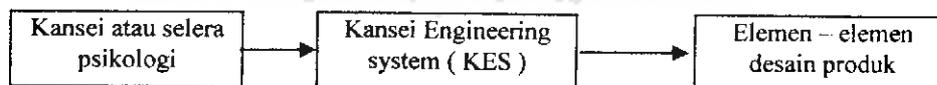


BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai kajian pustaka untuk mengetahui tentang dasar teori serta kajian-kajian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Kajian pustaka ini terdiri dari kajian deduktif dan dan kajian induktif. Kajian deduktif merupakan kajian dari teori-teori pengukuran kerja dan hasil-hasil penemuan yang telah dibukukan dan dipublikasikan. Sedangkan kajian induktif merupakan hasil penelitian sebelumnya yang telah dipublikasikan dalam bentuk jurnal atau dalam bentuk makalah. Hal ini dianggap berguna untuk mengetahui sejauh mana perkembangan penelitian mengenai desain produk.

2.1. Kajian Induktif dan Deduktif

Rekayasa kansei atau *Kansei Engineering* adalah teknologi yang menterjemahkan perasaan dan citra (*image*) pelanggan tentang suatu produk ke dalam elemen-elemen desain atau dengan bahasa lain adalah teknologi yang berorientasi pada pelanggan untuk pengembangan produk dengan berbasis pada Ergonomika dan ilmu komputer (Nagamachi, 1995). Penterjemahan dari perasaan (selera) pelanggan (dalam bahasa Jepang disebut *Kansei*) dari produk ke elemen-elemen desain dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1. Proses dari Sistem Rekayasa Kansei
(Nagamachi, 1995)**

Kansei Engineering bertujuan memproduksi produk baru berdasarkan pada perasaan dan permintaan pelanggan. Terdapat 4 item berkaitan dengan teknologi ini, yaitu :

- a. Memahami perasaan pelanggan tentang produk tersebut melalui pendekatan ergonomis dan psikologis.
- b. Bagaimana cara mengidentifikasi karakteristik-karakteristik desain dari *kansei* pelanggan.
- c. Bagaimana membangun *Kansei Engineering* sebagai sebuah teknologi ergonomi.
- d. Bagaimana menyesuaikan desain produk terhadap perubahan masyarakat terkini terhadap trend preferensi masyarakat.

Sehubungan dengan item pertama, digunakan *Semantic Differentials* (SD) yang dikembangkan oleh Osgood dkk sebagai teknik utama untuk menangkap *kansei* (perasaan atau preferensi) pelanggan. Dalam *Kansei Engineering* dikumpulkan kata-kata yang mewakili perasaan pelanggan kemudian diseleksi untuk mengambil kata yang paling relevan. Berkaitan dengan item kedua, yang dilakukan adalah mengadakan suatu survei atau suatu eksperimen untuk mencari hubungan antara kata-kata *kansei* dan elemen-elemen desain. Untuk item ketiga, dipergunakan komputer tingkat lanjut untuk mengembangkan sistematis kerangka kerja dari teknologi Rekayasa *Kansei*.

2.2. Perancangan Atau Desain

Desain adalah kegiatan pemecahan masalah dengan inovasi teknologi yang bertujuan untuk mencari solusi yang terbaik dengan cara memformulasikan terlebih dahulu gagasan inovatif tersebut kedalam suatu model dan kemudian menganalisa kenyataan secara kreatif.

Secara implisit implikasi ergonomi akan tampak pada desain tersebut selama bertujuan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi oleh konsumen. Dalam membuat suatu desain juga memprasyaratkan kenyamanan dalam pemakaiannya, dan ini hanya dipakai apabila ingin mengetahui rentang dan batas ambang kenyamanan manusia.

Bagaimana cara menentukan pertimbangan ergonomis dapat ditentukan dengan :

- a. Desain produk sifatnya konseptual berhubungan dengan perbedaan selera konsumen. Desain juga mengikuti selera tersebut menurut segmennya.
- b. Mengingat prinsip ekonomi, kesuksesan produk ditentukan oleh seberapa jauh jangkauan populasinya maka setiap desain berupaya mencapai jangkauan populasi tersebut seluas-luas nya. Permasalahan ergonomi yang timbul adalah bagaimana produk tersebut tetap efisien meskipun digunakan oleh konsumen yang heterogen.

Permasalahan lain dalam desain produk adalah bagaimana mencapai totalitas bentuk yang estetis di satu sisi akan tetapi tetap ergonomis di sisi yang lain.

