

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Perkembangan *Value Engineering*

Analisa nilai (*value analysis*) telah digunakan pada bidang konstruksi pada dekade 1960-an atau awal tahun 1970-an. Analisa nilai bukan merupakan suatu konsep baru, hal ini disebabkan karena analisa nilai telah digunakan pada waktu perang dunia 2. *Value Analysis* atau analisa nilai dikenal pada waktu perang dunia ke-2. Saat itu perusahaan *General Electric* menghadapi kekurangan material dan tenaga kerja untuk memproduksi komponen-komponen persenjataan untuk pesawat terbang. *Lawrence D. Miles*, salah seorang ahli perusahaan tersebut di dalam menghadapi kesulitan-kesulitan di atas mengembangkan suatu sistem yang disebut analisis nilai yang dapat mengurangi biaya dan juga meningkatkan hasil produksi. Setelah analisis nilai ini dikenal manfaatnya, maka mulai dipakai untuk berbagai kegiatan produksi yang lain. Semenjak saat itu sistem tersebut dikenal dengan nama *value engineering* atau rekayasa nilai (Miles, 1972).

Pada tahun 1954, Biro perkapalan angkatan laut dan divisi departemen pertahanan Amerika Serikat telah memanfaatkan analisis nilai dalam bidang pengadaan bahan baku. Pada waktu itu, biro perkapalan ini tidak menggunakan istilah "*value analysis*", melainkan merubah nama tersebut menjadi "*value engineering*", hal ini disebabkan karena biro perkapalan ini merasa bahwa program kerjanya lebih cocok jika diterapkan pada bidang teknis, sehingga penggunaan nama analisa nilai dianggap kurang tepat. Kemudian dengan suksesnya penggunaan analisa nilai pada biro perkapalan angkatan laut Amerika Serikat tersebut, maka angkatan udara dan angkatan darat juga menerapkan program tersebut dalam aktivitasnya (Supriyanto, 2010).

Pada tahun 1973, *Department of Public Building Service Amerika Serikat* mulai mengembangkan analisa nilai secara lebih luas dan menetapkan bahwa rekayasa nilai merupakan keharusan bagi "*construction management services*". Pada tahun 1975, *value analysis* diterapkan dalam proyek-prayek yang berhubungan dengan perencanaan kota dan perancangan perusahaan-perusahaan, dan pada tahun itu juga *environment protection agency* (EPA), Amerika Serikat

mengharuskan penggunaan analisis nilai. Pada tahun 1976, EPA menerapkan programnya yang bernama "program guidance memorandum 63" dalam proyek perlakuan limbah (*wastewater treatment*), juga menggunakan analisa nilai (Supriyanto, 2010). Tahun 1973, *Department of Transportation Federal Highway Administration Amerika Serikat*, mengadakan pelatihan bagi pekerja-pekerjanya untuk melaksanakan proyek transportasi dengan menggunakan *value analysis*. Keberhasilan metode ini tidak hanya dikenal dan dirasakan oleh negara asalnya *United State of Amerika (USA)*, tetapi kemudian mulai menyebar ke negara-negara lain. Dalam bidang konstruksi, perkembangannya di negara-negara lain adalah sebagai berikut:

1. Jepang

Memperkenalkan analisa nilai pada tahun 1970 melalui *Institute Bussines and Management of Tokyo*.

2. Italia

Mulai menerapkan analisa nilai pada tahun 1978 melalui perusahaan yang bernama *Chemenit of Milan*.

3. Kanada

Mulai menerapkan analisa nilai pada tahun 1978 melalui *British Columbia Building Corporation dan Department of f 'ublic Work of Canada*.

4. Australia

Mulai menggunakan analisa nilai pada tahun 1979 melalui perusahaan *Brian Farmer of Wollwort, Inc. dan Me Lachlan Group of Sidney for Australian Mutual Provident*.

Pada saat ini analisa nilai diterapkan diberbagai negara antara lain: Jerrrtan, Swedia, Norwegia, Belanda, Perancis, Inggris, India dan belakangan ini di negara Indonesia (Prihantono, 2014).

## 2.2 Value Engineering(VE)

*Value analysis* adalah suatu sistem yang secara lengkap digunakan untuk mengidentifikasi dan berhubungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi biaya maupun usaha dalam suatu produk, proses ataupun pelayanan (Miles, 1972).

Analisa nilai adalah suatu teknik manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis untuk mencapai keseimbangan fungsional antara biaya, kehandalan dan performansi dari suatu produk atau proyek (Zimmerman dan Hard, 1982).

Proses *Value engineering* adalah suatu pendekatan yang sistematis dalam meneliti suatu proyek/produk berkaitan dengan fungsinya. yaitu sesuatu yang dapat dilakukan berkaitan dengan perencanaan yang baru. Dalam tuntutan terhadap desain awal tapi lebih untuk menentukan/ memperbaiki desain-desain yang tidak baik, terdapat langkah-langkah perencanaan dalam pelaksanaannya yang lebih dikenal dengan nama *Five Phase Job Plant*. Kelima tahap pengerjaan tersebut adalah tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisa, tahap pengembangan, dan tahap presentasi. Tahap-tahap tersebut:

1. Tahap informasi

Tahap ini adalah tahap penggalan informasi dan data yang dibutuhkan berdasarkan pertanyaan-pertanyaan pada rencana kerja rekayasa nilai.

2. Tahap kreatif

Tahap ini akan memunculkan alternatif alat bantu yang selanjutnya alat bantu tersebut akan di seleksi untuk mendapat alat bantu dengan nilai (*value*) terbaik.

3. Tahap analisa

Tahap ini akan dilakukan analisa terhadap alat bantu yang muncul. Analisa tersebut meliputi analisa keuntungan dan kerugian.

4. Tahap pengembangan

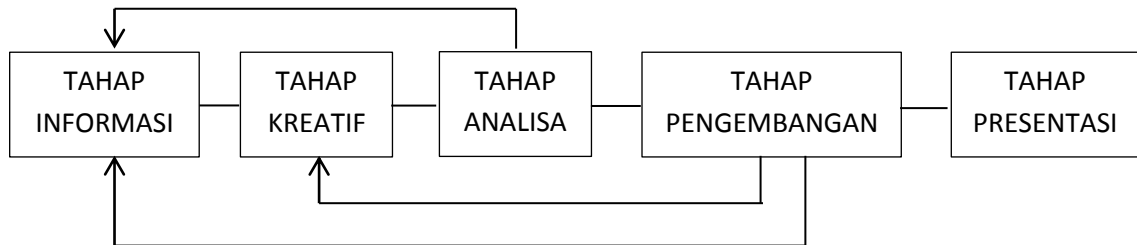
Tahap ini dilakukan pengembangan dari dilakukan analisa biaya dan perhitungan nilai yang telah dilakukan.

5. Tahap presentasi

Tahap presentasi adalah tahapan terakhir dari *five phase job plant* atau rencana kerja rekayasa nilai, dimana pada tahap ini akan dipresentasikan hasil analisa terbaik yang akan dipilih atau digunakan.

