengaruhi sistem dan elemenelemen dari sistem tersebut. Yang dimaksud sistem manusia–mesin adalah kombinasi antara satu atau beberapa manusia dengan satu atau beberapa “mesin”

dimana salah satu dengan yang lainnya akan saling berinteraksi untuk menghasilkan keluaran-keluaran berdasarkan masukan-masukan yang diperoleh (Wignjosoebroto, 1995).

Sedangkan yang dimaksud dengan “mesin” disini adalah mempunyai arti luas, yaitu mencakup semua obyek fisik seperti peralatan, perlengkapan, fasilitas dan benda-benda yang dapat digunakan oleh manusia dalam melaksanakan kegiatannya. Apabila kita perhatikan lingkungan disekitar kita, akan kita temukan obyek-obyek fisik buatan manusia seperti kursi, meja, tempat tidur dan sebagainya. Kursi sebagai tempat duduk misalnya, mempunyai kegunaan yang optimal bagi manusia, apabila perancangan memperhatikan sistem manusia-kursi. Artinya ukuran-ukuran dari kursi tersebut harus memperhatikan ukuran dari manusia yang akan memakai atau menggunakannya, dan bentuk atau tipe dari kursi tersebut harus memperhatikan tujuan pemakaiannya. Jadi untuk merancang sistem kerja yang baik kita harus menyeimbangkan fungsi manusia sebagai pihak yang aktif dengan fungsi obyek yang dibuat sebagai pihak yang pasif (Sutalaksana, 1979).

### **2.3. Pengertian Anthropometri**

Aspek-aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas kerja adalah merupakan suatu factor penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi, terutama dalam hal perancangan ruang dan fasilitas akomodasi. Pentingnya memperhatikan factor-faktor ergonomi dalam proses rancang bangun fasilitas saat ini adalah merupakan sesuatu yang tidak dapat ditunda lagi, hal tersebut tidak akan terlepas dari pembahasan mengenai ukuran anthropometri

tubuh operator maupun penerapan data–data anthropometrinya. (*Eko Nurmianto, 2004*).

Antropometri berasal dari kata “**antro**” yang artinya manusia dan “**metri**” yang berarti ukuran. Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan dimensi tubuh manusia. Menurut *Julius Panero* dan *Martin Zelnik, 2003* Antropometri adalah ilmu yang secara khusus mempelajari tentang pengukuran tubuh manusia untuk merumuskan perbedaan-perbedaan ukuran pada tiap individu atau kelompok. Adapun pengertian anthropometri menurut (*Setevenson dan Nurmianto, 1991*) adalah suatu kumpulan data numeric yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk, dan kekuatannya. Penerapan data antropometri ini adalah untuk penanganan masalah desain peralatan atau ruang kerja. Antropometri membicarakan ukuran tubuh manusia dan aspek-aspek mekanis gerakan manusia maupun postur dan gerakan-gerakan yang diketahui. Manusia pada dasarnya memiliki bentuk dan ukuran (tinggi, berat, lebar, dan sebagainya) yang berbeda satu dengan yang lainnya. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan–pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (desain) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

- a. Perancangan areal kerja (work station, interior mobil dan lain -lain).
- b. Perancangan peralatan kerja (mesin, perkakas, dan sebagainya).
- c. Perancangan produk- produk konsumtif (pakaian, kursi, meja dan lain - lain).

d. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoprasikanyan atau yang akan menggunakannya. Dalam kaitannya dengan hal ini maka perancang produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangan tersebut. Secara umum sekurang-kurangnya 90% - 95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakannya. Dalam kasus tertentu, sebagai contoh kursi mobil yang dirancang secara fleksibel dapat digerakkan maju mundur dan sudut sandaran dapat dirubah untuk menciptakan posisi yang nyaman. Rancangan produk yang dapat diatur secara fleksibel jelas akan memberikan kemungkinan lebih besar bahwa produk tersebut akan mampu dioperasikan oleh setiap orang, meskipun ukuran tubuh mereka (pemakai) akan berbeda-beda. Pada dasarnya peralatan kerja yang dibuat dengan mengambil referensi dimensi tubuh tertentu jarang sekali akan bisa mengakomodasikan seluruh ukuran tubuh dari populasi yang akan memakainya. Kemampuan penyesuaian suatu produk merupakan hal yang sangat penting dalam proses perancangannya, terutama untuk produk-produk yang berorientasi ekspor. (*Sritomo Wigjosoebroto, 1995*).

#### **2.4. Data Antrhopometri dan Cara Pengukurannya**

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Disini ada beberapa hal atau faktor yang dapat mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk

harus memperhatikan faktor–faktor tersebut yang antara lain adalah : (*Sritomo Wigjosoebroto, 1995*).