2.3. Ergonomi

Ergonomi atau *ergonomics* sebenarnya berasal dari kata Yunani yaitu *Ergo* yang berarti kerja dan *Nomos* yang berarti hukum. Dengan demikian ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. Pada prinsipnya disiplin ergonomi akan mempelajari apa akibat-akibat jasmani, kejiwaan dan sosial dari teknologi dan produk-produknya terhadap manusia. Karena yang dipelajari adalah akibat-akibat (dampak) dari teknologi dan produk-produknya, maka pengetahuan yang khusus dipelajari akan berkaitan dengan teknologi seperti Biomekanika, Antropometri, Teknologi Produksi, Lingkungan fisik dan lain-lain. Maksud dan tujuan dari disiplin ergonomi adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk-produknya, sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia-mesin (teknologi) yang optimal. Dengan demikian disiplin ergonomi melihat permasalahan interaksi tersebut sebagai suatu sistem dengan pemecahan-pemecahan masalahnya melalui proses pendekatan sistem pula.

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktifitas rancang bangun atau rancang ulang. Disamping itu ergonomi juga memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kenyamanan kerja seperti desain sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri pada sistem kerangka dan otot manusia serta didapat optimasi, efisiensi dan hilangnya resiko kesehatan akibat metode yang kurang tepat.

Dari uraian diatas maka dapat ditarik beberapa pokok-pokok kesimpulan mengenai disiplin ergonomi, yaitu sebagai berikut :

- a. Fokus perhatian dari ergonomi adalah berkaitan erat dengan aspek-aspek didalam perencanaan 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, efektivitas dan produktifitas kerja, serta dapat menciptakan sistem serta lingkungan kerja yang cocok, aman, nyaman dan sehat.
- b. Pendekatan ergonomi akan mampu meningkatkan fungsional efektivitas dan kenikmatan-kenikmatan pemakai dari peralatan, fasilitas atau lingkungan kerja yang dirancang.
- c. Maksud dan tujuan utama dari pendekatan disiplin ergonomi diarahkan pada upaya memperbaiki performa kerja manusia seperti menambah kecepatan kerja, *accuracy*, keselamatan kerja disamping untuk mengurangi energi kerja yang berlebihan serta mengurangi datangnya kelelahan yang terlalu cepat. Disamping itu, disiplin ergonomi diharapkan pula mampu memperbaiki pendayagunaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan oleh kesalahan manusia (*human errors*).
- d. Pendekatan khusus yang ada dalam disiplin ergonomi ialah aplikasi yang sistematis dari segala informasi yang relevan yang berkaitan dengan karakteristik

dan perilaku manusia di dalam perancangan peralatan, fasilitas dan lingkungan kerja yang dipakai. Untuk ini analisis dan penelitian ergonomi akan meliputi hal-hal yang berkaitan dengan :

- Anatomi (struktur), fisiologi (bekerjanya) dan antropometri (ukuran) tubuh manusia.
- Psikologi yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.
- Kondisi-kondisi kerja yang dapat mencederai baik dalam waktu yang pendek maupun panjang ataupun membuat celaka manusia; dan sebaliknya ialah kondisi-kondisi kerja yang dapat membuat nyaman kerja manusia.

2.4. Antropometri

Istilah Antropometri berasal dari "*anthro*" yang berarti manusia dan "*metri*" yang berarti ukuran. Antropometri ialah pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan (design) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Antropometri dengan pengukuran dimensi dan ketentuan lain karakteristik fisik tubuh manusia seperti volume, properti inersia dan segmen tubuh. Antropometri dibagi atas dua bagian, yaitu (Wignjosoebroto, 1995) :

- Antropometri statis, pengukuran dilakukan pada tubuh manusia yang berada pada posisi diam.
- Antropometri dinamis, dimana dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang sedang bergerak, sehingga lebih kompleks dan lebih sulit diukur.

Data Antropometri dapat digunakan sebagai alat untuk perancangan peralatan. Mengingat bahwa keadaan dan ciri fisik dipengaruhi oleh banyak faktor sehingga berbeda satu dengan yang lainnya. Tiga prinsip dalam pemakaian data antropometri tersebut yaitu (Sutalaksana, 1979) :

a. Perancangan fasilitas berdasarkan individu yang ekstrim

Prinsip ini memungkinkan fasilitas yang dirancang dapat dipakai dengan nyaman oleh sebagian besar orang (minimal 95 % dari pemakai dapat menggunakannya).

b. Perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan

Prinsip ini digunakan untuk merancang suatu fasilitas agar fasilitas tersebut bisa digunakan dengan nyaman oleh semua yang mungkin memerlukannya .

c. Perancangan fasilitas berdasarkan harga rata-rata para pemakainya .

Prinsip ini hanya digunakan apabila perancangan berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin dilaksanakan dan tidak layak jika kita menggunakan prinsip perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan.