Setiap tahapan mempunyai tujuan masing-masing dan mempunyai pertanyaan kunci yang harus dijawab sebagai alat bantu. Sedangkan kelima

tahapan kerja analisa nilai harus melalui tahap demi tahap, namun tidak menutup kemungkinan jika sampai pada suatu tahap proses tersebut harus kembali ketahap sebelumnya.



Gambar 2.1 Hubungan rencana kerja lima tahap rekayasa nilai

Beberapa hal yang mendasari VE sangat penting dipahami oleh setiap perencana dan pelaksana proyek sehingga dapat menyebabkan biaya-biaya yang tidak perlu muncul setiap kegiatan berlangsung, hal-hal tersebut antara lain:

1. Kekurangan waktu (*lack of time*)
2. Kekurangan informasi (*lack of information*)
3. Kekurangan ide/ gagasan (*lack of idea*)
4. Kesalahan konsep (*misconceptions*)
5. Keadaan sementara yang tidak disengaja namun menjadi ketetapan (*temporary circumstances that inadvertently become permanent*)
6. Kebiasaan (*habits*)
7. Sikap (*attitude*)
8. Politik (*politic*)
9. Kekurangan (*fee*)

### 2.3 Konsep Nilai dan Efisiensi

Nilai bagi setiap orang yang mempunyai pandangan yang berbeda-beda. Pengertian nilai bagi setiap orang mempunyai pandangan yang Was sehingga sulit dirumuskan. Secara umum nilai adalah sesuatu yang berarti dan dipandang mulia, berharga dan dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Dengan demikian dapat dijelaskan mengenai konsep nilai dan efisiensi, yaitu:

### 2.3.1 Pengertian nilai

Nilai digunakan untuk mengukur sesuatu, baik dipandang dari segi kualitas subyektif maupun kualitas obyektif. *Oristelis* menjelaskan bahwa nilai dibagi menjadi 7 kelas nilai, yaitu:

- a. Nilai ekonomis
- b. Nilai moral
- c. Nilai estetika
- d. Nilai sosial
- e. Nilai politik
- f. Nilai religius
- g. Nilai hukum dan keadilan

Tinggi rendahnya dari suatu nilai tergantung dari sudut pandang mana di dalam memandang dan standar ukuran yang digunakan. Nilai yang tinggi bagi seseorang belum tentu tinggi bagi orang lain.

Jadi nilai mempunyai arti yang relatif untuk tiap individu, terutama penilaian yang berhubungan dengan nilai-nilai moral, estetika, politik, religius, keadilan dimana mempunyai nilai-nilai ukuran yang sifatnya subyektif. Lain halnya dengan nilai yang bersifat lebih obyektif dan dapat dengan mudah diukur, oleh karena itu pembahasan yang dilakukan dalam analisa nilai umumnya diperhatikan pada nilai-nilai ekonomis dalam usaha mencari efisiensi.

### 2.3.2 Jenis-jenis nilai ekonomis

Nilai ekonomis terdiri dari 4 jenis nilai (Heller, 1971) yaitu:

- a. Nilai guna (*use value*)  
Merupakan suatu nilai yang diperoleh dari terpenuhinya suatu fungsi, hal ini tergantung dari sifat-sifat khusus dan kualitas suatu benda.
- b. Nilai kebanggaan (*esteem value*)  
Merupakan sifat khusus dari suatu benda yang dapat mendorong orang untuk memilikinya, emosi, daya tarik, gengsi atau keindahan dan suatu benda yang merupakan faktor-faktor dominan yang mempengaruhinya.

c. Nilai biaya (*cost value*)

Merupakan suatu nilai total biaya yang harus diperlukan untuk menghasilkan sesuatu termasuk biaya langsung maupun biaya tidak langsung.

d. Nilai tukar (*exchange value*)

Merupakan suatu nilai tukar dari suatu obyek yang mempunyai sifat dari mutu tertentu dipertukarkan dengan obyek lainnya.

### 2.3.3 Nilai-nilai dalam analisa nilai

Definisi nilai adalah suatu imbalan yang diterima kembali atas sejumlah uang yang dibelanjakan, dimana imbalan tersebut dapat berupa uang, manfaat, fungsi atau suatu kebanggaan (Dell'Isola, 1975). Sedangkan menurut *Artur Emik* mendefinisikan nilai dapat diartikan sebagai biaya minimum yang diperlukan untuk memenuhi fungsi-fungsi atau jasa-jasa bagi pemilik pada tempat dan saat tertentu dengan mutu yang sesuai. Nilai yang tinggi bagi pemilik proyek dapat dicapai dengan cara mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan dan mencari alternatif atau desain yang lebih baik yang dapat mengurangi biaya pemilik pengoperasian peralatan dan perbaikan (Supriyanto, 2010).

Menurut *US Departemnt of Defence*, nilai dapat dirumuskan dalam bentuk ratio antara biaya dan manfaat atau fungsi.

$$\text{Value Index} = \frac{\text{worth}}{\text{cost}}$$

Dimana :

Worth : Manfaat fungsi utilitas, keuntungan atau kebanggaan yang dinyatakan dengan nilai moneter. *Use value + esteem value*

Cost : Biaya total yang diperlukan untuk rnenghasilkan produk atau jasa Atau (Heller, 1971), analisa nilai yaitu :

$$\text{Value analysis} = V = \frac{P}{C}$$

Yang mana:

P : Performansi dari altenratif desain

C : Biaya total alternatif desain proses produksi

V : Nilai

Menurut *US Departement of ' Defence*, jika suatu produk tidak melakukan fungsi yang seharusnya dikerjakan maka produk itu tidak ada gunanya dan upaya untuk menghemat bagi produk bersangkutan yang dibuat tidak meningkatkan nilainya (Supriyanto, 2010).

Menghemat dengan mengorbankan utilitas dan manfaat dari suatu produk yang sesungguhnya akan menurunkan nilai produk itu, tetapi sebaliknya bila biaya yang dikeluarkan untuk meningkatkan kemampuan fungsional dari produk itu melebihi dari nilai guna yang berhasil dicapai maka usaha tersebut tidak ada artinya. Secara pendekatan sistem manfaat atau fungsi (*worth*) yang dimaksud di atas dapat dipandang sebagai keluaran yang diharapkan, sedangkan biaya sebagai masukan yang harus disediakan. Jadi nilai merupakan perbandingan keluaran dan masukan. Pengertian nilai disini jangan dimaksudkan dengan istilah harga dan biaya, masing-masing istilah ini mempunyai arti yang berbeda. Harga suatu produk atau jasa adalah biaya untuk menghasilkannya ditambah sejumlah keuntungan yang harus diperoleh produsen. Sedangkan suatu desain yang dibuat tanpa pendekatan fungsional mungkin saja biayanya meningkat tanpa menghasilkan pertambahan nilai yang berarti. Berarti biaya bertambah, nilai kegunaan dan kebanggaannya tidak bertambah, berarti nilai ekonornis desain tersebut berkurang (Supriyanto, 2010).