#### 1. Umur

Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur yaitu sejak awal kalahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahun. Dari suatu penelitian di Amerika yang dilakukan oleh *A.F.Roche* dan *G.H.Davila (1972)* diperoleh kesimpulan bahwa laki–laki akan tumbuh dan bertambah besar sampai dengan usia 21,1 tahun, sedangkan wanita 17,3 tahun, meskipun ada sekitar 10% yang masih terus berkembang tinggi sampai usia 23,5 tahun (laki-laki) dan 21,1 tahun (wanita). Setelah itu tidak akan terjadi lagi pertumbuhan, bahkan justru akan cenderung berubah menjadi penurunan ataupun penyusutan yang dimulai sekitar 40 tahun.

#### 2. Jenis kelamin (sex)

Dimensi ukuran laki–laki umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh tertentu seperti pinggul, dada dan sebagainya.

#### 3. Ras atau suku bangsa (ethnic)

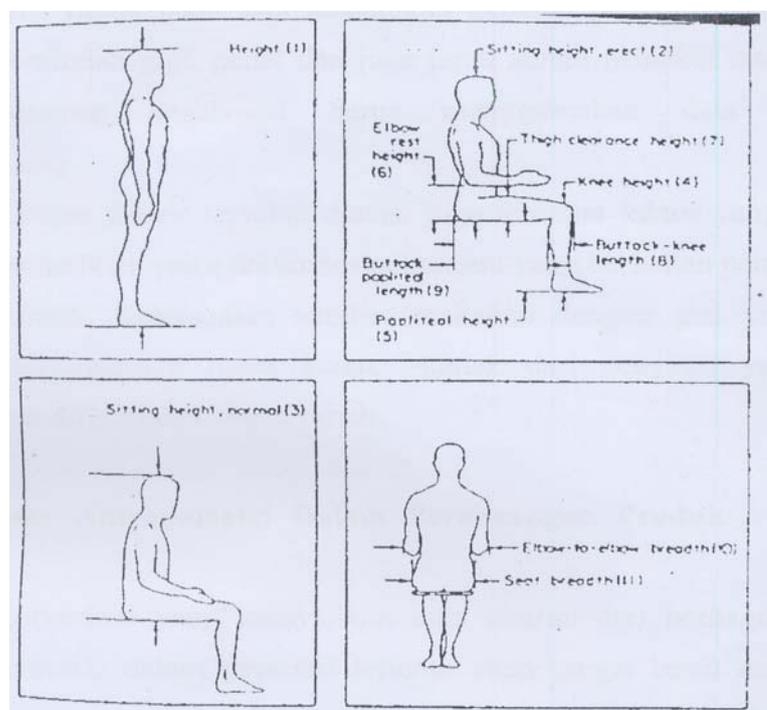
Setiap ras, suku bangsa atau ethnic akan memiliki karakteristik fisik yang berbeda–beda antara yang satu dengan yang lainnya.

#### 4. Posisi tubuh (posture)

Posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh, oleh karena itu posisi tubuh standar harus ditetapkan untuk survei pengukuran. Dalam kaitannya dengan posisi tubuh dikenal dua cara pengukuran yaitu :

a. Pengukuran dimensi struktur tubuh (*structure body dimensions*)

Dalam hal ini tubuh diukur dalam berbagai posisi standar dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna). Istilah lain dengan pengukuran tubuh semacam ini dikenal dengan *static antropometry*, dimensi tubuh yang diukur dari obyek diam (dimana posisi obyek tetap diam dan standar). Posisi standar dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu posisi standar duduk dan posisi standar berdiri, posisi duduk standart diukur pada permukaan yang horisontal dengan pandangan lurus kedepan. Bahu dalam keadaan rileks, dengan lengan atas vertikal dan lengan bawah horisontal dan kaki bawah vertikal. Posisi standar berdiri adalah obyek dalam keadaa berdiri dengan pandangan lurus kedepan, tangan tergantung kebawah dan bahu dalam posisi rileks.



Gambar 2.1. Pengukuran struktur dimensi tubuh

b. Pengukuran dimensi fungsional tubuh (*funcional body dimension*)

Pengukuran dilakukan terhadap posisi tubuh saat berfungsi melakukan gerakan–gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus disesuaikan. Hal pokok yang ditekankan dalam pengukuran dimensi fungsional tubuh ini adalah mendapatkan ukuran yang nantinya akan berkaitan erat dengan gerakan–gerakan nyata yang diperlukan tubuh untuk melakukan kegiatan–kegiatan tertentu. Berbeda dengan cara pengukuran yang pertama adalah *structural body dimensions* yang mengukur tubuh dalam posisi diam (posisi tetap atau statis), maka cara pengukuran kali ini dilakukan pada saat tubuh melakukan gerakan–gerakan kerja atau dalam posisi yang dinamis. Cara pengukuran semacam ini akan menghasilkan data *Dynamic Antropometry*.