2.4.1. Data Antrophometri Dan Cara Pengukurannya

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Disini ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk harus memperhatikan faktor-faktor tersebut yang antara lain adalah :

- a. Umur. Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar. Seiring dengan bertambahnya umur yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahunan.
- b. Jenis kelamin (*sex*). Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh tertentu.
- c. Suku Bangsa (*ethnic*). Setiap suku bangsa ataupun kelompok ethnic akan memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan yang lainnya.
- d. Posisi tubuh (*posture*). Sikap (*posture*) ataupun posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus diterapkan untuk survey pengukuran. Dalam kaitannya dengan posisi tubuh dikenal 2 cara pengukuran yaitu :

- Pengukuran dimensi struktur tubuh (*struktural body dimension*).

Disini tubuh diukur dalam berbagai posisi standard dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna). Istilah lain dari pengukuran tubuh dengan cara ini dikenal dengan "*static anthropometry*". Dimensi tubuh yang diukur dengan posisi tetap antara lain meliputi berat badan, tinggi tubuh dalam posisi berdiri maupun duduk, ukuran kepala, tinggi lutut pada saat berdiri dan duduk, panjang lengan dan sebagainya. Ukuran dalam hal ini diambil dengan persentil tertentu seperti 5-th, 50-th dan 95-th persentil.

- Pengukuran dimensi fungsional tubuh (*functional body dimension*).

Disini pengukuran dilakukan terhadap posisi tubuh pada saat berfungsi melakukan gerakan-gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus diselesaikan. Hal pokok yang ditekankan dalam pengukuran dimensi fungsional tubuh ini adalah mendapatkan ukuran tubuh yang nantinya akan berkaitan erat dengan gerakan-gerakan nyata yang diperlukan tubuh untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan tertentu. Berbeda dengan cara pengukuran yang pertama, maka pengukuran kali ini dilakukan pada saat tubuh melakukan gerakan-gerakan kerja atau dalam posisi yang dinamis. Cara pengukuran semacam ini akan menghasilkan data "*dynamic anthropometry*". Antrophometri dalam posisi tubuh melaksanakan fungsinya yang dinamis akan banyak diaplikasikan dalam proses perancangan fasilitas ataupun ruang kerja.

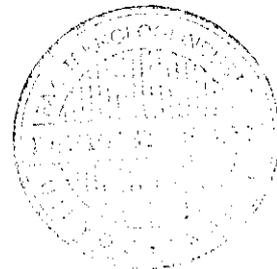
Sekalipun segmentasi dari populasi yang ingin dituju dari rancangan suatu produk selalu berhasil diidentifikasi sebaik-baiknya berdasarkan faktor-faktor seperti yang telah diuraikan. Namun adanya variasi ukuran bukan tidak mungkin bisa tetap dijumpai. Permasalahan variasi ukuran sebenarnya akan mudah diatasi dengan cara merancang produk yang "mampu suai" (*adjustable*) dalam suatu rentang dimensi ukuran pemakainya.

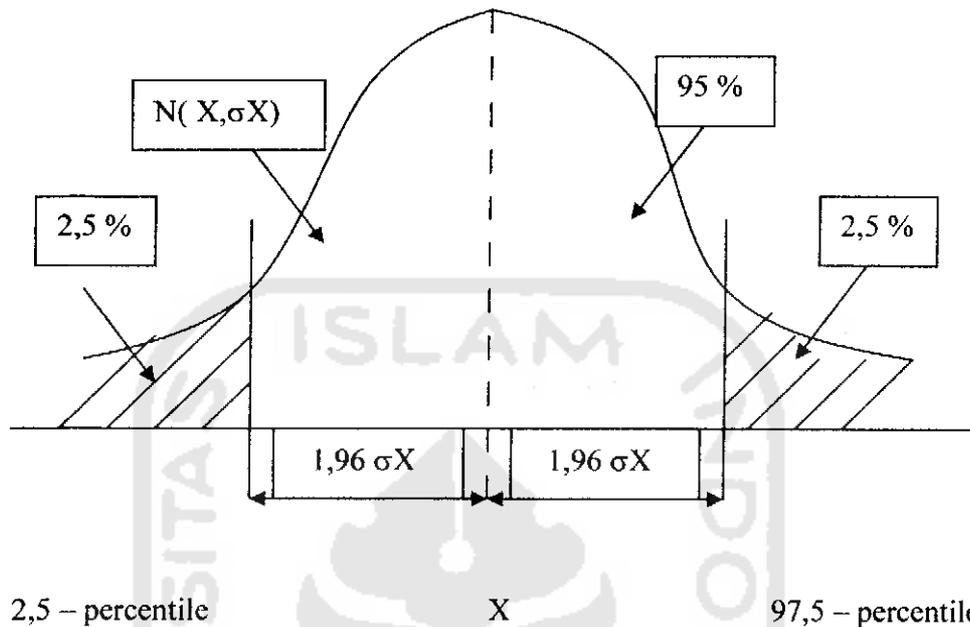
2.4.2. Aplikasi Distribusi Normal Dalam Data Antropometri

