

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka ini membahas pengetahuan mengenai konsep Rekayasa Nilai (Value Engineering) yang digunakan sebagai landasan teori yang memberikan acuan dalam mengevaluasi masalah yang dibahas dalam penelitian di perusahaan UD.Sumber Jaya yang berlokasi di Desa Sawo kelurahan Japanan kecamatan Jetis Mojokerto, yang merupakan tempat penelitian dan mengamati sistem kerja yang berlangsung di dalamnya.

2.1 SEJARAH REKAYASA NILAI

Pengembangan konsep Rekayasa Nilai pertama kali pada awal Perang Dunia II oleh Lawrence Miles dan Harry Erlicher dari perusahaan *General Electric Co.* (GE) saat memproduksi peralatan perang dalam jumlah besar. Perang mengakibatkan penurunan jumlah tenaga kerja ahli, bahan baku, dan suku cadang. Teknik yang dikembangkan tersebut dapat menurunkan biaya, meningkatkan produk, atau keduanya (Fellows, 20020).

Analisa Nilai pertama kali dipromosikan pada Angkatan Darat AS selama perang Korea, tetapi pihak yang pertama menerapkan teknik tersebut adalah Biro Perkapalan Angkatan Laut AS saat merencanakan sebuah program untuk mengatur pengurangan biaya pembuatan kapal dan peralatan perang pada tahap perancangan, program tersebut dikenalkan sebagai Rekayasa Nilai. Pada tahun pertama penerapan program tersebut diakui telah menghemat biaya sampai 18 juta dolar. Keberhasilan tersebut mendorong peluncuran program sejenis yang mendatangkan penghematan substansial di Angkatan Udara AS pada tahun 1955 dan Korps Artileri Angkatan Darat AS pada tahun 1956. Pada tahun 1959, Sekretaris Negara Pertahanan AS membuat keputusan untuk mengurangi biaya belanja pertahanan, dengan mendorong penerapan Rekayasa Nilai sebagai program penurunan biaya berdasarkan prinsip-prinsip :

- a. Hanya membeli apa yang dibutuhkan saja.
- b. Membeli harga terendah.
- c. Mengurangi biaya melalui penghilangan kegiatan yang tak perlu, penerapan standarisasi dan konsolidasi.

Hasilnya penerapan Rekayasa Nilai telah menghilangkan banyak biaya tak perlu dan penghematan anggaran.

Rekayasa Nilai kemudian menyebar ke seluruh Amerika dan mencapai Eropa pada tahun 1960an. Program pertama di Inggris dimulai oleh Dunlop Company pada 1961, dan pada 1963 telah banyak perusahaan di Inggris yang menerapkan Rekayasa Nilai. Meningkatnya keingintahuan mengenai Rekayasa Nilai disebabkan oleh pendirian pelatihan Value Analysis Ins. di AS oleh Lawrence D. Miles dan pendirian Value Engineering Ltd. di Inggris pada tahun 1962 yang mempunyai andil dan tanggung jawab besar dalam penyebaran dan pengembangan awal Rekayasa Nilai (Crum, 1971).

Rekayasa Nilai sebagai suatu teknik manajemen yang menghasilkan penghematan biaya proyek berkembang dengan pesat dalam dunia industri konstruksi. Pengaruhnya sampai ke Indonesia tahun 1986, pada saat pemerintah sedang melakukan program efisiensi dalam penggunaan biaya.

2.2 DEFINISI VALUE ENGINEERING

Beberapa definisi yang menjelaskan tentang Value Engineering secara umum merupakan teknik perancangan sistem yang sistematis dengan menggunakan teknik-teknik untuk mengidentifikasi fungsi - fungsi yang diperlukan, menerapkan nilai-nilai dan mengembangkan alternatif-alternatif sehingga tercapai keseimbangan fungsional terbaik antara biaya, keadaan dan performansi dari suatu sistem atau produk.

a. Lawrence D. Miles 1972

Suatu pendekatan yang bersifat kreatif dan sistematis dengan tujuan untuk mengurangi atau menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan.

b. Society of American Value Engineering 1950

Suatu teknik yang diterapkan secara sistematis untuk menentukan fungsi suatu produk atau jasa, menentukan nilai moneter dari fungsi tersebut serta memenuhinya dengan biaya total minimum.