#### **2.4 Kriteria Evaluasi Nilai**

Kriteria yang digunakan dalam mengevaluasi harus ditentukan baik oleh pihak perencana maupun pemilik untuk keputusan sehingga dapat dilakukan analisa dan evaluasi dengan baik. Kriteria yang dapat dipakai dalam mengevaluasi suatu nilai adalah:

1. Biaya awal (*initial cost*)
2. Ongkos energi (*energy cost*)
3. Keuntungan (*return in profit*)
4. Kinerja fangsi (*fancional performance*)
5. Keandalan (*realibility*)
6. Keteroperasian (*operatibility*)
7. Perawatan (*maintenance*)

8. Mutu (*quality*)
9. Keterjualan (*saleability*)
10. Keindahan dan keserasian dengan lingkungan
11. Keperluan pemilik (*reowner recruitment*)
12. Keamanan (*safety*)

Kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi umumnya bervariasi menurut kepentingan dan ketentuan pemilikan (Supriyanto, 2010).

## **2.5 Analisa fungsi**

Fungsi merupakan pokok pembahasan di dalam analisa nilai. Pendekatan fungsional dilakukan dalam usaha untuk menurunkan biaya suatu proyek. Di dalam pendekatan fungsional, terdapat 3 pembahasan yang berkaitan satu dengan yang lain meliputi antara lain:

1. Definisi fungsional
2. Evaluasi fungsional
3. Alternatif fungsional

Ketiga pembahasan tersebut berkaitan satu dengan lainnya dalam suatu sistem yang disebut sebagai sistem evaluasi fungsional (*functional evaluation system*) (Supriyanto, 2010). Dari ketiga pembahasan ini dapat dijelaskan yaitu:

### **2.5.1 Definisi fungsional**

Fungsi didefinisikan sebagai tujuan dasar atau penggunaan yang diinginkan dari suatu item. Fungsi juga merupakan suatu karakter istik dari suatu produk atau desain yang dapat membuatnya bekerja atau laku dijual dan juga fungsi dapat merupakan sesuatu yang menjadi alasan mengapa pemilik atau pemakai dalam memakai suatu produk.

Definisi fungsi adalah merupakan suatu tujuan dasar dari pada setiap penggunaan yang diinginkan baik dalam penggunaan perangkat keras, kerja kelompok, prosedur kerja maupun dalam melakukan suatu fungsi (Miles, 1979). Pada umumnya untuk menentukan fungsi-fungsi dari suatu barang digunakan kalimat-kalimat untuk menjelaskannya. Dengan menggunakan definisi dua kata, fungsi-fungsi dapat dijelaskan secara ringkas. Analisa nilai menentukan fungsi dengan mempertimbangkan kebutuhan sebenarnya dari konsumen atau



pemakainya (Supriyanto, 2010). Fungsi dari analisa nilai dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu:

a. Fungsi primer

Fungsi primer merupakan dasar atau ketentuan yang diperlukan untuk dapat terwujudnya suatu item dan merupakan jawaban atas pertanyaan "Apa yang dilakukan?". Suatu item proyek atau produk dapat memiliki lebih dari satu fungsi primer tergantung dari kebutuhan pemakainya.

b. Fungsi sekunder

Fungsi sekunder merupakan jawaban atas pertanyaan "Apa lagi yang akan dilakukan?". Fungsi ini merupakan fungsi penunjang yang seringkali tidak begitu penting bagi penampilan fungsi utama. Tim analisa nilai harus dapat memisahkan antara fungsi primer dan fungsi sekunder yang diperlukan.

Untuk dapat memisahkan fungsi primer dan fungsi sekunder digunakan satu pertanyaan yaitu "Seandainya fungsi suatu sistem dihilangkan, apakah item tersebut masih dapat bekerja sesuai dengantujuan yang diharapkan?". Jika item tersebut masih dapat dikerjakan, maka fungsi tersebut adalah fungsi sekunder dan sebaliknya apabila item tersebut tidak dapat bekerja, maka fungsi tersebut adalah fungsi primer (Supriyanto, 2010).

### 2.5.2 Evaluasi fungsional

Evaluasi fungsional merupakan pendekatan sistem yang terdiri dari pertanyaan-pertanyaan tentang item yang akan dianalisa (Supriyanto, 2010). Pertanyaan-pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Apakah itu?
- b. Apa yang dilakukan?
- c. Berapa biaya yang diperlukan untuk dapat memenuhi fungsi primer?
- d. Adakah cara lain untuk dapat memenuhi fungsi primer?
- e. Berapakah biayanya?

Pertanyaan-pertanyaan tersebut di atas saling berkaitan satu dengan yang lain dan saling melengkapi. Dalam mengawali suatu studi analisa nilai yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah memilih bagian-bagian tertentu yang dirasakan penting untuk dianalisa dan meninggalkan bagian-bagian yang lain yang

dirasakan tidak terlalu penting untuk dianalisa. Oleh sebab itu pertanyaan yang harus dijawab adalah "Apakah itu?". Hal ini dilakukan karena mengingat keterbatasan waktu dan tenaga yang dirasakan tidak memungkinkan untuk dapat menganalisa suatu studi secara menyeluruh.

Pertanyaan selanjutnya adalah "Apakah yang harus dilakukan?". Pertanyaan ini merupakan kunci dari analisa nilai yang akan memberikan jawaban berupa definisi dari fungsi-fungsi yang akan diteliti. Dalam pelaksanaan suatu proyek, biaya merupakan faktor yang sangat penting. Hal ini disebabkan karena, tanpa biaya maka proyek yang direncanakan tidak dapat dilaksanakan. Untuk menjawab permasalahan di atas, maka diperlukan jawaban atas pertanyaan "Berapa besar biaya yang diperlukan untuk menampilkan fungsi utama?".

### **2.5.3 Alternatif fungsi**

Setelah biaya total dan biaya yang diperlukan untuk memenuhi fungsi primer dan fungsi sekunder, maka dapat ditampilkan alternatif baru dengan biaya baru, kemudian alternatif lama dan alternatif baru tersebut dibandingkan dengan maksud supaya alternatif mana yang mempunyai nilai tertinggillah yang akan dipilih.

Di dalam analisa nilai diperlukan kreatifitas yang tinggi, hal ini disebabkan karena kreatifitas dari seseorang merupakan hal yang sangat menunjang dalam suatu studi analisa nilai. Semua ide-ide serta alternatif-alternatif yang ada harus ditampikan sebanyak mungkin dan di analisa untuk mencari alternatif yang terbaik. Untuk memunculkan ide-ide dalam analisa nilai dilakukan dengan cara sumbang saran (*brainstorming*) antara anggota tim atau orang yang terlibat langsung (berpengalaman) pada suatu disiplin ilmu tertetu (Supriyanto, 2010).