Antropometri dalam posisi tubuh melaksanakan fungsinya yang dinamis akan banyak diaplikasikan dalam proses perancangan fasilitas atau ruang kerja. Sebagai contoh adalah perancangan kursi atau jok mobil dimana posisi tubuh pada saat melakukan gerakan pengoprasian kemudi, tangkai pemindah gigi, pedal dan juga jarak antara pemakai dengan atap mobil ataupun dashboard harus menggunakan data *dynamic Antropometry*.

## **2.5. Aplikasi Data Antrhopometri dalam Perancangan Produk/ Fasilitas Produk**

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk atau fasilitas kerja yang akan dibuat. Agar

rancangan suatu produk nantinya sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang mengoprasikannya, maka prinsip-prinsip yang harus diambil dalam aplikasi data antropometri tersebut adalah sebagai berikut : (*Sritomo Wigjosoebroto, 1995*).

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim

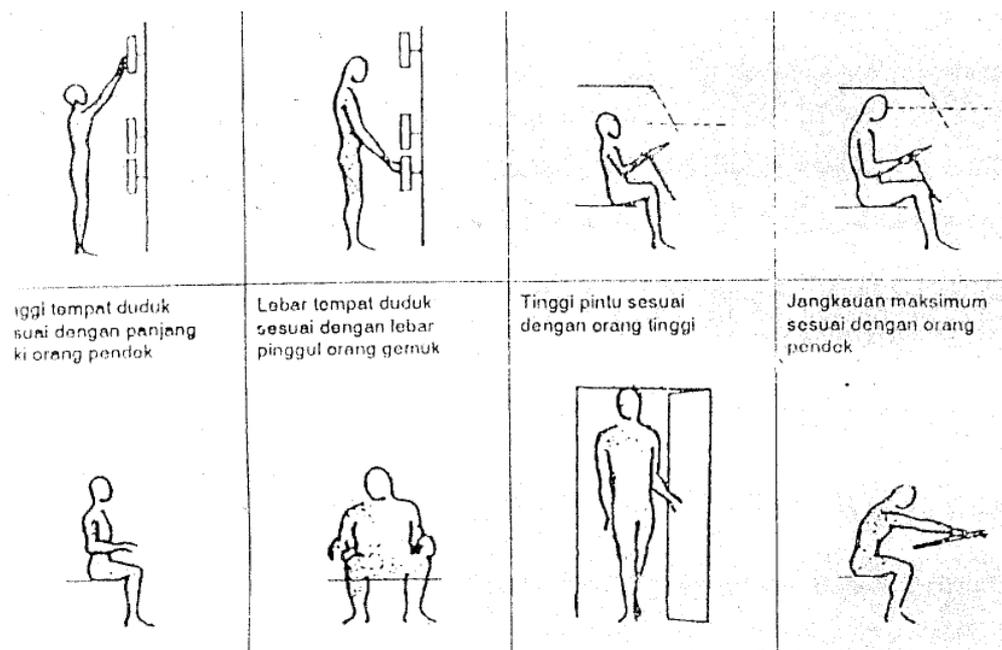
Rancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim ini dibuat agar dapat memenuhi dua sasaran produk, yaitu :

- a. Sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim dalam arti terlalu besar atau terlalu kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
- b. Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari ukuran yang ada).

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

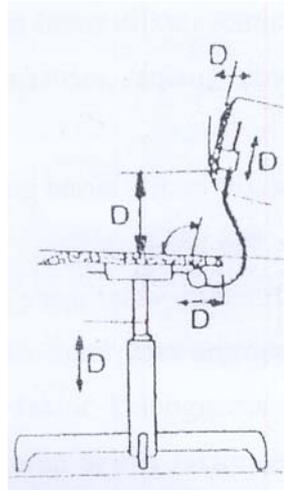
- a. Untuk dimensi minimum yang harus ditetapkan dari rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti 90-th, 95-th atau 99-th persentil. Contoh konkrit yaitu pada kasus penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi pintu darurat.
- b. Untuk dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah seperti 5 atau 10 persentil dari distribusi data antropometri yang ada. Hal ini ditetapkan sebagai contoh dalam penetapan jarak jangkauan dari suatu mekanisme kontrol yang harus dioperasikan oleh seorang pekerja.