c. Zeimerman dan Hart 1982

Suatu teknik dan manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis untuk mencapai keseimbangan fungsional terbaik antara biaya dan peformansi dari produk.

d. Baris Sitorus 1960

Menurut Baris Sitorus, dalam tulisannya tentang evaluasi menggunakan Value Engineering, memberikan pengertian bahwa Value Engineering adalah suatu proses pendekatan kreatif berdasarkan pertimbangan inovasi teknologi dengan tujuan mengenali unsur-unsur biaya utama dan biaya penunjang (secondary) berdasarkan kepada suatu kebutuhan tertentu. Apabila tidak mempunyai sifat-sifat menguntungkan untuk keperluan tersebut (pelanggan), biaya tersebut dikeluarkan tanpa mengurangi mutu dan tetap menjaga lingkungan serta mengutamakan keselamatan.

e. Barrie, 1987

Pengertian Analisa Nilai atau Rekayasa Nilai adalah suatu pendekatan yang terorganisasi dan kreatif yang bertujuan untuk mengadakan pengidentifikasian biaya yang tidak perlu. Biaya yang tidak perlu ini adalah biaya yang tidak memberikan kualitas, kegunaan, sesuatu yang menghidupkan, penampilan yang baik ataupun sifat yang diinginkan oleh konsumen.

f. (www.gdln-indonesia.org).

Value Engineering (Rekayasa Nilai) atau biasa disebut VE, adalah suatu susunan metode untuk mengurangi biaya produksi atau penggunaan barang dan jasa, tanpa mengurangi mutu yang diperlukan atau performa (*Performance*).

g. (www.wikipedia.com)

Value engineering terdapat dalam manajemen proyek atau rekayasa industri sebagai teknik dimana nilai dari hasil-hasil sistem dioptimalkan dengan keahlian komprehensif antara performa, fungsi dan biaya. Dalam banyak kasus, praktek ini mengidentifikasi dan menghilangkan pengeluaran yang tidak perlu, dengan demikian terjadi peningkatan nilai untuk produsen dan atau konsumen.

h. Venkataramanan

Rekayasa Nilai (*Value Engineering* atau *Value Management*), didefinisikan sebagai:

- a. "...sesuatu yang direncanakan secara sistematis, teknik kreatif pada analisa dari kegunaan atau fungsi suatu produk, jasa atau sebuah sistem dengan tujuan untuk mencapai kegunaan atau fungsi yang diinginkan, dengan biaya keseluruhan yang paling rendah, sesuai dengan persyaratan yang memenuhi nilai tersebut....

i. Fellows, 2002

Dalam aplikasi nyata, *Value Engineering* terdiri dari sebuah urutan berupa langkah-langkah teknis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi biaya tak perlu. Pelaksanaannya dikonsentrasikan pada kegunaan atau fungsi dan biaya.

j. *Society of American Value Engineers*

Rekayasa Nilai adalah usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis).

k. L.W. Crum dalam buku *Value Engineering The Organised Search for Value* :

- a. Rekayasa Nilai adalah suatu prosedur disiplin menuju pencapaian fungsi-fungsi yang diperlukan untuk mencapai biaya minimum tanpa mengurangi mutu, kehandalan, kemampuan dan distribusi.
- b. Analisa Nilai dalam pengertian yang luas adalah sebuah prosedur disiplin yang diarahkan menuju penerimaan fungsi-fungsi yang diperlukan untuk mencapai biaya minimal, tanpa mengurangi mutu, kehandalan, kemampuan dan distribusi.
- c. Sedangkan Rekayasa Nilai adalah pelaksanaan teknik-teknik Analisa Nilai dalam tahap perancangan utama dan pengembangan.
- d. Kontrol nilai adalah prosedur operasi yang digunakan oleh perusahaan untuk memastikan bahwa pertimbangan nilai akan terus diterapkan secara berkelanjutan.