Dalam antropometri jelas diperlukan agar rancangan suatu produk bisa sesuai dengan orang yang akan mengoperasikannya. Ukuran tubuh yang diperlukan pada hakekatnya tidak sulit diperoleh secara individu. Situasi akan berubah manakala lebih banyak produk standar yang harus dioperasikan oleh banyak orang. Permasalahan yang timbul disini adalah ukuran siapa yang nantinya akan dipilih sebagai suatu acuan untuk mewakili populasi yang ada mengingat ukuran individu akan bervariasi yang menjadi target produk tersebut. Persoalan yang akan muncul dalam penetapan data antropometri adalah terletak pada kemampuan dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut :

- a. Seberapa besar sampel pengukuran yang akan diambil untuk menerapkan data antropometri tersebut ?
- b. Haruskah setiap sampel dibatasi perkelompok yang homogen ?
- c. Apakah sudah tersedia data antropometri untuk populasi tertentu yang nantinya akan menjadi target pemakai ?
- d. Bagaimana memberikan toleransi perbedaan yang mungkin akan dijumpai dari data yang tersedia dengan populasi yang akan dihadapi ?

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya problem adanya variasi ukuran sebenarnya akan lebih mudah diatasi bilamana kita mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat “mampu suai” (*adjustable*) dengan suatu ukuran rentang tertentu.





Gambar 2.2. Distribusi Normal dengan Data Antropometri 95-th Percentile

Untuk penetapan data antropometri ini, dipakai distribusi normal. Dalam statistik distribusi normal tersebut dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata dan simpangan standar dari data yang ada sehingga persentil dapat ditetapkan sesuai dengan tabel probabilitas distribusi normal dengan persentil, maka yang dimaksud disini adalah suatu nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran atau nilai dibawah nilai tersebut. Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum di aplikasikan dalam perhitungan data antropometri dapat dijelaskan dalam tabel 2.1. (Nurmianto. Eko, 1996).

Tabel 2.1. Macam Persentil Dan Cara Perhitungan Dalam Distribusi Normal

Persentil	Perhitungan
1-St	$\bar{X} - 2.325 \sigma_x$
2,5 th	$\bar{X} - 1.96 \sigma_x$
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	$\bar{X} + 1.96 \sigma_x$
99-th	$\bar{X} + 2.325 \sigma_x$

2.4.3. 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 ataupun fasilitas kerja akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka prinsip-prinsip apa yang harus diambil di dalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut ini :

a. Prinsip Perancangan Produk Bagi Individu Dengan Ukuran Yang Ekstrim

Disini rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 (dua) sasaran produk, yaitu :

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

- Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).

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

- Untuk dimensi minimum yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar seperti 90-th, 95-th atau 99-th persentile.
- Untuk dimensi maksimum yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah (1-th, 5-th, 10-th persentil) dari distribusi data antropometri yang ada.

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

b. Prinsip Perancangan Produk Yang Bisa Dioperasikan Diantara Rentang Ukuran Tertentu.

Disini rancangan bisa dirubah-rubah ukurannya sehingga cukup fleksible dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai ukuran tubuh. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang *fleksible* semacam ini maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah dalam rentang nilai 5-th dan 95-th persentil.

c. 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 justru sedikit sekali mereka

yang berada dalam ukuran rata-rata. Disini produk dirancang dan dibuat untuk mereka yang berukuran rata-rata.

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

- Menentukan dimensi tubuh mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
- Menentukan dimensi tubuh mana yang terpenting dalam proses perancangan tersebut untuk memperjelas rancangan produk mengenai data antropometri untuk bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan maka gambar informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur.
- Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan tersebut untuk ukuran individu yang ekstrim, rentang ukuran fleksible atau ukuran rata-rata.
- Pilih prosentase populasi yang diikuti 90-th, 95-th, 99-th atau menggunakan persentil yang dikehendaki.
- Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi selanjutnya ditetapkan nilai ukuran yang sesuai. Jika diperlukan dapat ditambahkan faktor kelonggaran (*Allowence*).

Beberapa pengolahan data yang harus dilakukan pada data antropometri adalah :

1. Kecukupan data

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

Tingkat kepercayaan = 95%, sehingga $k = 1,96$

S = derajat ketelitian

Apabila $N' < N$, maka data dinyatakan cukup.