## **2.6 *Function Analysis system Technique (FAST)***

*Charles W. Bytheway* dari Soerry Rand Corporation, menjelaskan *.function analysis system technique*, dikembangkan dan diperkenalkan melalui makalah yang disajikan pada *National Conference of society of America* (Charles, 1980). Sistem ini terutama dapat diaplikasikan pada suatu proyek secara

total dan prosesnya tadi terdiri dari langkah-langkah yang saling berhubungan dalam serangkaian aktivitas. FAST dilakukan untuk melihat identifikasi fungsi dasar dan fungsi pelengkap. Cara kerja diagram ini berawal dari penentuan fungsi utama dan bagaimana cara pencapaiannya (*how*), dan akan dijelaskan mengenai hal tersebut dilakukan (*why*). Diagram ini juga melakukan pembagian antara lingkup design dan lingkup konstruksi untuk tercapainya analisa yang dibuat. Langkah-langkah dalam penyusunan diagram *function analysis system technique* ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan suatu daftar fungsi-fungsi dari suatu item dengan menggunakan definisi dua kata seperti yang telah diterapkan pada analisa fungsi.
2. Menuliskan setiap fungsi pada kartu kecil kemudian menentukan posisi fungsi utama, fungsi tertinggi, fungsi terendah dan fungsi sekunder yang diinginkan dengan menjawab pertanyaan seperti di bawah ini:
  - a. Bagaimana fungsi itu sebenarnya dilaksanakan
  - b. Mengapa perlu untuk menampilkan kata kerja ataupun kata benda

Beberapa istilah yang diperlukan pada metode *function analysis system technique* adalah:

1. Fungsi utama atau fungsi primer  
Fungsi utama ini merupakan fungsi bebas yang menjelaskan kegiatan utama yang harus ditampilkan oleh sistem.
2. Fungsi ikutan  
Fungsi ini disebut fungsi sekunder dan keberadaannya tergantung pada fungsi lain.
3. Fungsi jalur kritis  
Fungsi jalur kritis (*critical path function*) adalah semua fungsi yang secara berurutan menjalankan bagaimana dan mengapa dari fungsi lain pada urutan tersebut. Jika semua pertanyaan telah terjawab untuk setiap fungsi maka berarti hubungan antara fungsi dan tingkat yang lebih tinggi dan tingkat yang rendah telah dapat ditentukan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang merupakan hasil dari fungsi lain yang ditampilkan.

4. Fungsi pendukung

Fungsi ini terletak di atas fungsi jalur kritis dan diadakan untuk meningkatkan penampilan dari fungsi-fungsi dari jalur kritis. Fungsi ini tergantung dari fungsi-fungsi lain dan dapat terjadi di setiap saat

5. Fungsi tingkat tinggi

Fungsi ini berada pada bagian paling kiri pada diagram *function analysis system technique* dan fungsi ini merupakan fungsi tingkat tinggi yang berada dalam batas lingkup masalah.

6. Fungsi terendah

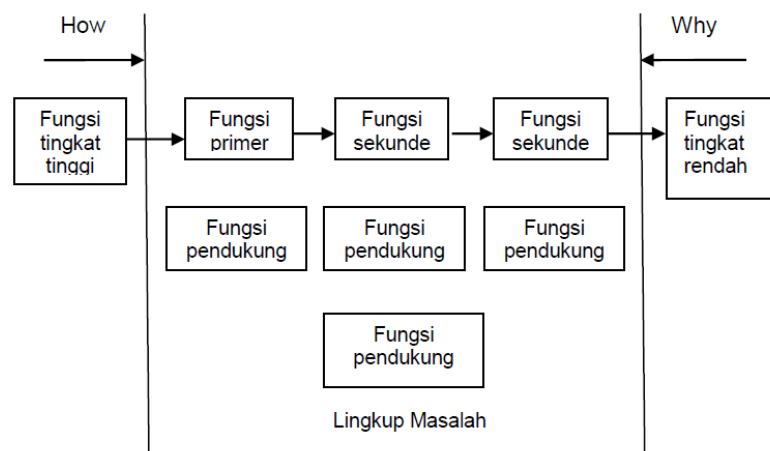
Fungsi ini berada paling kanan dari fungsi lain pada diagram *function analysis system technique*.

7. Lingkup masalah

Lingkup masalah adalah batas-batas pembahasan dari masalah yang dihadapi.

Pada diagram *function analysis system technique* ruang lingkup masalah ditunjukkan sebagai daerah yang dibatasi oleh dua garis vertikal yang masing-masing berbatasan dengan fungsi tingkat tinggi dan fungsi tingkat rendah.

Penyusunan fungsi-fungsi dalam diagram *function analysis system technique* dilakukan dengan menggunakan (2) dua buah pertanyaan, yaitu : bagaimana (*how*) dan mengapa (*why*). Berikut ini akan diberikan penjelasan tentang diagram *function analysis system technique* dalam bentuk diagram.



Gambar 2.2 diagram *function analysis system technique*

Sumber: Candra, 1986

## 2.7 Matrik Kelayakan

Matrik kelayakan merupakan salah satu langkah yang diambil sebagai pertimbangan dalam pemilihan alternatif yang diusulkan. Kriteria kelayakan tergantung dari proyek atau produk yang diusulkan. Tiap-tiap alternatif akan dinilai dengan kriteria dimana penilai akan memberikan suatu penilaian.

Tabel 2.1 tabel matrik kelayakan

NO	ALTERNATIF	KRITERIA						TOTAL	RANGKING
		A	B	C	D	E	....n		
1	Alternatif 1								
2	Alternatif 2								
3	Alternatif 3								
4	Alternatif 4								
N	Alternatif n								

Sumber : Supriyanto, 2010.

Untuk mewujudkan suatu matrik kelayakan, maka dibuat tabel matrik kelayakan dimana bagian kolom atas terdiri dari kriteria-kriteria. Sedangkan kolom sebelah kiri terdiri dari alternatif-alternatif yang akan dinilai.

## 2.8 Matrik Evaluasi

Matrik evaluasi adalah suatu teknik pengambilan keputusan yang dapat menghubungkan kriteria kualitatif (tidak dapat diukur) dengan kriteria kuantitatif (dapat diukur). Kriteria-kriteria ini dapat berupa biaya, kekuatan, kemudahan operasiona l dan sebagainya.

Pada matrik evaluasi dilakukan penilaian terhadap alternatif-alternatif yang ditampilkan dan penila ian ini dilakukan dengan mempertimbangkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan. Langkah-langkah penilaian dengan menggunakan matrik evaluasi ini ada lah sebagai berikut :

1. Menentukan alternatif desain yang akan dievaluasi
2. Menetapkan kriteria-kriteria yang berpengaruh
3. Menetapkan bobot masing-masing kriteria

4. Memberikan penilaian pada setiap alternatif terhadap masing-masing kriteria dan penilaian dilakukan oleh beberapa orang dengan persyaratan tertentu
5. Menghitung nilai total masing-masing alternatif
6. Memilih alternatif terbaik berdasarkan total nilai terbesar

Agar lebih jelasnya, pembuatan matrik evaluasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 tabel matrik evaluasi

NO	ALTERNATIF TERPILIH	KRITERIA						TOTAL	RANGKING
		A $\Phi_1$	B $\Phi_2$	C $\Phi_3$	D $\Phi_4$	E $\Phi_5$	....n $\Phi_n$		
1	Alternatif 1								
2	Alternatif 2								
3	Alternatif 3								
4	Alternatif 4								
N	Alternatif n								

Sumber : Supriyanto, 2010.