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



Gambar 2.2. Pemakaian prinsip perancangan berdasarkan individu yang ekstrim.  
Sumber : Iftikar Satalaksana, 1997

- Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan antara rentang ukuran tertentu. Pada prinsip perancangan ini produk dapat dirubah-rubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap pemakainya yang memiliki berbagai ukuran tubuh yang berbeda. Contoh yang paling umum adalah rancangan kursi/ jok mobil yang mana dalam hal ini posisinya dapat digeser maju mundur dan sudut sandarannya dapat dirubah-rubah sesuai dengan posisi yang diinginkan oleh pemakainya. Dalam kaitanya untuk mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah rentang 5-th sampai dengan 95-th persentil.



Gambar 2.3. Pemakaian prinsip rancangan produk yang bisa disesuaikan.

Sumber : Iftikar Satalaksana, 1997

### 3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata

Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini adalah 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 diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa saran yang dapat diberikan sesuai dengan langkah-langkah seperti berikut :

- a. Pertama kali harus ditetapkan terlebih dahulu anggota tubuh mana 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 dimensions* atau *functional body dimensions*.

- c. Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan target utama pemakai rancangan tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai *market segmentation*, seperti produk mainan anak-anak, peralatan rumah tangga dan lain-lain.
- d. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti misalkan apakah rancangan tersebut untuk ukuran individu yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel atau rata-rata.
- e. Pilih prosentase populasi yang harus diikuti 90-th, 95-th, 99-th atau 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. Aplikasi data tersebut ditambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor tebalnya pakaian, penggunaan sarung tangan yang dikenakan operator dan lain-lain.

Untuk menjelaskan mengenai data antropometri yang bisa diaplikasikan dalam perancangan meja dan kursi, berikut akan dijabarkan mengenai berbagai macam ukuran antropometri yang akan diukur :

## 1. Posisi duduk samping

Tabel 2.1 Cara pengukuran posisi duduk samping

No	Data yang diukur	Cara pengukuran
1	Tinggi duduk tegak	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung kepala. Subjek duduk tegak dengan pandangan lurus kedepan dan lutut membentuk sudut siki-siku.
2	Tinggi duduk normal	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung kepala. Subjek duduk normal dengan pandangan lurus kedepan dan lutut membentuk sudut siki-siku.
3	Tinggi mata duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung mata bagian dalam. Subjek duduk tegak dan pandangan lurus kedepan.
4	Tinggi bahu duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung tulang bahu yang menonjol pada 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 disisi badan dan lengan bawah lurus kedepan.
6	Tinggi sandaran duduk	Subjek duduk tegak, ukur jarak vertical dari permukaan alas duduk sampai pucuk belikat bawah.
7	Tinggi pinggang	Subjek duduk tegak, ukur jarak vertical dari permukaan alas duduk sampai pinggang (diatas tulang pinggul).
8	Tebal perut	Subjek duduk tegak, ukur jarak samping dari belakang perut sampai kedepan perut.
9	Tebal paha	Subjek duduk tegak, ukur jarak dari permukaan alas duduk sampai kepermukaan alas pangkal paha.
10	Tinggi popliteal	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bagian bawah paha.

11	Pantat popliteal	Subjek duduk tegak ukur jarak horisontal 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 horisontal dari bagian terluar pantat sampai kelutut. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.

## 2. Posisi duduk menghadap kedepan

Tabel 2.2 Cara pengukuran posisi duduk menghadap ke depan

No	Data yang diukur	Cara pengukuran
1	Lebar bahu	Ukur jarak horisontal antara kedua lengan atas. Subjek duduk tegak dengan lengan atas merapat kebadan dan lengan bawah direntangkan ke depan.
2	Lebar pinggul	Subjek duduk tegak. Ukur jarak horisontal dari bagian terluar pinggul sisi kiri sampai bagian terluar pinggul sisi kanan.
3	Lebar sandaran duduk	Ukur jarak horisontal antara kedua tulang belikat. Subjek duduk tegak dengan lengan atas kebadan dan lengan bawah direntangkan kedepan.
4	Lebar pinggang	Subjek duduk tegak. Ukur jarak horisontal dari bagian terluar pinggang sisi kiri sampai bagian terluar pinggang sisi kanan.
5	Siku kesiku	Subjek duduk tegak. Subjek duduk tegak dengan lengan atas merapat kebadan dan lengan bawah direntangkan kedepan. Ukur jarak horisontal dari bagian terluar siku sisi kiri sampai bagian terluar siku sisi kanan.

## 3. Posisi berdiri dengan tangan lurus kedepan

Diukur horisontal dari bagian belakang punggung sampai ujung jari tengah, subjek berdiri dan tangan direntangkan lurus kedepan.

