

## **BAB II**

### **Tinjauan Pustaka**

#### **2.1 Pengertian Produk**

Produk adalah suatu barang yang ditawarkan oleh produsen untuk kebutuhan dan permintaan kepada konsumen yang dihasilkan oleh proses produksi pada suatu organisasi atau perusahaan. Selain itu, produk juga bisa berupa jasa. Sebagai contoh : obat atau peralatan kesehatan sebagai kebutuhan medis untuk pelayanan kesehatan.

Tjiptono (2007: 103), menyatakan bahwa atribut produk adalah unsur-unsur produk yang dipandang penting oleh konsumen dan dijadikan dasar pengambilan keputusan pembelian. Atribut produk meliputi merek, kemasan, jaminan (garansi), pelayanan, dan sebagainya. Sedangkan Kotler dan Armstrong (2004: 347), menyatakan bahwa atribut produk adalah pengembangan suatu produk atau jasa melibatkan penentuan manfaat yang akan diberikan.

Dari pengertian diatas menunjukkan bahwa suatu produk memiliki atribut atau dimensi sebagai berikut : merek produk, kemasan produk, label produk dan kualitas produk. Dari beberapa atribut atau dimensi produk tersebut memberikan suatu pandangan bagi pelanggan terhadap reaksi pengambilan keputusan untuk membeli suatu produk.

Oleh karena itu diperlukan suatu rancangan dan pengembangan untuk membuat suatu produk yang memiliki atribut atau dimensi yang bagus agar memberikan pengaruh besar bagi pelanggan untuk membeli produk tersebut.

##### **2.1.1 Perancangan Produk**

Menurut Kristanto 2011, Perancangan dan pembuatan produk merupakan bagian yang sangat besar dari semua kegiatan teknik yang ada. Kegiatan perancangan dimulai dengan didapatkannya persepsi tentang kebutuhan manusia, kemudian disusul oleh penciptaan konsep produk, kemudian diakhiri dengan pembuatan dan pendistribusian produk. Keberadaan produk di dunia ditempuh melalui suatu tahap-tahap siklus kehidupan, yaitu:

1. Ditemukan kebutuhan produk
2. Perancangan dan pengembangan produk
3. Pembuatan dan pendistribusian produk
4. Pemanfaatan produk (pengoperasian dan perawatan produk)
5. Pemusnahan.

Di dalam perancangan produk juga diperlukan suatu desain atau inovasi yang mementingkan tiga unsur yang mendasari : fungsional, estetika dan ekonomi. Inovasi dan desain harus mempunyai kualitas dan fungsi yang baik bagi kebutuhan dan kepentingan masing-masing yang akan dicapai.

## 2.2 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu “Ergon” 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 atau perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah, dan tempat rekreasi. Di dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang ergonomi dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai “Human Factor”. Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli atau professional pada bidangnya masing-masing, misalnya seperti : ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk ergonomi, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi dan teknik ergonomi, (Kristanto, 2011).

## 2.3 Pengertian Antropometri

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 antropometri tubuh operator maupun penerapan data–data antropometrinya. (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 antropometri 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 mengoprasikanyaatau 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).

### **2.3.1 Data Antropometri 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*)

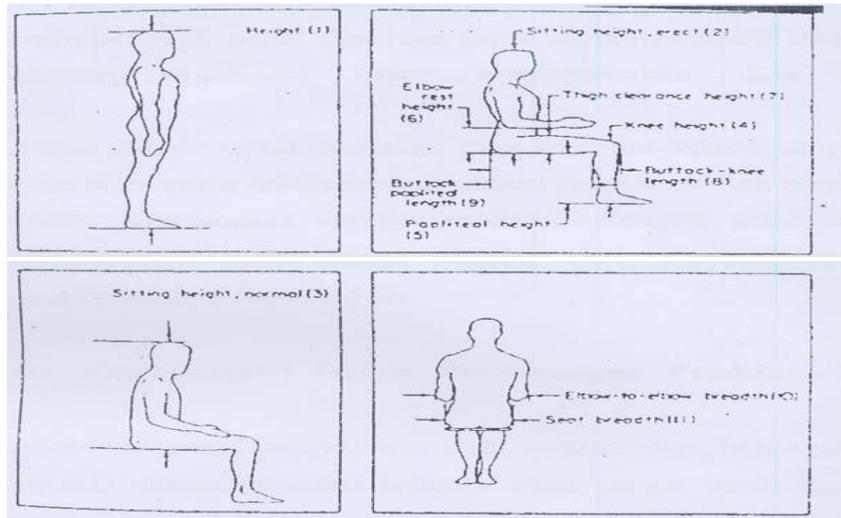
Setiap ras, suku bangsa atau ethnic akan memiliki karakteristik fisik yang berbeda-beda antara yang satu dengan yang lainnya.