## 2.9 Analisa Hirarki

Analisa ini merupakan salah satu metode atau teknik pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh seorang ahli matematika Thomas L. Saaty dari University Of Pittsburgh. Analisa hirarki ini adalah salah satu metode statistik yang berguna untuk menganalisa data dengan mengkaji konsistensi dari data-data yang digunakan (Saaty, 1991). Dengan demikian analisa ini juga bermanfaat untuk memecahkan persoalan dengan persoalan dengan jumlah data informasi yang terbatas. Adapun beberapa kelebihan dari metode ini adalah:

1. Mampu mempresentasikan suatu sistem dengan menjelaskan tentang perubahan peranan elemen tingkat atas akan mempengaruhi terhadap elemen tingkat bawah.
2. Memberikan informasi yang lengkap tentang struktur dan fungsi dari sistem pada tingkat bawah serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap elemen tingkat atas.
3. Lebih efisien dibandingkan jika memperhatikan keseluruhan sistem

8. Memiliki fleksibilitas terhadap perubahan yang terdapat pada struktur hirarkinya. Metode analisa hirarki sudah banyak digunakan secara luas di dunia MI. Analisa ini menggunakan 3 prinsip dalam pelaksanaannya:
- Prinsip menyusun hirarki
  - Prinsip menetapkan prioritas
  - Prinsip konsistensi logis

(Saaty, 1991) menjelaskan langkah- langkah yang dilakukan dalam penyusunan analisa hirarki adalah sebagai berikut:

1. Penyusunan struktur hirarki

Pada penyusunan hirarki, permasalahan dirinci ke dalam komponen komponennya, kemudian bagian-bagian dari komponen tersebut disusun dalam bentuk hirarki.

2. Penilaian perbandingan berpasangan

Penilaian perbandingan berpasangan dilakukan pada elemen-elemen pada suatu tingkat hirarki. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan bobot numerik berdasarkan perbandingan berpasangan antara satu elemen dengan elemen lainnya. Hasil perbandingan tersebut dibentuk menjadi matrik bujur sangkar ordo yang sesuai dengan jumlah elemen pada tingkat hirarki tersebut. berikut tabel skala penilaian yang digunakan untuk perbandingan berpasangan.

Tabel 2.3 skala perbandingan

Tingkat kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen sama penting	Kedua elemen menyambung sama besar pada sifat tersebut
3	Satu elemen sedikit lebih penting di banding elemen lain	Pengalaman menyatakan sedikit memihak pada sebuah elemen
5	Satu elemen sesungguhnya lebih penting dari elemen yang lainnya	Pengalaman menunjukkan secara kuat memihak pada satu elemen
7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lainnya	Pengalaman menunjukkan secara kuat disukai dan

		didominasi elemen tampak dalam praktek
9	Satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen lainnya	Pengalaman menunjukkan satu elemen sangat jelas lebih penting

Sumber : Saaty 1991

Metode analisis ini mempunyai beberapa kelebihan sebagaiberikut:

- a. Penyusunan hirarki yang mempresentasikan suatu sistem dapat menjelaskan adanya perubahan tiap-tiap elemen tingkat atas dan tingkat bawah.
- b. Metode ini memberikan informasi yang lengkap mengenai struktur dan fungsi dari sistem pada tingkat bawah dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat atas hirarki.
- c. Metode ini lebih efisien bila dibandingkan dengan melihat sistem secara keseluruhan.
- d. Metode ini lebih fleksibel terhadap perubahan struktur hirarki.

Berikut ini akan dijelaskan tabel matrik perbandingan berpasangan untuk menggambarkan hubungan antara satu kriteria dengan kriteria lainnya.

Tabel 2.4 Matrik Perbandingan Berpasangan

Kriteria	$K_1$	$K_2$	$K_3$	.....	$K_n$
$K_1$	1	$N_1$	$N_2$	-	$N_{j-3}$
$K_2$	-	-	$N_3$	-	$N_{j-2}$
$K_3$	-	-	1	-	$N_{j-1}$
.....	-	-	-	-	-
$K_n$	-	-	-	-	1

Sumber : Supriyanto, 2010.

### 3. Menghitung nilai eugenvektor dan nilai eugenvalue

Elemen-elemen pada tiap baris dari matrik bujursangkar adalah hasil perbandingan berpasangan dikalikan secara kumulatif. Hasilnya berupa matrik kolom. Sedangkan eugenvektor (bobot) diperoleh dengan jalan membagi jumlah matrik kolom dengan jumlah kumulatif elemen pada



matrik kolom. Nilai eugenvektor merupakan bobot prioritas masing-masing elemen atau kriteria yang telah ditetapkan. Nilai eugenvektor yang memiliki bobot yang tinggi atau prioritas yang tinggi adalah eugenvektor yang mempunyai nilai terbesar. Perkalian antara matrik perbandingan berpasangan dengan eugenvektor akan menghasilkan matrik kolom baru. Sedangkan eugenvektor merupakan hasil bagi antar jumlah elemen yang berkesesuaian dengan matrik kolom baru dengan eugenvektor, sedangkan eugenvalue maksimum adalah rata-rata dari elemen-elemen pada matrik eugenvalue (Supriyanto, 2010).

## 2.10 Ergonomi

Pengertian Ergonomi adalah berasal dari kata Yunani yaitu *ergo* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti hukum. Jadi ergonomi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan. Ergonomi dapat juga didefinisikan sebagai suatu ilmu yang memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja. Dengan ergonomi, diharapkan manusia yang berperan sentral dalam suatu sistem kerja dapat bekerja lebih efektif dan optimal. Dengan demikian jelas bahwa pendekatan ergonomi akan mampu menimbulkan efektifitas fungsional dan kenyamanan pemakaian dari peralatan, fasilitas maupun lingkungan kerja yang dirancang (Wignjosoebroto, 1995).

Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat manusia, kemampuan manusia dan keterbatasannya untuk merancang suatu sistem kerja yang baik agar tujuan dapat dicapai dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana, 1979). Dengan mengaplikasikan aspek-aspek ergonomi atau *human engineering*, maka dapat dirancang sebuah stasiun kerja yang bisa dioperasikan oleh rata-rata manusia. Disiplin ergonomi khususnya yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (*anthropometri*) telah menganalisa, mengevaluasi dan membakukan jarak jangkauan yang memungkinkan rata-rata manusia untuk melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan gerakan-gerakan yang sederhana. Contoh lain dari aplikasi

disiplin ergonomi juga bisa dilihat dalam proses perancangan peralatan kerja (*tools*) untuk penggunaan yang lebih efektif. Dengan demikian manusia tidak lagi harus menyesuaikan dirinya dengan mesin yang dioperasikan (*the man fits to the design*), melainkan sebaliknya yaitu mesin yang diancang dengan terlebih dahulu memperhatikan kelebihan dan keterbatasan manusia yang mengoperasikannya (Wignjosoebroto, 1995).