4. Posisi berdiri dengan kedua tangan direntangkan

Ukur jarak horisontal dari ujung jari terpanjang tangan kiri sampai ujung jari terpanjang tangan kanan. Subjek berdiri tegak dan kedua tangan direntangkan horisontal ke samping sejauh mungkin.

## **2.6. Pengukuran Yang Berkaitan Dengan Perancangan Meja dan Kursi**

Perancangan meja dan kursi yang baik, yaitu yang dapat digunakan oleh pemakainya dengan merasa nyaman, enak dan sehat. Banyak faktor dan sejumlah aspek yang harus diperhatikan dalam perancangannya agar meja dan kursi yang dirancang tersebut dapat sesuai dengan manusia sebagai penggunaanya atau pemakai. Perancangan meja dan kursi belajar yang baik adalah akan sangat mempengaruhi kenyamanan siswa–siswi selama melakukan atau mengikuti kegiatan belajar. Sejumlah prinsip yang diperlukan dalam melakukan perancangan meja dan kursi yang ergonomis antara lain adalah sebagai berikut :

### **a. Perancangan Meja**

Prinsip–prinsip perancangan meja yang ergonomis adalah seperti berikut :

1. Tinggi meja belajar

Tinggi meja belajar mempunyai fungsi menyangga berat tangan pada saat melakukan kegiatan belajar seperti menulis. Tinggi meja belajar yang tidak sesuai akan menyebabkan timbulnya rasa yang tidak nyaman (cepat lelah) pada saat melakukan kegiatan belajar. Oleh karena itu ukuran tinggi meja belajar harus benar–benar diperhatikan agar posisi tubuh pada saat melakukan kegiatan belajar benar-benar dalam kondisi yang nyaman,

adapun kriteria tinggi permukaan alas meja sebaiknya dibuat setinggi siku yang diukur dari permukaan alas duduk sampai siku (ujung lengan atas) dengan lengan atasnya vertikal sedangkan lengan bawahnya horisontal.

#### 2. Permukaan meja

Permukaan meja harus rata, permukaan meja yang tidak rata dapat menimbulkan gangguan dan rasa tidak nyaman. Saat melakukan aktifitas belajar.

#### 3. Lebar meja

Lebar meja disesuaikan dengan kebutuhan atau fungsinya. Untuk lebar meja belajar sebaiknya tidak melebihi jarak jangkauan tangan. Lebar meja belajar biasanya diukur dari pemakai ke arah depan.

#### 4. Panjang meja

Sama halnya dengan lebar meja yang disesuaikan dengan kebutuhan atau fungsinya, maka untuk panjang meja belajar kriterianya tidak melebihi jarak rentang tangan.

### **b. Perancangan Kursi**

Adapun prinsip-prinsip perancangan kursi yang ergonomis adalah sebagai berikut ini :

#### 1. Tinggi alas duduk

Tinggi alas duduk yang tidak sesuai akan berpengaruh buruk pada kenyamanan. Bila tinggi permukaan alas duduk dari lantai terlalu tinggi akan menyebabkan timbulnya hambatan dalam sirkulasi darah. Permukaan alas duduk yang tinggi juga akan menyebabkan telapak kaki tidak dapat menapak

kelantai dengan baik, sehingga akan mengurangi keseimbangan duduk. Dan apabila permukaan alas duduk terlalu rendah akan menyebabkan kaki terjulur kedepan, sehingga kaki cenderung menarik tubuh kedepan. Hal ini akan mengurangi kemampuan kaki untuk memberikan kestabilan pada tubuh. Secara antropometri, tinggi alas duduk yang baik dapat didekati oleh tinggi popliteal (jarak yang diperoleh dari permukaan lantai ke bagian paha tepat dibelakang lutut).

## 2. Panjang alas duduk

Panjang alas duduk sebagai salah satu ukuran penting lainnya yang memberikan peluang munculnya ketidaknyamanan. Apabila alas duduk terlalu panjang maka permukaan serta sisi depan kursi akan menekan daerah popliteal (dibelakang lutut). Hal ini akan menghambat aliran darah ke kaki, sehingga timbul iritasi dan ketidaknyamanan atau dapat juga menyebabkan terjadinya penggumpalan darah, sehingga akan mengakibatkan orang untuk mengubah posisi duduknya, misalkan seseorang duduk maju dengan menggeser pantat kedepan, akibatnya punggung tidak tersangga dengan baik, kestabilan tubuh berkurang dan diperlukan kerja otot untuk menjaga keseimbangan. Dapat diduga bahwa kelelahan, ketidaknyamanan serta rasa nyeri pada punggung akan mudah timbul.