### 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 keadaan 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 (*functional 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*.

## 2.4 Aplikasi Data Antropometri dalam Perancangan 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).

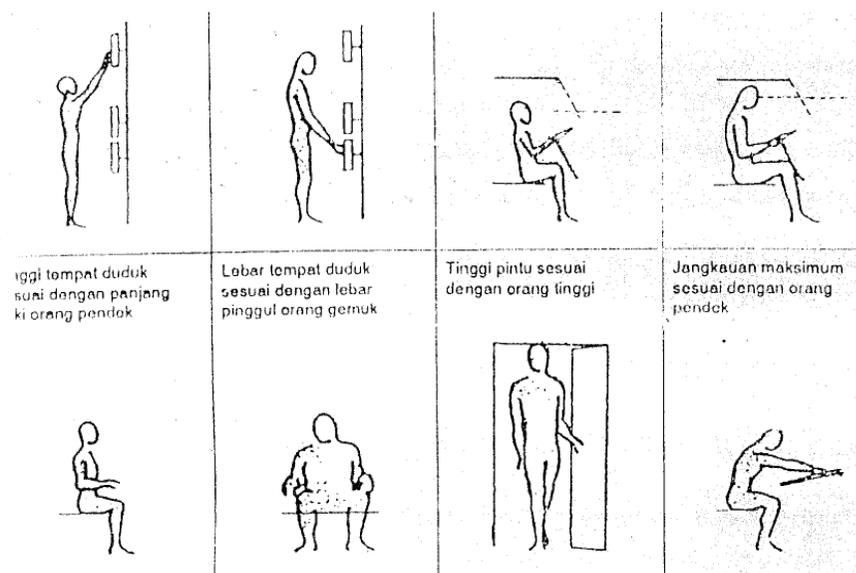
1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim  
Rancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim ini dibuat agar dapat memenuhi dua sasaran produk, yaitu :

- 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 :

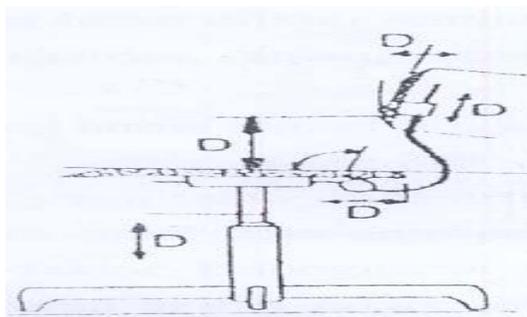
- a. Untuk dimensi minimum yang harus ditetapkan dari rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti 90-th, 95-th atau 99-th persentil. Contoh konkrit yaitu pada kasus penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi pintu darurat.
- b. Untuk dimensi maksimum yang harus 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 Pengukuran Struktur Dimensi Tubuh**

2. 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 Rancang Produk Yang Biasa disesuaikan.**  
Sumber : Iftikar Sutralaksana, 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 :

1. Pertama kali harus ditetapkan terlebih dahulu anggota tubuh mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
2. 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*.
3. 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.
4. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti misalkan apakah rancangan tersebut untuk ukuran individu yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel atau rata-rata.
5. Pilih prosentase populasi yang harus diikuti 90-th, 95-th, 99-th atau nilai persentil lain yang dikehendaki.
6. 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 posisi Duduk Samping**

No	Data yang diukur	Cara pengukuran
1	Tinggi duduk tegak	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujungkepala. Subjek duduk tegak dengan pandangan lurus kedepan lutut membentuk sudut siki-siku.
2	Tinggi duduk normal	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujungkepala. 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 ujungmata bagian dalam. Subjek duduk tegak dan pandangan lurus kedepan.
4	Tinggi bahu duduk	ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujungtulang bahu yang menonjol pada subjek duduk tegak.
5	Tinggi siku duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujungbawah siku kanan. Subjek duduk tegak dengan lengan atasvertikal disisi badan dan lengan bawah lurus kedepan.
6	Tinggi sandaran duduk	subjek duduk tegak, ukur jarak vertical dari permukaan alasduduk sampai pucuk belikat bawah.
7	Tinggi pinggang	Subjek duduk tegak, ukur jarak vertical dari permukaan alasduduk sampai pinggang (diatas tulang pinggul).
8	Tebal perut	Subjek duduk tegak, ukur jarak samping dari belakang perutsampai kedepan perut.
9	Tebal paha	Subjek duduk tegak, ukur jarak dari permukaan alasduduksampai 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 terluarpantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (popliteal). Paha dankaki bagian bawah membentuk sudut siki-siku.
12	Pantat ke lutut	Subjek duduk tegak ukur jarak horisontal dari bagian terluarpantat sampai kelutut. Paha dan kaki bagian bawah