2. Keseragaman data

$$BKA / BKB = \bar{X} + k \sigma$$

σ = standard deviasi

3. Percentile

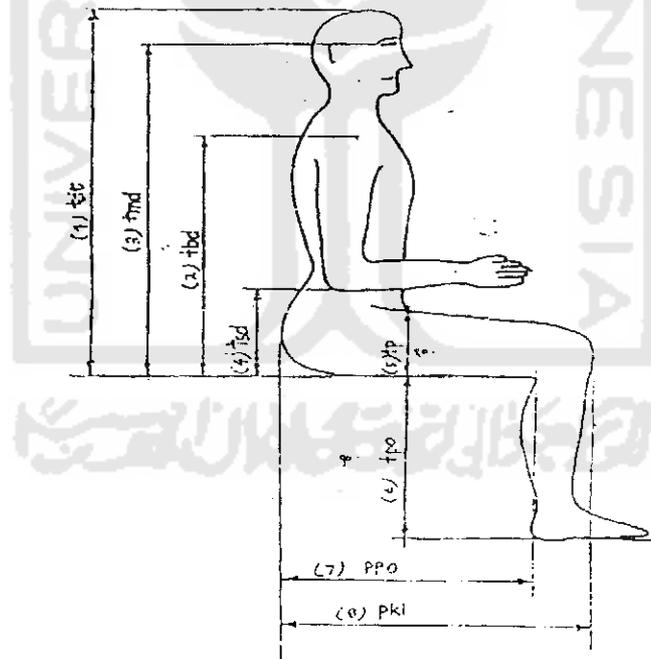
Pada umumnya persentil yang digunakan adalah :

$$P_5 = \bar{X} - 1,645\sigma$$

$$P_{50} = \bar{X}$$

$$P_{90} = \bar{X} + 1,645\sigma$$

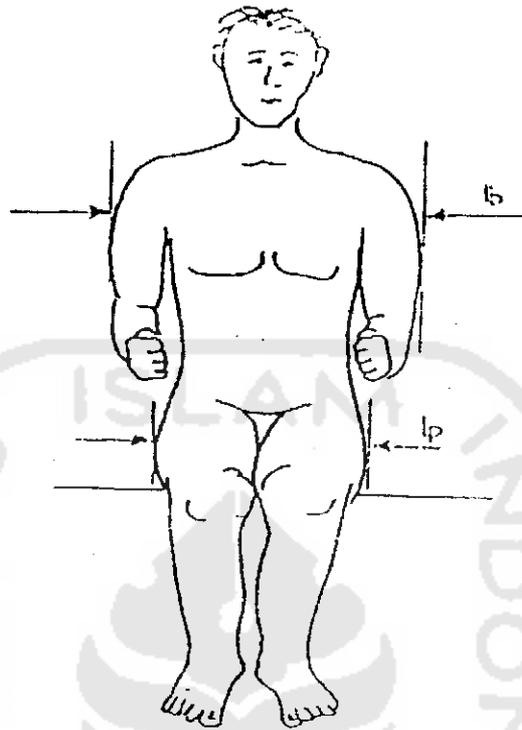
2.4.4. Pedoman Pengukuran Data Antropometri



Gambar 2.3. Posisi duduk menghadap samping

Tabel 2.2. Pedoman Pengukuran Data Antropometri

Data yang diukur	Cara Pengukuran
Tinggi duduk tegak (tdt)	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas sampai ujung atas kepala. Subyek duduk tegang dengan mata memandang lurus kedepan dan membentuk sudut siku-siku.
Tinggi bahu duduk (tbd)	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas sampai ujung tulang bahu yang menonjol pada saat subyek duduk
Tinggi mata duduk (tmd)	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai mata pada saat subyek duduk tegak
Tinggi siku duduk (tsd)	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung bawah siku kanan, subyek dalam posisi duduk dengan lengan keatas vertikal disisi badan dan lengan atas membentuk sudut siku-siku dengan lengan bawah
Tebal paha (tp)	Subyek duduk tegak, ukur dari permukaan sampai ke atas paha.
Tinggi popliteal (tpo)	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai ke bagian bawah paha.
Pantat popliteal (ppo)	Ukur jarak horisontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.



Gambar 2.4. Posisi duduk menghadap depan

Lanjutan Tabel 2.2. Pedoman Pengukuran Data Antropometri

Data yang di ukur	Cara pengukuran
Lebar pinggul (lp)	Subyek duduk tegak, ukur jarak horisontal dari jarak terluar pinggul sisi kanan.
Lebar bahu (lb)	Ukur jarak horisontal antara kedua lengan atas, subyek duduk tegak dengan lengan atas merapat kebadan dan lengan bawah direntangkan ke depan.

2.5. Analisa Regresi

Metode analisis yang telah dibicarakan hingga sekarang adalah mengenai analisis terhadap data yang terjadi karena “pengaruh” sebuah karakteristik atau atribut (jika data itu kualitatif) dan karena “pengaruh” sebuah variable, diskrit ataupun kontinyu (jika data itu kuantitatif). Tetapi, sebagaimana disadari, banyak persoalan atau fenomena yang meliputi lebih dari sebuah variable. Akibatnya, terasa perlu untuk mempelajari analisis data yang terdiri atas banyak variable.