Disiplin *human engineering* atau ergonomi banyak diaplikasikan dalam berbagai proses perancangan produk (*man-made object*) ataupun operasi kerja sehari-harinya. Sebagai contoh desain dari dials atau instrumental displays (*man-machine interface*) akan banyak mempertimbangkan aspek-aspek ergonomi ini. Demikian juga dalam sebuah stasiun kerja, semua fasilitas kerja seperti peralatan, material dan lain-lain haruslah diletakkan didepan dan berdekatan (jarak jangkauan normal) dengan posisi operator bekerja.

## 2.11 Anthropometri

Istilah *anthropometri* berasal dari kata *anthro* yang berarti manusia dan *metri* yang berarti ukuran. Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan – pertimbangan ergonomic dalam proses perancangan (*design*) produk maupun system kerja yang akan memerlukan interaksi manusia (Wignjosoebroto, 1995). Data *anthropometri* yang diperoleh akan diaplikasikan secara luas dalam hal :

1. Perancangan areal kerja (*work station, interior mobil*, dan lain-lain).
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya.
3. Perancangan produk konsumtif seperti pakaian, kursi/meja computer, dan lain-lain.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Data anthropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan/menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancang

produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangannya tersebut. Secara umum sekurang – kurangnya 90% - 95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakan dengan selayaknya.

Menurut Tarwaka dan Bakri (2004), batasan stasiun kerja untuk posisi duduk dan berdiri, sebagai berikut :

1. Pekerjaan dilakukan dengan duduk dan pada saat lainnya dilakukan dengan berdiri saling bergantian.
2. Perlu menjangkau lebih dari 40 cm ke depan dan atau 15 cm diatas landasan.
3. Tinggi landasan kerja 90-120 cm.

Sikap tubuh dalam beraktivitas pekerjaan diakibatkan oleh hubungan antara dimensi kerja dengan variasi tempat kerja. Sikap tubuh (posture) manusia secara mendasar keadaan istirahat menurut Pheasant (1991), yaitu :

1. Sikap berdiri (*standing*).  
Sikap berdiri adalah posisi tulang belakang vertical dan berat badan bertumpu secara seimbang pada dua kaki.
2. Sikap duduk (*sitting*)  
Sikap dimana kaki tidak terbebani dengan berat tubuh dan posisi stabil saat bekerja.
3. Sikap berbaring (*lying*).  
Sikap terlentang dimana bagian lordosis dipertahankan dengan paha dan lutut 45°.
4. Sikap jongkok (*squatting*)  
Sikap kerja dimana posisi lutut fleksi max, paha, badan fleksi max, dan lumbal juga fleksi max.

Menurut Barnes (1980), untuk menghindari postur kerja yang demikian dilakukan pertimbangan ergonomi, yaitu :

1. Mengurangi keharusan bekerja dengan postur tubuh membungkuk dalam frekuensi kegiatan yang sering atau dalam jangka waktu yang lama.
2. Mengatasi hal ini, maka stasiun kerja dirancang dengan memperhatikan fasilitas kerja, seperti meja, kursi yang sesuai dengan anthropometri agar pekerja menjaga postur kerjanya tetap tegak dan normal. Ketentuan ini ditekankan bilamana pekerjaan dilakukan dengan posisi postur berdiri.
3. Pekerja tidak seharusnya menggunakan jarak jangkauan maksimum. Pengaturan postur kerja dalam hal ini dilakukan dalam jarak jangkauan normal (prinsip ekonomi gerakan).
4. Pekerja tidak seharusnya duduk atau berdiri pada saat bekerja dalam waktu yang cukup lama dengan posisi kepala, leher, dada, dan kaki berada dalam postur kerja miring.
5. Operator tidak seharusnya dipaksa bekerja dalam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada dalam posisi diatas level siku yang normal.

### **2.12 Aplikasi Anthropometri**

Data anthropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam *percentile* 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 didalam aplikasi data anthropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti diuraikan berikut ini :

1. 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 kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.

- Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain (mayoritas dari populasi yang ada).
2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu.

Disini rancangan bisa dirubah-rubah ukurannya sehingga cukup *fleksibel* dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi mobil yang mana dalam hal ini letaknya bisa digeser maju/mundur dan sudut sandarannya bisa dirubah-rubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk mendapatkan rancangan yang *fleksibel*, semacam ini maka data anthropometri yang umum diaplikasikan adalah rentang nilai *5-th s/d 95-th percentile*.

3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

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

Pertama kali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh yang mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.

Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data *struktural body dimension* ataukah *functional body dimension*.

Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai "*market segmentation*", seperti produk mainan untuk anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita, dll.

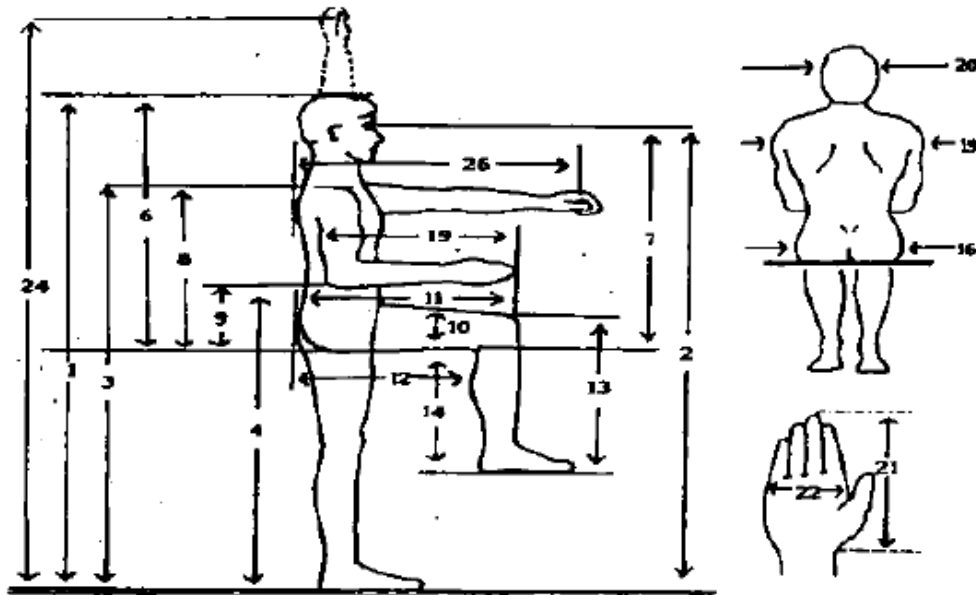
Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel (*adjustable*) ataukah ukuran rata-rata.

Pilih *prosentase* populasi yang harus diikuti, 90-th, 95-th, 99-th ataukah nilai *percentile* yang lain yang dikehendaki.

Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi selanjutnya pilih/tetapkan nilai ukurannya dari tabel data anthropometri yang sesuai. Aplikasi

data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator, pemakaian sarung tangan (*gloves*), dan lain-lain.

Selanjutnya untuk memperjelas mengenai data antropometri untuk bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja menurut Eko Nurmianto dalam bukunya, maka pada gambar tersebut dibawah ini akan memberikan informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur pada gambar. 2.3.



Gambar 2.3 Anthropometri tubuh manusia yang diukur dimensinya

Sumber : Wignjosoebroto, 2000

Keterangan :

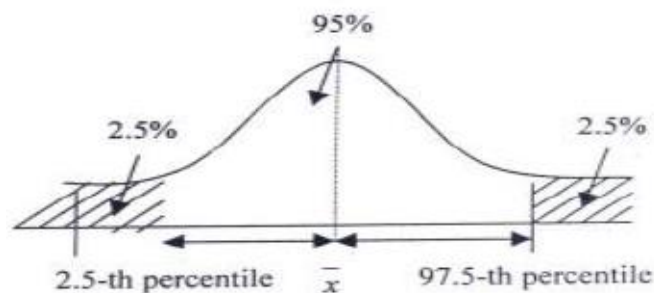
1. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala )
2. Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
5. Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan ).
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk/pantat sampai dengan kepala ).
7. Tinggi mata dalam posisi duduk.
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk

9. Tinggi siku dalam posisi duduk ( siku tegak lurus )
10. Tebal atau lebar paha.
11. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut.
12. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut/betis.
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha.
15. Lebar dari bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk )
16. Lebar pinggul/pantat
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak ditunjukkan dlm gambar ).
18. Lebar perut
19. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
20. Lebar kepala.
21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar-lebar kesamping kiri-kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar ).
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai dengan telapak tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal).
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya no 24 tetapi dalam posisi duduk ( tidak ditunjukkan dalam gambar ).
26. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

### **2.13 Aplikasi Distribusi Normal Dalam Anthropometri**

Penerapan data *anthropometri* distribusi yang umum digunakan adalah distribusi normal (Nurmianto, 2004). Dalam statistik, distribusi normal diformulasikan berdasarkan nilai rata-rata dan standar deviasi dari data yang ada. Nilai rata-rata dan standar deviasi yang ditentukan *percentile* sesuai tabel probabilitas distribusi normal.

Adanya variansi tubuh yang cukup besar pada ukuran tubuh manusia secara perseorangan, maka perlu memperhatikan rentang nilai yang ada. Masalah adanya variansi ukuran sebenarnya lebih mudah diatasi bilamana mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat ‘mampu suai’ dengan suatu rentang ukuran tertentu. Pada penetapan data *anthropometri*, pemakaian distribusi normal akan umum diterapkan. Distribusi normal diformulasikan berdasarkan harga rata-rata dan simpangan standarnya dari data yang ada. Berdasarkan nilai yang ada tersebut, maka persentil (nilai yang menunjukkan persentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau di bawah nilai tersebut) bisa ditetapkan sesuai tabel probabilitas distribusi normal. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka diambil rentang 2,5<sup>th</sup> dan 97,5<sup>th</sup> persentil sebagai batas-batasnya.



Gambar 2.4 Distribusi normal yang mengakomodasi 95% dari populasi

Sumber : Wignjosoebroto, 2000

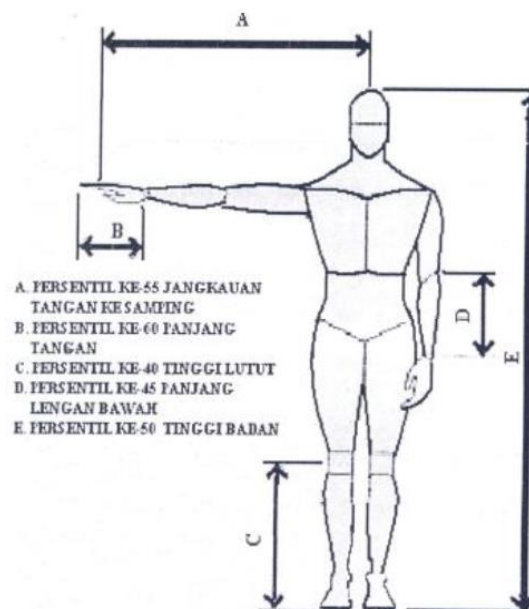
Secara statistik diperlihatkan data hasil pengukuran tubuh manusia pada berbagai populasi terdistribusi dalam grafik sedemikian rupa sehingga data-data yang bernilai kurang lebih sama akan terkumpul di bagian tengah grafik. Persentil menunjukkan jumlah bagian per seratus orang dari suatu populasi yang memiliki ukuran tubuh tertentu. Tujuan penelitian, sebuah populasi dibagi-bagi berdasarkan kategori dengan jumlah keseluruhan 100% dan diurutkan mulai dari populasi terkecil hingga terbesar berkaitan dengan beberapa pengukuran tubuh tertentu. Sebagai contoh, persentil ke-95 dari suatu pengukuran tinggi badan berarti bahwa hanya 5% data merupakan data tinggi badan yang bernilai lebih besar dari suatu



populasi dan 95% populasi merupakan data tinggi badan yang bernilai sama atau lebih rendah pada populasi tersebut.

Persentil ke-50 memberi gambaran yang mendekati nilai rata-rata dari suatu kelompok tertentu. Suatu kesalahan yang serius pada penerapan suatu data dengan mengasumsikan bahwa setiap ukuran pada persentil ke-50 mewakili pengukuran manusia rata-rata, sehingga digunakan sebagai pedoman perancangan. Kesalahpahaman yang terjadi dengan asumsi tersebut mengaburkan pengertian atas makna 50% dari kelompok, Sebenarnya tidak ada yang dapat disebut “manusia rata-rata”.

Ada dua hal penting yang harus selalu diingat bila menggunakan persentil. Pertama, suatu persentil anthropometri dari tiap individu hanya berlaku untuk satu data dimensi tubuh saja. Kedua, tidak dapat dikatakan seseorang memiliki persentil yang sama, ke-95, atau ke-90 atau ke-5, untuk keseluruhan dimensi. Tidak ada orang dengan keseluruhan dimensi tubuhnya mempunyai nilai persentil yang sama, karena seseorang dengan persentil ke-50 untuk data tinggi badannya, memiliki persentil 40 untuk data tinggi lututnya, atau persentil ke-60 untuk data panjang lengannya seperti ilustrasi pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Ilustrasi seseorang dengan tinggi badan P50 mungkin saja memiliki jangkauan tangan ke samping P55

Sumber : Wigenjosoebroto, 2000

Sebuah perancangan diperlukan identifikasi mengenai dimensi ruang dan dimensi jangkauan. Dimensi ruang merupakan dimensi yang menggunakan ukuran 90P ataupun 95P, bertujuan orang yang ukuran datanya tersebar pada wilayah tersebut dapat lebih merasa nyaman ketika menggunakan hasil rancangan. Dimensi jangkauan lebih sering menggunakan ukuran 5P ataupun 10P, bertujuan orang yang datanya tersebar pada wilayah tersebut dapat turut menggunakan fasilitas yang tersedia.