No	Data yang diukur	Cara pengukuran
		membentuk sudut siku-siku.

## 2. Posisi duduk menghadap kedepan

**Tabel 2.1 Posisi Duduk Menhadap Depan**

No	Data yang diukur	Cara pengukuran
1	Lebar bahu	Ukur jarak horisontal antara kedua lengan atas. Subjek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.
2	Lebar pinggul	Subjek duduk tegak. Ukur jarak 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 ke badan 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.
	Siku kesiku	Subjek duduk tegak. Subjek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan 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.

## 2.5 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 pengguna 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 kearah 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 menopak 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.

## 2.6 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 anthropometri akan terletak pada kemampuan kita dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti berikut ini :

- a. Seberapa besar sampel pengukuran yang kita ambil untuk penetapan data anthropometri tersebut ?
- b. Haruskah setiap sampel dibatasi per kelompok (*segmentasi*) yang homogen ?
- c. Apakah sudah tersedia data anthropometri 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 di peroleh 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 antropometri tersebut tidak seragam. Batas kontrol keseragaman data dapat di peroleh dari :

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

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

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

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

Keterangan :

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

$x_i$  : Hasil pengukuran ke-i

$N$  : Banyaknya sampel

$\sigma$  : 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 :

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

Keterangan :

$N^?$  : banyaknya data yang dikumpulkan

$x_i$  : 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 dan variabel random kontinu. Distribusi normal sering disebut *distribusi Gauss*,

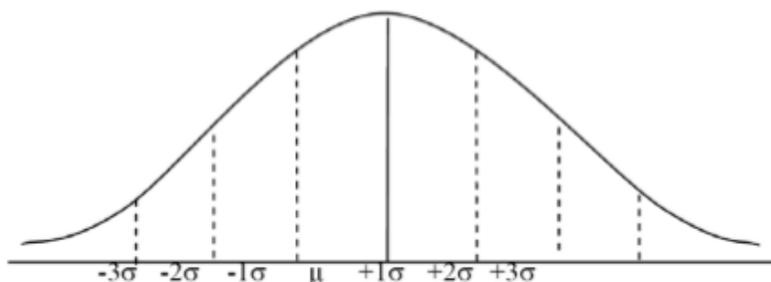
sesuai nama engembangnya, yaitu **Karl Gauss** pada abad ke-18, seorang ahli matematika dan astronomi. Distribusi normal memiliki bentuk fungsi sebagai berikut :

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

Keterangan	:
$X$	: 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 :

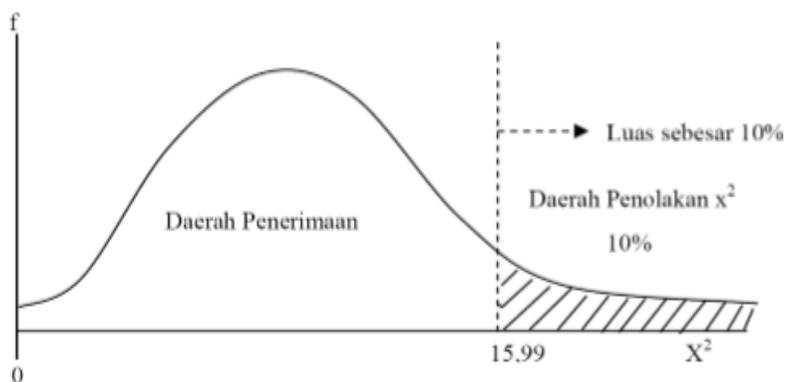
1. Bentuk distribusi normal adalah bentuk genta atau lonceng dengan satu pucuk (*unimodal*).
2. Rata-rata terletak ditengah-tengah.