Jika kita mempunyai data yang terdiri atas dua atau lebih variabel, adalah sewajarnya untuk mencari sesuatu cara bagaimana variable-variable itu berhubungan. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variable-variable. Studi yang menyangkut masalah ini dikenal dengan *analisis regresi*. (Sudjana, 1982)

2.5.1. Hubungan Fungsional Antara Variable

Untuk analisis regresi akan dibedakan dua jenis variable ialah *variable bebas* dan *variable takbebas* atau variable respon. Penentuan variable mana yang bebas dan mana yang takbebas dalam beberapa hal tidak mudah dilaksanakan. Studi yang cermat, diskusi yang seksama, berbagai pertimbangan, kewajaran masalah yang dihadapi dan pengalaman akan membantu memudahkan penentuan. Variable yang mudah didapat atau tersedia sering dapat digolongkan ke dalam variable bebas. Untuk keperluan analisis, variable bebas akan dinyatakan dengan X_1, X_2, \dots, X_k ($k \geq 1$) sedangkan variable takbebas akan dinyatakan dengan Y .

Kita tahu bahwa statistika bermaksud menganalisis atau menyimpulkan populasi khususnya mengenai regresi. Kita akan berusaha menentukan hubungan fungsional yang diharapkan berlaku untuk populasi berdasarkan sampel yang diambil dari populasi yang bersangkutan. Seperti dikatakan diatas, hubungan fungsional ini akan dituliskan dalam bentuk persamaan matematik yang disebut persamaan regresi

yang akan bergantung pada parameter-parameter. Model atau persamaan regresi untuk populasi, secara umum dapat dituliskan dalam bentuk

$$(1) \dots\dots\dots Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k \mid \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m)$$

Dengan $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$ parameter-parameter yang terdapat di dalam regresi itu. Sebuah contoh regresi yang sederhana untuk populasi dengan sebuah variable bebas ialah yang dikenal dengan regresi linier dengan model :

$$(2) \dots\dots\dots Y = \theta_1 + \theta_2 X$$

Dalam hal ini, parameternya adalah θ_1 dan θ_2 .

Tugas yang dihadapi sekarang ialah, berdasarkan sampel acak persamaan regresi populasi yang persamaan umumnya dituliskan dalam rumus (1) akan ditentukan, atau lebih tepat akan ditaksir. Ini dapat dilakukan dengan jalan menaksir parameter-parameter $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$. Untuk regresi linier misalnya, perlu ditaksir parameter θ_1 dan θ_2 . Jika θ_1 dan θ_2 ditaksir oleh a dan b , maka regresi berdasarkan sampel acak adalah

$$(3) \dots\dots\dots \hat{Y} = a + b X$$

Dengan symbol \hat{Y} supaya dibaca Y topi

Regresi dengan X merupakan variable bebasnya dan Y variable takbebas sering dinamakan sebagai *regresi Y atas X*. Sebaliknya, adalah *regresi X atas Y*, apabila hal ini mungkin dilakukan.

Model regresi populasi *pangkat dua* atau *parabola* untuk sebuah variable bebas dengan parameter θ_1, θ_2 , dan θ_3 adalah

$$(4) \dots\dots\dots Y = \theta_1 + \theta_2 X + \theta_3 X^2$$

Dan berdasarkan sampel acak, parameter-parameter perlu ditaksir. Regresi dari hasil pengamatan yang dipakai untuk menaksir regresi dalam rumus (4), adalah

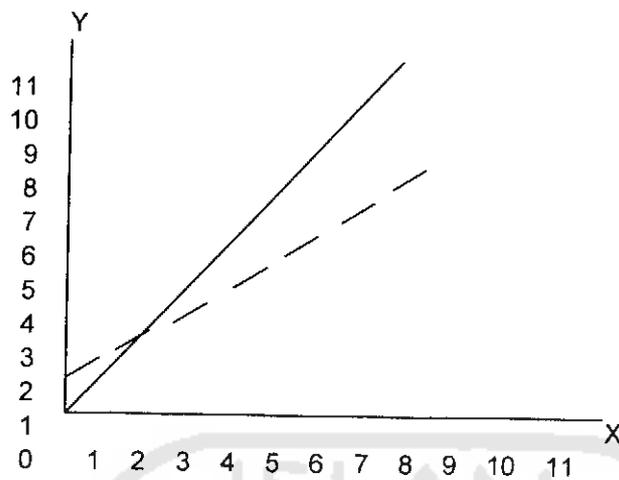
$$(5) \dots\dots\dots \hat{Y} = a + bX + cX^2$$

Dengan a, b dan c masing-masing didapat dari perhitungan berdasarkan data yang berturut-turut merupakan taksiran untuk θ_1 , θ_2 dan θ_3 .