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data *anthropometri* ditampilkan dalam tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai persentil

<i>Percentile</i>	<b>Perhitungan</b>
1-st	$X - 2.325 \sigma_x$
2.5-th	$X - 1.96 \sigma_x$
5-th	$X - 1.645 \sigma_x$
10-th	$X - 1.28 \sigma_x$
50-th	$X$
90-th	$X + 1.28 \sigma_x$
95-th	$X + 1.645 \sigma_x$
97.5-th	$X + 1.96 \sigma_x$
99-th	$X + 2.325 \sigma_x$

Sumber: Nurmianto, 1996

#### 2.14 *Ovako Working Postures Analysis Sistem (OWAS)*

OWAS adalah suatu metode untuk mengevaluasi beban postur (*postural load*) selama bekerja. Konsep pengukuran postur tubuh ini bertujuan agar seseorang dapat bekerja dengan aman (*safe*) dan nyaman. Metode OWAS pertama kali dilakukan untuk menganalisa postur kerja pada industri baja. Metode ini telah digunakan dalam penelitian dan pembangunan di Finlandia, Swedia, Jerman, Belanda, India, dan Australia. OWAS bertujuan untuk mengidentifikasi resiko pekerjaan yang dapat mendatangkan bahaya pada tubuh manusia yang bekerja. Metode ini digunakan untuk mengklasifikasikan postur kerja dan beban yang digunakan selama proses kedalam beberapa kategori fase kerja. Postur tubuh dianalisa dan kemudian diberi nilai untuk diklasifikasikan.

Prosedur OWAS dilakukan dengan melakukan observasi untuk mengambil data postur, beban/ tenaga, dan fase kerja untuk di buat kode berdasarkan data tersebut. Evaluasi penelitian didasarkan pada skor dari tingkat bahaya postur kerja yang ada dan selanjutnya dihubungkan dengan kategori tindakan yang harus diambil. Klasifikasi postur kerja dari metode OWAS adalah pada pergerakan tubuh bagian punggung (*back*), lengan (*arms*), dan kaki (*legs*). Setiap postur tubuh tersebut terdiri atas 4 postur bagian punggung, 3 postur lengan, dan 7 postur kaki. Berat beban yang dikerjakan juga dilakukan penilaian mengandung 3 skala point. Berikut ini adalah klasifikasi sikap bagian tubuh yang diamati untuk dianalisa dan dievaluasi (Karhu, 1981) :

1. Sikap Punggung

- 1) Lurus
- 2) Membungkuk
- 3) Memutar atau miring kesamping
- 4) Membungkuk dan memutar atau membungkuk kedepan dan menyamping

2. Sikap Lengan

- 1) Kedua lengan berada dibawah bahu
- 2) Satu lengan berada pada atau diatas bahu
- 3) Kedua lengan pada atau diatas bahu

3. Sikap Kaki

- 1) Duduk
- 2) Berdiri bertumpu pada kedua kaki lurus
- 3) Berdiri bertumpu pada satu kaki lurus
- 4) Berdiri bertumpu pada kedua kaki dengan lutut ditekuk
- 5) Berdiri bertumpu pada satu kaki dengan lutut ditekuk
- 6) Berlutut pada satu atau kedua lutut
- 7) Berjalan

4. Berat Beban

- 1) Berat beban adalah kurang dari 10 Kg ( $W = 10 \text{ Kg}$ )
- 2) Berat beban adalah 10 Kg – 20 Kg ( $10 \text{ Kg} < W = 20 \text{ Kg}$ )
- 3) Berat beban adalah lebih besar dari 20 Kg ( $W > 20 \text{ Kg}$ )

Hasil dari analisa postur kerja OWAS terdiri dari empat level skala sikap kerja yang berbahaya bagi para pekerja.

- Kategori 1, Tidak perlu dilakukan perbaikan
- Kategori 2, Perlu dilakukan perbaikan
- Kategori 3, Perbaikan perlu dilakukan secepat dan / atau sesegera mungkin
- Kategori 4, Perbaikan perlu dilakukan sekarang juga.

Proses selanjutnya setelah dilakukan pengkodean yaitu proses pengolahan data. Hasil dari tahap pengkodean postur kerja yang berupa kode postur kerja dimasukkan kedalam tabel OWAS.

Tabel 2.6 Nilai kategori OWAS

Back	Arms	1			2			3			4			5			6			7			Legs
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Load
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Sumber : Karhu, 1981

## 2.15 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian Yudi Supriyanto (2010) tentang penerapan *value engineering* pada proses pengeringan kayu di fasilitas fan kiln dry di PT APS. Bertujuan memberikan suatu solusi terbaik dengan menciptakan kriteria terpilih dari ketiga alternatif kriteria yang ada. Guna untuk mendukung permasalahan yang ada peneliti dengan menggunakan disiplin ilmu yang tepat dengan metode yang dipakai peneliti adalah dengan menggunakan metode rekayasa nilai (*Value*

*Engineering*). Dengan menggunakan disiplin ilmu yang sudah di kembangkan dalam menangani suatu produk dengan lima tahapan kerja yang dikenal dengan rencana kerja lima *phase* memberikan penyelesaian dengan menciptakan suatu alat yang memiliki performansi dan biaya terbaik.

Pada penelitian mauidina ahmad (2015) yang menganalisa mengenai postur kerja operator pada mesin taper di PT INDOSPRING Tbk dengan menggunakan pendekatan ergonomi sehingga dapat menciptakan suatu perbaikan kerja pada operator saat melakukan proses produksi. sehingga dengan menciptakan cara kerja yang ergonomi pada operator mesin taper membuat keluhan-keluhan tubuh berkurang yaitu terjadinya gangguan *musculoskeletal* dapat berkurang. Dan operator bisa bekerja dengan aman dan nyaman.

Pada jurnal penelitian Suherman & Hari Satyo Prayogi (2012) yang berjudul ANALISIS POSTUR KERJA PADA PROSES *MAINTENANCE* EXCAVATOR PC200-7 DENGAN MENGGUNAKAN METODE OWAS DI PT. UNITED TRACTORS, Tbk PEKANBARU yang menganalisa sikap kerja operator yang tidak ergonomi sehingga timbul keluhan pada tubuh yang dikarenakan posisi kerja yang tidak nyaman seperti rasa sakit pada tubuh saat bekerja. Kemudian dilakukan analisa dengan metode OWAS Sehingga dapat ditemukan cara untuk mengatasi masalah untuk mengurangi kelelahan dan rasa sakit pada tubuh saat bekerja. Sehingga ditemukan cara yang bisa menimbulkan kenyamanan dalam melakukan pekerjaan tersebut. penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi posisi dan sikap kerja operator dan Meminimalisir terjadinya resiko terhadap sistem *musculoskeletal* pada operator dengan rekomendasi postur kerja yang ergonomis dari metode OWAS.