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* ( $X^2$ ) *kuadrat* 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 di atas 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, testvariabel 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 persntil yaitu :

- a. Suatu persentil antropometri 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 antropometri dapat dijelaskan dalam tabel berikut ini :

**Tabel 2.2 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	$\bar{x} + 2.325 \sigma_x$

## 2.7 QFD (*Quality FunctionDeployment*)

### 2.7.1 Definisi *Quality FunctionDeployment*

Pada rancang bangun suatu produk industri, upaya yang harus dilakukan adalah penyesuaian interaksi antarmanusia sebagai pengguna dengan peralatan atau produk itu sendiri. Penjelasan tersebut dalam kaitannya dengan penggunaan ergonomi. Untuk melaksanakan hal-hal tersebut terdapat dua pendekatan yang dapat dijalankan yaitu dengan pendekatan konseptual artinya menerapkan upaya tersebut pada saat tahapan desain. Pendekatan yang kedua adalah dengan memanfaatkan prinsip-prinsip ergonomi tentang kemampuan gerakan-gerakan manusia pada saat pengoperasian. Dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pendekatan atau pemanfaatan ergonomi ini lebih banyak untuk menjembatani antara inovasi atau ide-ide desain yang lepas begitu saja dengan permintaan pasar yang ada (Tarwaka dan Lilik , 2004).

Keberhasilan suatu produk yang dikembangkan tergantung dari respon konsumen. Produk hasil pengembangan dikatakan sukses bila mendapat respon positif dari konsumen yang diikuti dengan keinginan dan tindakan untuk membeli produk. Mengidentifikasi kebutuhan konsumen merupakan fase yang paling awal dalam mengembangkan produk, karena tahap ini menentukan arah pengembangan produk (Ulrich dan Eppinger, 2001).

QFD (*quality function deployment*) adalah suatu proses dimana kebutuhan, keinginan dan nilai-nilai konsumen diterjemahkan ke dalam ketentuan-ketentuan teknis. QFD (*quality function deployment*) pertama kali dikembangkan di perusahaan Jepang pada tahun 1970 an. Salah seorang tokoh penemu metode ini adalah Dr. Yoji Akao (Smith, 2006). Kemudian metode ini diadopsi oleh Toyota. Pada tahun 1986 konsep metode ini dibawa ke Amerika Serikat oleh *Ford MotorCompany* dan *Xerox*. Semenjak itu metode QFD (*quality function deployment*) digunakan oleh perusahaan-perusahaan di Jepang, Amerika Serikat dan Eropa (Wasserman, 1993).

Berdasarkan definisinya QFD (*quality funtion deployment*) merupakan praktik untuk merancang suatu proses sebagai tanggapan terhadap kebutuhan pelanggan (*Voice of Customer*). QFD (*quality funtion deployment*) menerjemahkan apa yang dibutuhkan pelanggan menjadi apa yang dihasilkan perancang. Fokus utama dari QFD (*quality function deployment*) adalah melibatkan pelanggan pada proses pengembangan produk sedini mungkin. Filosofi yang mendasarinya adalah bahwa pelanggan tidak akan puas dengan suatu produk meskipun suatu produk yang telah dihasilkan dengan sempurna bila mana memang tidak menginginkan atau membutuhkannya. QFD (*quality function deployment*) memungkinkan organisasi untuk memprioritaskan kebutuhan pelanggan, menemukan tanggapan inovatif terhadap kebutuhan tersebut, dan memperbaiki proses hingga tercapai efektivitas maksimum. QFD (*quality function deployment*) juga merupakan praktik menuju perbaikan proses yang dapat memungkinkan organisasi untuk melampaui harapan pelanggan-pelanggannya.

Validitas dari metode QFD (*quality function deployment*) dapat dikatakan sudah teruji untuk menggambarkan apa yang menjadi keinginan penggunaterhap suatu produk. Selain itu dapat diintegrasikan dalam bidang ergonomi. Dimulai dengan analisis yang didalamnya terdapat ahli ergonomi yang nantinya akan mengintegrasikan kebutuhan pengguna dalam VOC (Smith, 2006).

### **2.7.2 Pengumpulan Data *Voice Of customer***

Tahap awal yang dilakukan dalam metode QFD (*quality function deployment*) adalah identifikasi kebutuhan pelanggan. Proses identifikasi kebutuhan pelanggan meliputi pengumpulan data mentah dari pelanggan, interpretasi data mentah menjadi kebutuhan pelanggan, membuat hierarki kebutuhan pelanggan, menetapkan kepentingan *relative* setiap kebutuhan.