Alas duduk yang terlalu pendek juga tidak baik, seseorang cenderung akan merasa cepat lelah. Oleh karena itu sebaiknya alas duduk tidak menekan bagian belakang lutut dan juga alas duduk tidak terlalu pendek sehingga mengakibatkan hilangnya keseimbangan. Dengan demikian pengukuran

pantat popliteal dapat merupakan ukuran yang sesuai untuk menentukan panjang alas duduk.

### 3. Lebar alas duduk

Lebar alas duduk berfungsi untuk memberikan penyangga pada pinggul dan badan bagian bawah. Alas duduk yang lebar tidak menimbulkan masalah. Kendala yang dihadapi adalah lebar alas duduk harus dibatasi sesuai dengan kebutuhan orang yang akan memakainya. Harus diperhatikan pula luas ruangan dimana tempat duduk tersebut digunakan. Lebar alas duduk dapat didekati dengan mengukur lebar pinggul yang diukur dari bagian terluar pinggul sisi kanan sampai bagian terluar pinggul sisi kiri.

### 4. Sandaran punggung

Sandaran punggung yang dirancang dengan baik, akan berpengaruh dalam meningkatkan kenyamanan. Bentuk sandaran yang baik harus disesuaikan dengan jenis kegunaannya. Kursi yang dirancang untuk kursi belajar, tinggi sandaran punggung diukur vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung tulang belikat bawah. Sedangkan untuk lebar sandarannya diukur secara horisontal antara kedua tulang belikat.

## 2.7. Persentil

Data antropometri jelas diperlukan agar supaya rancangan suatu produk bisa sesuai dengan orang yang akan memakai atau mengoprasikannya. Ukuran tubuh yang diperlukan pada hakikatnya tidak sulit diperoleh dari pengukuran secara individual, seperti halnya yang dijumpai untuk produk yang dibuat berdasarkan pesanan (*job order*). Situasi menjadi berubah apabila lebih banyak

lagi produk standard yang harus dibuat untuk dioperasikan oleh banyak orang. Permasalahan yang timbul disini adalah ukuran siapakah yang nantinya akan dipilih sebagai acuan untuk mewakili populasi yang ada ? mengingat ukuran individu akan bervariasi satu dengan populasi yang menjadi target sasaran produk tersebut.

Persoalan yang akan muncul dalam penetapan data antropometri akan terletak pada kemampuan kita dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti berikut ini :

- a) Seberapa besar sampel pengukuran yang kita ambil untuk penetapan data antropometri tersebut ?
- b) Haruskah setiap sampel dibatasi per kelompok (*segmentasi*) yang homogen ?
- c) Apakah sudah tersedia data antropometri untuk populasi tertentu yang nantinya akan menjadi target pemakai ?
- d) Bagaimana kita bisa memberikan toleransi perbedaan-perbedaan yang mungkin akan dijumpai dari data yang tersedia dengan populasi yang akan dihadapi ?

Suatu variasi ukuran sebenarnya akan lebih mudah diatasi apabila kita mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat “mampu suai” (*adjustable*) dengan suatu rentang ukuran tertentu. (Wigjosoebroto, 1995).

Untuk penetapan data antropometri yang ergonomis sebelumnya juga perlu dilakukan beberapa pengujian terhadap data antropometri yang telah diperoleh dari hasil penelitian. Pengujian yang dilakukan yaitu :

1. Uji keseragaman data

Uji keseragaman ini dilakukan terhadap harga rata-rata kelas dari data anthropometri yang telah diperoleh dari penelitian. Jika harga rata-rata tersebut berada diluar batas kontrol yang telah ditetapkan (lebih dari batas kontrol atas dan batas kontrol bawah), maka dapat dikatakan bahwa data anthropometri tersebut tidak seragam. Batas kontrol keseragaman data dapat diperoleh dari :

$$\text{Batas kontrol atas (BKA)} : \bar{x} + k \sigma_x \quad (1)$$

$$\text{Batas kontrol bawah (BKB)} : \bar{x} - k \sigma_x \quad (2)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (3)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (4)$$

Dimana :

$\bar{x}$  : Rata-rata hitungan dari sampel

$x_i$  : Hasil pengukuran ke-i

$N$  : Banyaknya sampel

$\sigma_x$  : Standar deviasi

$k$  : Harga indek yang besarnya tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil.

Untuk tingkat kepercayaan 68% harga  $k = 1$

Untuk tingkat kepercayaan 95% harga  $k = 2$

Untuk tingkat kepercayaan 99% harga  $k = 3$

## 2. Uji kecukupan data

Untuk pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diperoleh dalam penelitian tersebut sudah cukup atau belum. Kecukupan data yang diperlukan untuk tingkat ketelitian dan kepercayaan tertentu dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum xi^2) - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2 \quad (5)$$

Dimana :

$N'$  : Banyaknya data yang diperlukan

$x_i$  : Hasil pengukuran ke-i

$s$  : Tingkat ketelitian

$k$  : Harga indek yang besarnya tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil.