Proses ini berlaku untuk model-model regresi lainnya yang akan ditemukan kemudian.

2.5.2. Pengukuran Kerja Dengan Metode Analisa Regresi

Metode pengukuran kerja dengan menggunakan rumus (*formula*) klasik yang dikembangkan melalui rumus-rumus standard atau teoritis maupun yang bersifat eksperimen seringkali akan sangat bermanfaat dalam kasus-kasus dimana elemen-elemen kerja tidak berupa variable-variable yang sama dengan yang telah didefinisikan dalam formulasi yang telah distandardkan dan atau rumus-rumus baku yang tersedia. Untuk “menyederhanakan” hal ini, maka pendekatan dengan menggunakan model analisa regresi akan dapat diaplikasikan, yaitu bilamana sejumlah data dapat diperoleh melalui beberapa eksperimen, dan dikaitkan dengan satu atau beberapa variable tertentu. Bila data tersebut kemudian diplotkan dan polanya cenderung berupa garis lurus maka kondisi ini disebut sebagai “regresi linier” seperti dapat yang ditunjukkan dalam gambar 2.5.



Gambar 2.5. Model Garis Regresi

Formulasi umum persamaan ini adalah :

$$\hat{Y} = a + b X$$

Selanjutnya konstanta a dan b dalam formulasi di atas dapat diperoleh dari perhitungan :

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

N = jumlah atau banyaknya data yang dimiliki

Tergantung dari data yang diperoleh dan bisa diplot, maka arah kecenderungan dari persamaan regresi tidaklah selalu berupa garis lurus. Adakalanya

model regresi bisa berbentuk kwadratis (parabola) seperti yang ditunjukkan dalam persamaan matematis sebagai berikut :

$$\hat{Y} = a + bX + cX^2$$

Untuk mendapatkan model persamaan ini, maka konstanta a, b dan c dapat dicari dari 3 (tiga) persamaan berikut :

$$\Sigma Y = aN + b\Sigma X + c\Sigma X^2$$

$$\Sigma XY = a\Sigma X + b\Sigma X^2 + c\Sigma X^3$$

$$\Sigma X^2Y = a\Sigma X^2 + b\Sigma X^3 + c\Sigma X^4$$

Baik model persamaan regresi berbentuk linier ataupun non linier (kwardatis), maka standard error dari estimasi yang bisa dibuat dapat dinyatakan dengan rumus berikut ini :

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma(y - \bar{y})^2}{N - 2}}$$

Apa yang telah diuraikan diatas adalah untuk kondisi dimana hanya terdapat 1 (satu) variable bebas saja. Sedangkan bila dipertimbangkan mengikuti fungsi linier dari sejumlah "independent variable" maka kondisi tersebut lazim dikenal sebagai "multiple regresision" dengan formulasi matematisnya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\Sigma Y = aN + b\Sigma X + c\Sigma Z$$

$$\Sigma YX = a\Sigma X + b\Sigma X^2 + c\Sigma XZ$$

$$\Sigma YZ = a\Sigma Z + b\Sigma XZ + c\Sigma Z^2$$

Dalam beberapa kasus tertentu model regresi selain bisa bentuk non linier, juga dimungkinkan akan dipengaruhi oleh lebih dari 2 (dua) variable independent, seperti formulasi :

$$\hat{Y} = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + \dots + nx_n$$

Disini penyelesaian jelas akan lebih rumit, kompleks dan sulit dipecahkan secara manual. Dalam kasus semacam ini penyelesaian melalui paket komputer akan mampu menyederhanakan dan mempercepat analisa perhitungan.

2.6. Validitas dan Realibilitas

Validitas adalah uji yang dilakukan untuk menentukan valid atau sah tidaknya suatu data, sedangkan realibilitas berfungsi untuk menguatkan hasil uji validitas. Validitas dan realibilitas perlu dilakukan untuk keberhasilan suatu perusahaan dalam penentuan desain produknya berdasarkan data yang valid dan *reliable* sehingga produknya mampu bersaing dipasaran. Suatu sistem yang menghasilkan produk atau jasa mempunyai banyak pengukuran efektivitas dan kinerja. Pengukuran efektivitas mencakup antara lain kehandalan (*reliability*). Reliabilitas adalah kemampuan suatu produk untuk melaksanakan fungsi yang diperkirakan pada kondisi tertentu untuk periode waktu yang telah ditetapkan, atau kemampuan produk untuk berfungsi pada periode waktu tertentu (Gryna, dalam Ariani, 2005). Selanjutnya suatu produk yang

dapat bekerja atau berfungsi untuk periode waktu yang lama dikatakan *reliable* atau handal. Beberapa alasan pentingnya validitas dan reliabilitas antara lain :