- e. Pengertian biaya minimum adalah biaya terendah yang dapat diterima untuk melakukan fungsi-fungsi yang telah ditetapkan, sehingga dapat diketahui besarnya pengeluaran dari biaya tak perlu.
- f. Biaya tak perlu adalah biaya yang tidak menambahkan apa-apa pada nilai suatu atau jasa, atau biaya yang muncul tapi tidak memberikan fungsi tertentu. Dengan adanya penggunaan istilah biaya tak perlu pada biaya minimum, pengertian Analisa Nilai menjadi : Analisa Nilai adalah prosedur disiplin yang diarahkan untuk menghilangkan biaya-biaya tak perlu dari fungsi-fungsi tertentu. Atau dapat disingkat dengan pengertian : Analisa Nilai adalah prosedur disiplin yang diarahkan untuk menghilangkan biaya-biaya tak perlu dari setiap produk atau jasa. Pengertian tersebut menekankan pada biaya, yang bila dipahami dan dikenali akan memberikan langkah awal yang baik pada usaha pencapaian nilai. Dengan demikian rekayasa nilai bertujuan memberi sesuatu yang optimal untuk setiap uang yang dikeluarkan, dengan menggunakan teknik sistematis untuk menganalisa dan mengendalikan biaya produksi keseluruhan. Rekayasa nilai membantu membedakan dan memisahkan antara hal yang diperlukan dan tidak diperlukan, sehingga dapat dikembangkan suatu alternatif yang akan memenuhi kebutuhan dengan biaya terendah (Soeharto, 2001).

2.3 PENGERTIAN REKAYASA NILAI

Setelah melihat definisi rekayasa nilai (Value Engineering) yang diuraikan diatas dapat disimpulkan pengertian dari rekayasa nilai adalah sebagai berikut :

1. Rekayasa nilai adalah suatu pendekatan yang bersifat kreatif dan sistematis dengan tujuan untuk mengurangi biaya yang tidak diperlukan.
2. Rekayasa nilai merupakan suatu penerapan yang sistematis dari sejumlah teknik, untuk mengidentifikasi fungsi suatu benda atau jasa dengan memberi nilai terhadap masing-masing fungsi yang ada serta mengembangkan sejumlah alternatif yang memungkinkan tercapainya fungsi tersebut.

3. Rekayasa nilai adalah usaha yang sistematis yang dialihkan untuk mencapai keseimbangan fungsional terbaik antara biaya, kendala dan penampilan dari suatu produk.
4. Rekayasa nilai adalah usaha yang terorganisir secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui yaitu teknik yang mengidentifikasi fungsi produk atau jasa. Dengan kata lain Rekayasa nilai bermaksud memberikan suatu yang optimal bagi sejumlah uang yang dikeluarkan dengan memakai teknik yang sistematis untuk menganalisis dan mengendalikan total biaya produk. Rekayasa nilai akan membantu membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan dimana dapat dikembangkan alternatif yang memenuhi keperluan dengan biaya terendah. (Satrio,2012)

2.4 KARAKTERISTIK REKAYASA NILAI

Rekayasa mempunyai karakteristik (Zimerman, L.W and Hart, 1982) sebagai berikut :

- a. Berorientasi fungsi, perancangan dimulai dengan identifikasi fungsi yang dibutuhkan.
- b. Pendekatan sistematis, perancangan harus dilakukan dengan mempertimbangkan seluruh dimensi permasalahan.
- c. Multi disiplin, perancangan melibatkan berbagai keahlian.
- d. Berorientasi pada siklus hidup produk, analisa mencakup keseluruhan siklus hidup produk.
- e. Pola pikir kreatif, proses perancangan harus dapat mengidentifikasi alternatif-alternatif pemecahan masalah kreatif.

2.5 PENINGKATAN NILAI (VALUE) DALAM V E

Suatu produk dibeli karena fungsinya, dan nilai suatu produk ditentukan oleh fungsi dan biaya.

$$\text{Use value (V)} = \frac{\text{Fungsi (F)}}{\text{Cost (C)}}$$

Bila dua produk memiliki fungsi yang sama, produk dengan biaya lebih rendah memiliki nilai yang lebih tinggi. Bila biaya sama dialokasikan pada tiap produk, produk yang memiliki fungsi lebih baik akan mempunyai nilai yang lebih tinggi. (Zimmerman, 1982)

2.6 DEFINISI BOILER PIPA API (*fire tube boiler*)

Boiler merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk menghasilkan steam (uap) dalam berbagai keperluan. Air di dalam badan boiler dipanaskan oleh panas dari hasil pembakaran bahan bakar di ruang bakar (sumber panas lainnya) sehingga terjadi perpindahan panas, dari sumber panas tersebut ke air yang mengakibatkan air tersebut menjadi panas atau berubah wujud menjadi uap. Air yang lebih panas memiliki berat jenis yang lebih rendah dibanding dengan air yang lebih dingin, sehingga terjadi perubahan berat jenis air di dalam boiler. Air yang memiliki berat jenis yang lebih kecil akan naik, dan sebaliknya air yang memiliki berat jenis yang lebih tinggi akan turun ke dasar. (Djokosetyardjo, M.J. 1990)