Pada dasarnya langkah awal dari metode QFD adalah untuk mendapatkan apa yang menjadi kebutuhan dan keinginan pengguna terhadap suatu produk atau

jasa. Kebutuhan dan keinginan pengguna itulah yang disebut dengan *voice of customer*.

Menurut Ulrich dan Eppinger (2001), tujuan dari identifikasi kebutuhan pelanggan adalah meyakinkan bahwa produk telah difokuskan terhadap kebutuhan pelanggan, mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang tersembunyi dan tidak terucapkan (*eksplisit*), menjadi basis untuk menyusun spesifikasi produk, menjamin tidak ada kebutuhan pelanggan yang terlupakan.

Pengumpulan data yang dilakukan harus mencakup kontak langsung dengan pengguna. Menurut Ulrich dan Eppinger (2001), metode yang dapat digunakan antara lain:

- a. Wawancara: Satu atau beberapa orang tim pengembang berdiskusi mengenai kebutuhan dengan pelanggan. Wawancara biasanya dilakukan pada lingkungan pelanggan dan berlangsung sekitar satu sampai dua jam.
- b. Kelompok Fokus: Diskusi ini biasanya dilakukan dengan bantuan moderator. Pelanggan yang berjumlah delapan sampai duabelas orang ditempatkan pada suatu ruangan.

Observasi Produk Pada Saat Digunakan: Mengamati pelanggan menggunakan produk atau melakukan pekerjaan yang sesuai dengan tujuan produk tersebut diciptakan, dapat memberikan informasi kebutuhan pelanggan yang penting.

Dokumen hasil interaksi dengan pelanggan dapat berupa rekaman suara, catatan, rekaman video, foto. Wawancara dapat dilakukan secara berurutan dan dapat dihentikan ketika tidak ada lagi kebutuhan baru yang diperoleh dari tambahan wawancara (Ulrich dan Eppinger, 2001 ; Smith, 2006).

Setelah data kebutuhan dan keinginan pelanggan terkumpul, kemudian akan dilakukan penyebaran kuisioner untuk mengetahui tingkat kepentingan, penilaian dan harapan pelanggan terhadap berbagai macam atribut kebutuhan yang telah diperoleh sebelumnya. Kemudian akan dibuat karakteristik teknis untuk merespon suara konsumen. Karakteristik teknis ini sering disebut dengan *voice of engineering*. Langkah selanjutnya adalah mencari hubungan antara VOC dan VOE serta mencari bobot masing-masing kebutuhan.

### 2.7.3 Penyebaran Kuesioner

Kuesioner adalah salah satu alat pengumpul data yang merupakan alat komunikasi antara peneliti dengan responden, berupa daftar pertanyaan yang dibagikan oleh peneliti untuk diisi oleh responden, yang kemudian akan diubah dalam bentuk angka, analisa statistik, dan uraian serta kesimpulan hasil penelitian.

Dalam metode QFD, kuesioner digunakan untuk mengetahui tingkat kepentingan pengguna, tingkat penilaian pengguna dan tingkat harapan pengguna. Tingkat kepentingan pengguna adalah persepsi pengguna terhadap atribut-atribut dari suatu produk berdasarkan penting tidaknya atribut tersebut untuk perancangan. Untuk mengetahui tingkat kepentingan atribut, digunakan skala 1-5 dengan keterangan sebagai berikut:

- 1= Tidak Penting, artinya atribut suatu produk dianggap tidak penting dalam perancangan.
- 2= Kurang Penting, artinya atribut suatu produk dianggap kurang penting dalam perancangan.
- 3= Cukup Penting, artinya atribut suatu produk dianggap cukup penting dalam perancangan.
- 4= Penting, artinya atribut suatu produk dianggap penting dalam perancangan.
- 5= Sangat Penting, artinya atribut suatu produk dianggap penting dalam perancangan.

Selanjutnya adalah kuesioner tingkat penilaian pengguna. Tingkat penilaian pengguna adalah persepsi pengguna terhadap alat bantu duduk pesinden yang sudah ada berdasarkan kepuasan pengguna saat memakainya. Untuk mengetahui tingkat penilaian, digunakan skala 1-5 dengan keterangan sebagai berikut:

- 1 = Tidak Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap tidak bagus.
- 2 = Kurang Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap kurang bagus.
- 3 = Cukup Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap cukup bagus.
- 4 = Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap bagus.
- 5 = Sangat Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap sangat bagus.