### 3. Uji kenormalan data

Distribusi normal adalah salah satu distribusi teoritis dari variabel random kontinu. Distribusi normal sering disebut *distribusi Gauss*, sesuai nama engembangnya, yaitu **Karl Gauss** pada abad ke-18, seorang ahli matematika dan astronomi. Dstribusi normal memiliki bentuk fungsi sebagai berikut :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (6)$$

Keterangan :

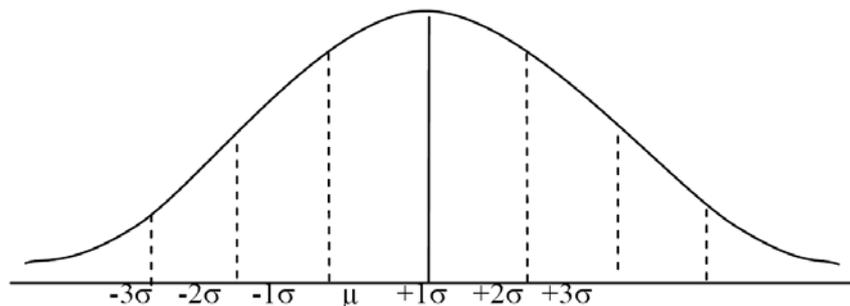
$\chi$  : nilai data

$\mu$  : rata - rata

- $\pi$  : 3,14  
 $e$  : 2,71828  $\approx$  2,8  
 $\sigma$  : simpangan baku

Distribusi normal merupakan distribusi yang simetris dan berbentuk genta atau lonceng. Pada bentuk tersebut ditunjukkan hubungan ordinat pada rata-rata dengan berbagai ordinat pada berbagai jarak simpangan baku yang diukur dari rata-rata.

Dalam bentuk diagram atau kurva (disebut kurva normal), distribusi normal digambarkan :



Gambar 2.4 Kurva terdistribusi normal

Kurva tersebut dipengaruhi oleh rata-rata ( $\mu$ ) dan simpangan baku ( $\sigma$ ). Jika rata-rata ( $\mu$ ) dan simpangan baku ( $\sigma$ ) besar maka kurvanya makin rendah (*platikurtik*). Jika rata-rata ( $\mu$ ) dan simpangan baku ( $\sigma$ ) kecil maka kurvanya makin tinggi (*leptokurtik*).

Dari bentuk kurva distribusi normal dapat diketahui sifat-sifat distribusi normal, yaitu sebagai berikut :

1. Bentuk distribusi normal adalah bentuk genta atau lonceng dengan satu pucuk (*unimodal*).
2. Rata-rata terletak ditengah-tengah.

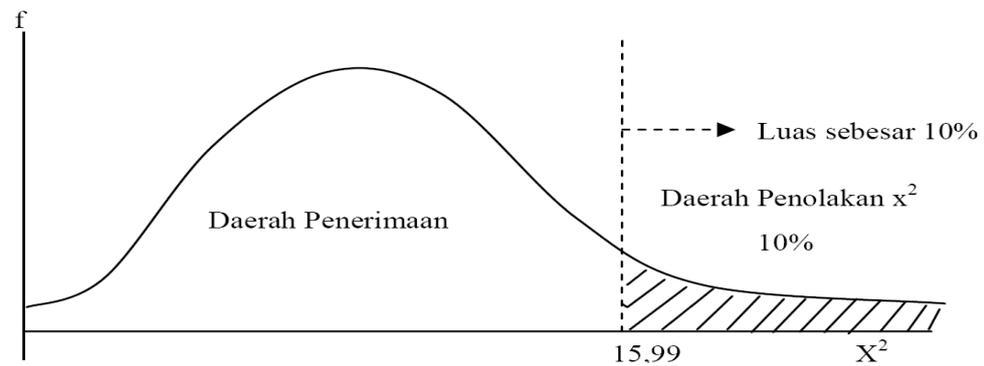
3. Nilai rata-rata sama dengan median sama dengan modus yang memberikan pola simetris.
4. Ujung-ujung sisi kurvanya sejajar dengan sumbu horizontal (sebab-x) dan tidak akan pernah memotong sumbu tersebut.
5. Data sebagian besar ada di tengah-tengah dan sebagian ada di tepi, yaitu :
  - a. jarak  $\pm 1\sigma$  menampung 68% atau 68,26% data.
  - b. jarak  $\pm 2\sigma$  menampung 95% atau 95,46% data.
  - c. jarak  $\pm 3\sigma$  menampung 99% atau 99,74% data.

Dalam distribusi normal ini digunakan distribusi *kai kuadrat* ( $X^2$ ).