1. Untuk keberhasilan perusahaan dalam bersaing pada lingkungan teknologi yang kompleks, sehingga perlu diketahui kehandalannya sehingga dapat dihasilkan produk pada tingkat reliabilitas yang optimal.
2. Pertumbuhan ketergantungan secara menyeluruh pada persyaratan teknologi dimana produk yang dihasilkan akan berfungsi selama periode waktu yang telah ditentukan.
3. Kegagalan produk bervariasi dari yang kecil sampai dengan yang besar, sehingga perlu ada teknik reliabilitas terutama dalam fase desain.
4. Teknik reliabilitas dapat digunakan untuk semua produk.
5. Penerapan penting pada berbagai produk yang dipercaya, membuat reliabilitas memiliki faktor penting.

Beberapa manfaat yang dapat dicapai apabila dilakukan penerapan teknik validitas dan reliabilitas terutama ditahap perancangan, diantaranya adalah :

1. Dapat mengoptimalkan periode waktu kerusakan.
2. Dapat memberikan dasar untuk membandingkan dua atau lebih desain dan dapat memilih desain terbaik dari tingkat reliabilitasnya.
3. Dapat meningkatkan kepuasan pelanggan
4. Dapat meningkatkan laba.
5. Dapat meningkatkan reputasi perusahaan dan penilaian yang positif dari masyarakat.

Untuk mencapai validitas dan reliabilitas yang tinggi adalah dengan menentukan persyaratan khusus tugas-tugas yang disebut program reliabilitas. Program reliabilitas mencakup kegiatan seperti menyusun sasaran reliabilitas secara keseluruhan, pembagian secara merata sasaran reliabilitas, analisis penekanan, identifikasi bagian-bagian penting, analisis model dan dampak kegagalan, prediksi

reliabilitas peninjauan desain, pemilihan konsumen potensial. Sangat penting bagi produsen meninjau kebutuhan pemakai untuk melihat apakah fungsi-fungsi dari produk atau bahan yang tidak bermanfaat sangat penting bagi pemakai. Apabila tidak, maka produk atau bahan tersebut dihilangkan dari desain. Selain itu menentukan apakah indeks validitas dan reliabilitas telah mencerminkan kebutuhan pemakai. (Wahyu Ariani, Dorothea, 2005).

2.7. Koefisien Determinasi Darab (R Square)

Dalam analisa regresi mungkin saja yang menjadi perhatian bukanlah masing-masing parameter melainkan kemampuan seluruh fungsi memprediksikan respon sesungguhnya dalam rentangan peubah yang diamati.

Peneliti yang menggunakan analisis regresi juga sering ingin mengeluarkan peubah dari model jika keadaan menentukan demikian, disamping berusaha mencari persamaan prediksi yang dapat diterima peneliti juga harus mencari "regresi terbaik" yang mengandung peubah yang berguna untuk tujuan prediksi.

Salah satu patokan yang biasa digunakan untuk melihat apakah suatu model regresi yang dicocokkan sudah memadai adalah koefisien determinasi darab.

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Besaran ini hanya menerangkan proporsi variasi total dalam respon Y yang diterangkan oleh model yang dicocokkan. Peneliti sering melaporkan besarnya R^2 x 100 % dan menafsirkan hasilnya sebagai presentase variasi yang diterangkan oleh model yang dipostulasikan. Akar R^2 disebut koefisien korelasi darab antara Y dengan kelompok $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$. (E Walpole, Ronald, H Myers, Raymond, 1995).

2.8. Distribusi F

Distribusi kontinyu yang akan diperlukan dalam analisis data kualitatif adalah distribusi F. Distribusi ini memiliki dua macam derajat kebebasan yaitu derajat kebebasan pembilang dengan lambang v_1 dan derajat kebebasan dengan lambang v_2 . Grafik distribusi F bentuknya tidak simetris melainkan miring landai ke kanan dan tertentu untuk tiap pasang derajat kebebasan v_1 dan v_2 . (Sudjana, 1990).

2.9. Distribusi t Student

Distribusi t digunakan untuk analisis data kualitatif terutama sehubungan dengan pengujian hipotesis. Bentuk grafik distribusi t hampir seperti distribusi normal tetapi selalu simetrik terhadap $t = 0$. Harga-harga sumbu daftar t bergerak dari $t = -\infty$ sampai $t = +\infty$. Distribusi ini baik bentuk maupun peluangnya ditentukan oleh satuan lain yang disebut derajat kebebasan. Derajat kebebasan ini dilambangkan dengan v (baca : nu). Besarnya berbeda dari satu keadaan ke keadaan lain tetapi selalu ada untuk tiap distribusi t. (Sudjana, 1990).