Sedangkan kuesioner tingkat harapan pengguna adalah harapan pengguna terhadap alat bantu duduk pesinden. Untuk mengetahui tingkat harapan, digunakan skala 1-5 dengan keterangan sebagai berikut:

- 1 = Tidak Diinginkan, artinya suatu atribut tidak diinginkan dalam perancangan suatu produk.
- 2 = Kurang Diinginkan, artinya suatu atribut kurang diinginkan dalam perancangan suatu produk.

- 3 = Cukup Diinginkan, artinya suatu atribut cukup diinginkan dalam perancangan suatu produk.
- 4 = Diinginkan, artinya suatu atribut diinginkan dalam perancangan suatu produk.
- 5 = Sangat Diinginkan, artinya suatu atribut sangat diinginkan dalam perancangan suatu produk.

## 2.8 Pegolahan Data *House of Quality*(HOQ)

Struktur dasar *Quality Function Deployment* ini meliputi konstruksi dari satu atau lebih matrik yang kadangkala disebut dengan tabel-tabel kualitas. Bagian pertama dari matriks-matriks tersebut adalah yang disebut *House Of Quality* (HOQ), yang merupakan alat pokok yang digunakan di dalam *Quality Function Deployment*. *House Of Quality* adalah sebuah matriks yang menunjukkan hubungan antara kebutuhan-kebutuhan pengguna dan sifat-sifat rekayasa teknik. Dengan menggunakan alat ini, perusahaan akan mampu menyesuaikan kebutuhan para pelanggan dengan desain dan kendala-kendala fabrikasi.

Pengolahan data berupa pembuatan *House of Quality* (HOQ). Adapun tahap pembuatan HOQ adalah sebagai berikut:

1. Matrik perencanaan berisi informasi tingkat kepentingan kebutuhan pelanggan, *customersatisfaction performance*, tingkat harapan dan perhitungan GAP.
  - a. Tingkat kepentingan : menyatakan seberapa penting tiap kebutuhan bagi pelanggan. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$D \text{ Kepentingan} = \frac{\sum_{i=1}^n D \text{Kepentingan}}{n} \quad (2.1)$$

D Kepentingan = derajat kepentingan responden ke-i

### b. *Customer satisfaction performance*

Merupakan persepsi pelanggan terhadap seberapa baik produk yang ada saat ini dalam memuaskan pelanggan. Tingkat kepuasan di peroleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D \text{ kepuasan} = \frac{\sum_{i=1}^n D \text{Kepuasan}}{n} \quad (2.2)$$

D kepuasan = derajat kepuasan responden ke-i

n = jumlah responden

### c. Harapan Pengguna

Merupakan harapan pengguna terhadap produk yang akan dirancang berdasarkan atribut yang telah dibangun.

$$D \text{ harapan} = \frac{\sum_{i=1}^n DKepuasan}{n} \quad (2.3)$$

- d. GAP merupakan selisih nilai penilaian dengan harapan pengguna terhadap atribut suatu produk. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$GAP = \frac{\sum_{i=1}^n DKepuasan - \sum_{i=1}^n DKepuasan}{n} \quad (2.4)$$

2. Penentuan Karakteristik Teknis : langkah yang harus ditempuh oleh pihak perancangan untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan pelanggan.
3. Hubungan *What* dan *How*

Matrik hubungan *what* dan *how* merupakan matrik hubungan antar *voice of customer* dan karakteristik teknisnya. Hubungan tersebut menunjukkan seberapa jauh pengaruh respon teknis dalam menangani dan mengendalikan kebutuhan pengguna. Untuk mempermudah menggambarkan matrik maka digunakan simbol-simbol. Simbol-simbol tersebut adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.3 Hubungan Karakteristik *what* dan *how***

Simbol	Pengertian	Nialai Numerik
Kosong	Tidak ada hubungan	0
◆	Hubungan Lemah	1
*	Hubungan Sedang	3
●	Hubungan kuat	9

4. Hubungan antar karakteristik teknis :  
Matrik hubungan antar karakteristik teknis biasa disebut korelasi teknis. Matrik korelasi ini berfungsi untuk mengetahui sejauh mana atribut teknis yang satu mempengaruhi atribut teknis yang lain.