Distribusi *kai kuadrat* ( $X^2$ ) dalam penggunaannya mempunyai beberapa kelebihan, yaitu :

1. Penggunaan pengujian terhadap persesuaian frekuensi hasil observasi dengan frekuensi teoritisnya yang disebut dengan *test of goodness of fit*.
2. Pengujian terhadap hubungan antar-variabel yang disebut dengan *test of independence*.
3. Pengujian terhadap homogenitas suatu variabel yang disebut dengan *test of homogeneity*.

Tabel *kai kuadrat* dapat dilihat pada lampiran 2. Menurut tabel tersebut apabila derajat kebebasan = 10 atau taraf nyata (*signifikan level*) =10%, maka akan diperoleh nilai  $X^2 = 15,99$ . Dalam bagan dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.5 Daerah penerimaan dan penolakan hipotesa pada distribusi  $X^2$  dengan taraf nyata 10% dan derajat kebebasan 10

Menurut diagram diatas hipotesa akan ditolak untuk semua nilai-nilai yang lebih besar dari 15,99, sedangkan untuk nilai-nilai kurang dari atau sama dengan 15,99 hipotesa diterima. Dalam pengujian kenormalan disini dibantu dengan SPSS yaitu dengan langkah- langkah sebagai berikut :

1. Membuka *software* SPSS
2. Membuka *Variabel View* dan mengisikan variabel-variabel yang akan dianalisa.
3. Membuka *Data View*, disini data dari tiap-tiap variabel satu persatu
4. Kemudian klik *Analys*, pilih Non parametrik, pilih Chi square, test variabel list (diisi data yang akan dianalisa satu persatu), options (deskriptif), continue, Ok.
5. Dari hasil output dapat dilihat jika nilai  $X^2$  hitung  $\leq X^2$  tabel maka hipotesa diterima atau data berdistribusi normal, begitu sebaliknya.

Pengujian data telah dilakukan dan data yang dikumpulkan dinyatakan berdistribusi normal, maka “persentil” dapat ditetapkan sesuai dengan tabel probabilitas distribusi normal. Persentil yang dimaksudkan disini adalah suatu

nilai yang menunjukkan prosentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut. Sebagai contoh persentil ke-95 akan menunjukkan 95% dari populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut, sedangkan persentil ke-5 akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Dalam anthropometri angka ke-95 akan menggambarkan ukuran manusia yang “terbesar” dan persentil ke-5 adalah sebaliknya yaitu menunjukkan ukuran “terkecil”.

Berdasarkan uraian diatas, maka kebanyakan data anthropometri disajikan dalam bentuk persentil. Untuk tujuan penelitian, sebuah populasi dibagi-bagi berdasarkan kategori-kategori dengan jumlah keseluruhan 100% dan diurutkan mulai dari populasi yang terkecil hingga yang terbesar berkaitan dengan beberapa pengukuran tubuh tertentu. Sebagai contoh, bila dikatakan persentil pertama dari suatu data pengukuran tinggi badan, maka pengertiannya adalah bahwa 99% dari populasi akan memiliki data pengukuran yang bernilai lebih besar dari 1% dari populasi yang telah disebutka. Contoh lainnya: bila dikatakan persentil ke-95 dari suatu data pengukuran tinggi badan, berarti bahwa hanya ada 5% data merupakan data tinggi badan yang bernilai lebih besar pada suatu populasi dan 95% merupakan data tinggi badan yang bernilai sama atau lebih rendah pada populasi tersebut.

Ada dua hal penting yang harus selalu diingat bila menggunakan persentil yaitu:

- a. Suatu persentil anthropometri dari tiap individu hanya berlaku untuk satu data dimensi tubuh saja. Hal ini dapat saja merupakan data tinggi badan atau tinggi duduk.
- b. Tidak dapat dikatakan seseorang memiliki persentil yang sama, ke-95 atau ke-90 atau ke-5, untuk keseluruhan dimensi tubuhnya.

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umumnya diaplikasikan dalam perhitungan data anthropometri dapat dijelaskan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Macam persentil dan cara perhitungan dalam distribusi Normal

Persentil	Perhitungan
1-st	$\bar{X} - 2.325 \sigma x$
2.5-th	$\bar{X} - 1.9 \sigma x$
5-th	$\bar{X} - 1.645 \sigma x$
10-th	$\bar{X} - 1.28 \sigma x$
50-th	$\bar{X}$
90-th	$\bar{X} + 1.28 \sigma x$
95-th	$\bar{X} + 1.645 \sigma x$
97.5-th	$\bar{X} + 1.9 \sigma x$
99-th	$\bar{X} + 2.325 \sigma x$