Boiler pipa api (fire tube boiler) bekerja dengan susunan pipa-pipa api yang berada didalam silinder tabung. Pemanasan dihasilkan dari pembakaran kayu di ruang bakar dan menyalurkan energi panas (*thermal energy*) ke susunan pipa-pipa api. Sedangkan air yang diluar pipa-pipa api tersebut akan mengalami kenaikan suhu hingga menghasilkan uap air. Selain pipa-pipa api dan air, di dalam silinder tabung juga berguna sebagai tempat penampungan uap yang akan disalurkan melalui pipa-pipa yang menuju ke tempat perebusan bubur kedelai. *Boiler* jenis ini banyak dipakai untuk industri pengolahan mulai skala kecil sampai skala menengah. (Raharjo dan Karnowo 2008: 180)

Pipa api merupakan bagian alat penguapan (evaporator) yang mengubah energi pembakaran (energi panas) menjadi energi potensial uap, yaitu panas dari api memanaskan air

dan menjadi uap air. Pipa api bekerja dengan mendapatkan gaya tekan dari luar (Parts Under External Pressure).

2.7 RENCANA KERJA REKAYASA NILAI

Rencana kerja Rekayasa nilai yang lazim digunakan terdiri dari 5 (lima) tahap (*Standart Five Job Plan*) yaitu :

1. Tahap Informasi

Tahap informasi bertujuan untuk memperoleh suatu pengertian–pengertian menyeluruh terhadap sistem, struktur, atau bagian–bagian yang diteliti. Pada tahap ini, informasi ditentukan dan dikelompokkan sesuai dengan jenis kebutuhannya. Meliputi :

- a. Analisis Fungsi
- b. Diagram Fast

2. Tahap Kreatif

Tujuan dari tahap ini untuk menghasilkan berbagai alternatif yang memenuhi fungsi utama (Performasi produk). Kreativitas seseorang sangat berperan dalam mendapatkan alternatif–alternatif yang dibutuhkan dengan value terbaik.

3. Tahap Analisis (Evaluasi)

Tujuan dari tahap ini adalah mengevaluasi alternatif–alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatifitas. Pada tahap ini akan diteliti kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif.

4. Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan akan dilakukan analisa biaya dan perhitungan value dengan menggunakan nilai performasi diperoleh dari hasil analisa dengan menggunakan matrix kelayakan untuk setiap alternatif terpilih dan alternatif awal. Penentuan nilai berdasarkan hasil analisa pada tahap sebelumnya diperoleh nilai performasi biaya operasional dan biaya pemeliharaan, maka nilai tersebut akan dibandingkan sehingga diperoleh suatu nilai (value) sebagai bahan pertimbangan dan pemilihan alternatif alat bantu yang terbaik. Perhitungan nilai ditentukan dengan rumus :

$$V = \frac{P}{C}$$

Dimana : V = Nilai (Value)
P = Performasi
C = Biaya

Nilai P merupakan angka besaran, maka perlu dikonversikan menjadi satuan biaya, pengkonversian diperoleh dengan melakukan perbandingan alternatif awal dengan ke-n yaitu :

$$\begin{aligned} V &= P / C \\ P_0 / C_0 &= P_n / C_n \\ C_n &= (P_n / C_0) : P_0 \\ C_n &= P_n / C_n = C'_n / C_n \end{aligned}$$

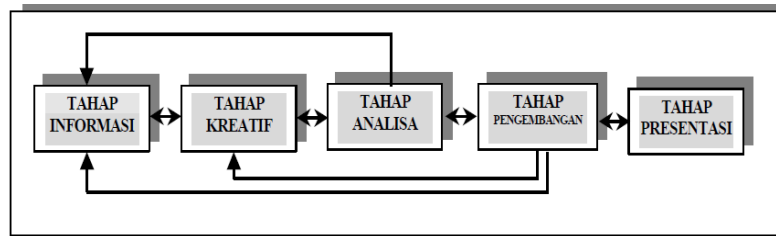
Dimana:

V_0 = Nilai (value) alternatif awal
 V_n = Nilai (value) alternatif ke-n
 P_0 = Performasi alternatif awal
 P_n = Performasi alternatif ke-n
 C_0 = Biaya alternatif awal
 C_n = Biaya alternatif ke-n
 C'_n = Performasi alternatif ke-n dalam rupiah

5. Tahap Presentasi

Tahap persentasi merupakan tahapan terakhir dari rencana kerja rekayasa nilai, dimana pada tahap ini akan dipersentasikan alternatif terbaik yang akan dipilih serta akan disajikan laporan lengkap hasil evaluasi yang diperhatikan adalah dari kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan dari alternatif tersebut.

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. Pada gambar 2.1 diilustrasikan hubungan antara satu tahap dengan tahap lainnya dalam proses kerja lima tahap.



Gambar 2.1 Hubungan rencana kerja lima tahap rekayasa nilai
 Sumber : Dell'Isolla 1975

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 antarlain:

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*)

2.8 FUNCTION ANALYSIS SYSTEM TECHNIQUE (FAST)

Function Analysis System Technique (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 (suharto, 2000).

Langkah-langkah dalam penyusunan diagram FAST 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 dibawah ini, yaitu sebagai berikut :

a. Bagaimana fungsi itu sebenarnya dilaksanakan

b. Mengapa perlu untuk menampilkan kata kerja ataupun kata benda

Beberapa istilah yang diperlukan pada metode FAST adalah :

a. Fungsi utama atau fungsi primer

Fungsi utama ini merupakan fungsi bebas yang menjelaskan kegiatan utama yang harus ditampilkan oleh sistem.

b. Fungsi ikutan

Fungsi ini disebut fungsi sekunder dan keberadaannya tergantung pada fungsi lain yang lebih tinggi.

c. Fungsi jalur kritis

Fungsi jalur kritis (*critical path function*) adalah semua fungsi yang secara berurutan menjalankan bagaimana (*how*) dan mengapa (*why*) 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.

d. 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.

e. Fungsi tingkat tinggi

Fungsi ini berada pada bagian paling kiri pada diagram FAST dan fungsi ini merupakan fungsi tingkat tinggi yang berada dalam batas lingkup masalah.

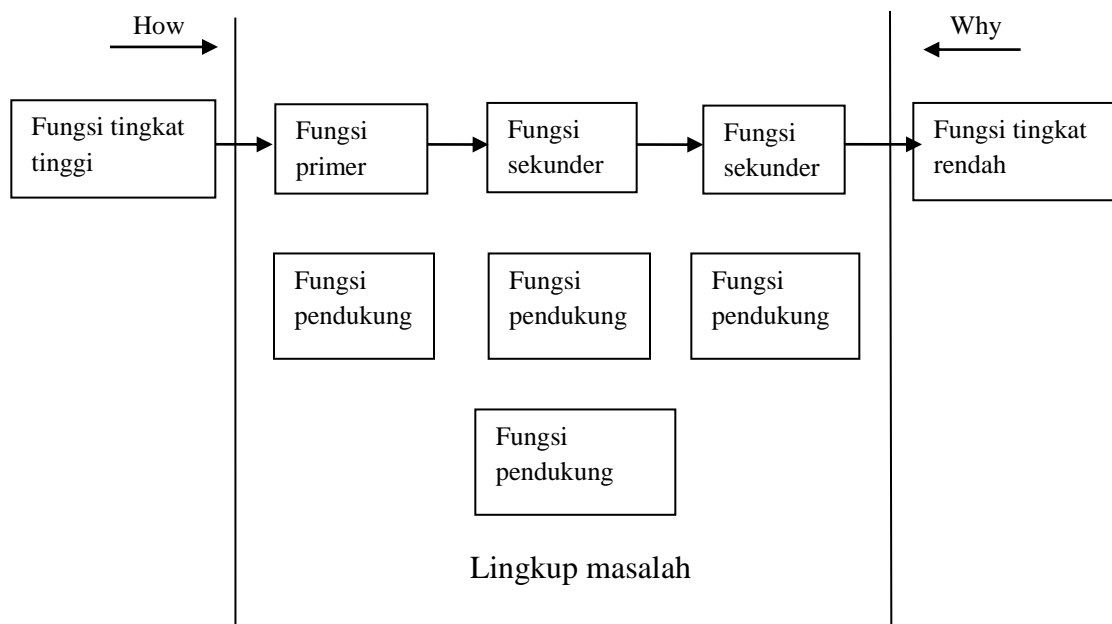
f. Fungsi terendah

Fungsi ini berada paling kanan dari fungsi lain pada diagram FAST.

g. Lingkungan masalah

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

Pada diagram FAST 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 FAST dilakukan dengan menggunakan (2) dua buah pertanyaan, yaitu: bagaimana (how) dan mengapa (why). Berikut ini akan diberikan penjelasan tentang diagram FAST dalam bentuk diagram.