**Tabel 2.4 Hubungan karakteristik teknis**

Simbol	Pengertian
✓	Pengaruh positif sangat kuat
+	Pengaruh positif kuat
Kosong	Tidak ada pengaruh
-	Pengaruh negatif kuat
X	Pengaruh negatif sangat kuat

#### 5. Penentuan bobot karakteristik teknis

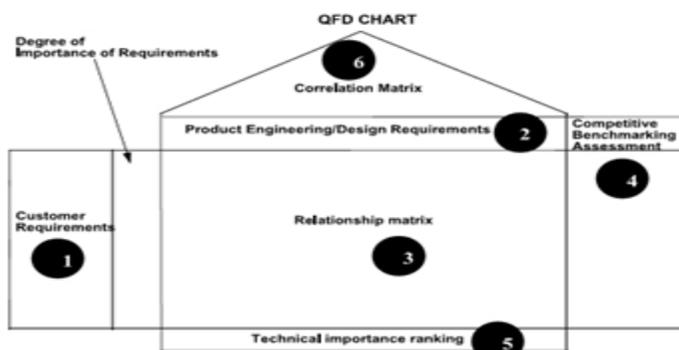
Nilai kepentingan teknik atau bobot teknik digunakan untuk mengetahui masing-masing atribut sehingga dapat diketahui atribut mana yang memiliki nilai. Perhitungan bobot karakteristik teknis dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Bt_i = \sum (Kt_i \times H_i) \quad (2.5)$$

$Bt_i$  = Bobot karakteristik teknis i.

$Kt_i$  = Tingkat kepentingan teknis yang memiliki korelasi dengan karakteristik teknis i.

$H_i$  = Nilai numerik korelasi antara kebutuhan konsumen (*what*) dengan karakteristik teknis i (*how*).

**Gambar 2.6 House of Quality**

Menurut Smith (2006) kelebihan dari metode QFD (*quality function deployment*) adalah dapat mengurangi waktu desain sebesar 40% dan biaya desain sebesar 60% secara bersamaan dengan di pertahankan dan tingkatannya kualitas desain. Selain itu ada beberapa manfaat yang dapat di peroleh dari QFD (*quality function deployment*) yaitu fokus pada pelanggan, efisiensi waktu, orientasi pada kerja sama tim, dan orientasi pada dokumentasi. Adapun manfaat dari metode QFD

(*quality function deployment*) adalah memutuskan rancangan produk dan jasa baru pada kebutuhan pelanggan, dan mengutamakan kegiatan-kegiatan desain dengan memastikan bahwa proses desain dipusatkan pada kebutuhan pelanggan yang paling berarti sehingga tidak memakan waktu yang lebih banyak bila dibandingkan dengan proses rancang ulang produk secara keseluruhan.

## **2.9 Analisis Kelayakan Finansial**

### **2.9.1 Aspek finansial**

Konsep *cost of capital* (biaya-biaya untuk menggunakan modal) dimaksudkan untuk menentukan berapa besar biaya riil dari masing-masing sumber dana yang dipakai dalam investasi. Aspek finansial merupakan suatu gambaran yang bertujuan untuk menilai kelayakan suatu usaha untuk dijalankan atau tidak dijalankan dengan melihat dari beberapa indikator yaitu keuntungan, *Break Event Point* (BEP) dan *Payback Period* (PP) yang dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Keuntungan suatu perusahaan didapatkan dari hasil penjualan produk setelah dikurangi dengan biaya-biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk memproduksi produk tersebut. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui besarnya keuntungan dari usaha yang dilakukan dan semakin besar keuntungan maka semakin baik.
2. *Payback Period* adalah suatu periode yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran investasi (*initial cash investment*) dengan menggunakan aliran kas, yang bertujuan untuk mengetahui seberapa lama modal yang telah ditanamkan dapat kembali dalam satuan waktu.
3. *Break Event Point* (BEP) Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sampai batas mana usaha yang dilakukan dapat memberikan keuntungan atau pada tingkat tidak rugi dan tidak untung. Estimasi ini digunakan dalam kaitannya antara pendapatan dan biaya

### **2.9.2 Aspek Kriteria Investasi**

(Menurut Umar , 2009) studi kelayakan terhadap aspek keuangan perlu menganalisis bagaimana prakiraan aliran kas akan terjadi. Beberapa kriteria investasi yang digunakan untuk menentukan diterima atau tidaknya sesuatu usulan usaha sebagai berikut :

1. *Net Present Value* (NPV) merupakan ukuran yang digunakan untuk mendapatkan hasil neto (net benefit) secara maksimal yang dapat dicapai dengan investasi modal atau pengorbanan sumber-sumber lain. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keuntungan yang diperoleh selama umur

- ekonomi proyek.
2. *Net Benefit/ Cost Ratio*, perbandingan antara *present value* dari net benefit positif dengan *present value* dari net benefit negatif. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui berapa besarnya keuntungan dibandingkan dengan pengeluaran selama umur ekonomis proyek. Proyek dinyatakan layak dilaksanakan jika nilai B/C Rasio yang diperoleh lebih besar atau sama dengan satu, dan merugi dan tidak layak dilakukan jika nilai B/C Rasio yang diperoleh lebih kecil dari satu.
  3. IRR (*Internal Rate of Return*) merupakan tingkat suku bunga yang dapat membuat besarnya nilai NPV dari suatu usaha sama dengan nol (0) atau yang dapat membuat nilai Net B/C Ratio sama dengan satu dalam jangka waktu tertentu.

## 2.10 Penelitian Terdahulu

Hasil berbagai penelitian terdahulu merupakan salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan. Oleh karena itu, penulis mengkaji beberapa penelitian yang memiliki topik yang sama seperti penelitian yang sedang dilakukan oleh penulis, yaitu analisis beban kerja. Berikut merupakan hasil penelitian terdahulu, yaitu beberapa jurnal yang terkait dengan penelitian saat ini.

**Tabel 2.5 Penelitian terdahulu**

Nama	Tahun	Judul	Objek	Metode Penelitian	Hasil
Satriadi, Denny Astrie Anggraini, Yulnedi Mitra	2017	Perancangan kursi kuliah yang ergonomis dengan pendekatan metode quality function deployment (QFD)	Kursi Kuliah	<i>Quality Deployment Function</i> (QFD)	Untuk rancangan kursi kuliah sesuai dengan kebutuhan mahasiswa yang ergonomis, meja kursi nyaman, sandaran yang empuk, memiliki tempat tas
Adhi Susatyo, Choirul	2016	Perancangan fasilitas kerja yang	<i>Printed circuit board</i>	<i>Quality function dployment</i>	Perancangan alat dengan memperhatikan

Nama	Tahun	Judul	Objek	Metode Penelitian	Hasil
Bariyah		ergonomis pada proses pelarutan <i>printed circuit board</i> (PCB) dengan menggunakan metode <i>Quality funtioin deployment</i>			posisi operator pada saat bekerja melarutkan printed circuit board dengan memperhatikan kebutuhan dengan keinginan pengguna alat, dapat menurunkan keluhan operator.
Parama Tirta Wulandari Wening Kusuma	2012	Analisis kelayakan finansial pengembangan usaha kecil menengah (UKM) nata de coco di sumedang jawa barat	Nata de coco	Analisis kelayakan finansial	Pengembangan usaha UKM Nata de Coco memiliki potensi ekonomi yang cukup bagus dan layak untuk dikembangkan, ditunjukkan dari perhitungan analisis kelayakan finansial. Selain memberi keuntungan bagi UKM, pengembangan usaha ini juga dapat meningkatkan kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan pasar.
Agung Santoso, Benedikta	2014	Perancangan Ulang Kursi Kuliah	Kursi	Antropometri	Kursi antropometri dapat digunakan oleh mahasiswa

Nama	Tahun	Judul	Objek	Metode Penelitian	Hasil
Anna, Annisa Purbasari.		Antropometri Untuk Memenuhi Standar Pengukuran			<p>untuk melakukan pengukuran 21 dimensi antropometri yang sesuai dengan standar pengukuran.</p> <p>Dengan ukuran panjang minimal adjustable tool Y adalah 57 cm, dengan posisi tinggi dari lantai = 37 cm. Dan untuk ukuran lebar minimal adjustable tool X = 70 cm, dengan posisi minimal sisi kanan = 25 cm dan posisi minimal sisi kanan = 46 cm</p> <p>2. Waktu pengukuran untuk 6 dimensi antropometri dengan menggunakan kursi rancangan baru didapatkan rata-rata waktu sebesar 4 menit 16 detik dengan efisiensi 76,87% dari kursi rancangan lama.</p>

Nama	Tahun	Judul	Objek	Metode Penelitian	Hasil
Rizal Roestendi	2018	Analisa kelayakan rancang bangun ulang kursi perkuliahan yang ergonomis	Kursi Kuliah	Re-desain alat dengan pendekatan QFD, Antropometri, Analisis Finansial	Membuat re-desain kursi kuliah yang ergonomis dengan pendekatan QFD, antropometri, Analisis Finansial