Gambar 2.2 Fast Diagram

Pada *FAST diagram* dijelaskan konsep pemikiran pada fase desain and fase konstruksi. Pada fase desain menjelaskan bagaimana cara yang dilakukan untuk memecahkan masalah yang akan timbul. Sedangkan pada masa konstruksi dijelaskan bagaimana cara yang dilakukan untuk memecahkan masalah yang timbul.

2.9 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 dengan nilai antara 0 sampai dengan 10.

Tabel 2.1 Matrik Kelayakan

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

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.

2.10 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 operasional dan sebagainya. Pada matrik evaluasi dilakukan penilaian terhadap alternatif-alternatif yang ditampilkan dan penilaian ini dilakukan dengan mempertimbangkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan. Langkah-langkah penilaian dengan menggunakan matrik evaluasi ini adalah 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 alternative
 6. Memilih alternatif terbaik berdasarkan total nilai terbesar
- Agar lebih jelasnya, pembuatan matrik evaluasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 Matrik Evaluasi

NO	ALTERNATIF TERPILIH	KRITERIA								TOTAL	RANKING
		A F1	B F2	C F3	D F4	E F5	F F6	...	n Fn		
1	Alternatif 1										
2	Alternatif 2										
3	Alternatif 3										
4	Alternatif 4										
.											
.											
.											
N	Alternatif n										

2.11 ANALISA HIRARKI

Dalam analisa hirarki, prinsip penyusunan hirarki digunakan untuk merinci suatu keadaan komplek ke dalam komponen-komponennya, kemudian mengatur bagian-bagian komponen tersebut dalam bentuk hirarki. Pada analisa hirarki, masalah yang paling utama adalah melakukan perbandingan berpasangan(judgement) antar faktor pada suatu hirarki. Setelah dilakukannya penilaian perbandingan berpasangan, maka sebagai hasil analisis adalah menentukan faktor mana yang memiliki prioritas tertinggi. Langkah selanjutnya adalah mengadakan pengujian konsistensi terhadap hasil analisis prioritas tertinggi di atas. Thomas L. Saaty (1991) merupakan seorang ahli matematika yang mengembangkan analisa ini pertama kali, metode ini sudah banyak digunakan secara luas dalam segala bidang disiplin ilmu. Prinsip-prinsip analisa hirarki adalah sebagai berikut :

1. Prinsip menyusun hirarki
2. Prinsip menetapkan prioritas

3. Prinsip konsistensi logis

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 dengan ordo yang sesuai dengan jumlah elemen pada tingkat hirarki tersebut. Skala penilaian yang digunakan untuk perbandingan berpasangan dapat dilihat pada tabel 2.5

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 dibanding elemen Lain	Pengalaman mengatakan sedikit memihak pada sebuah Elemen
5	Satu elemen sesungguhnya lebih penting dari elemen Lain	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 dari elemen yang Lainnya	Pengalaman menunjukkan satu elemen sangat jelas lebih Penting

Sumber : Thomas L. Saaty (1991), pengambilan keputusan bagi para pemimpin, hal 85.

Metode analisis ini mempunyai beberapa kelebihan sebagai berikut :

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

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

Tabel 2.4 Matrik perbandingan berpasangan

Kreteria	K^1	K^2	K^3	...	K^n
K^1	1	N^1	N^2	.	N^{j-1}
K^2	.	.	N^3	.	N^{j-2}
K^3	.	.	1	.	N^{j-1}
...
...
K^n	1

Sumber : Thomas L. Saaty (1991)

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 elemenelemen pada matrik eugenvalue.

2.12 MENGUJI KONSISTENSI DATA

Konsistensi data di dapat dari rasio konsistensi (CR) yang merupakan hasil bagi antara indeks konsistensi (CI) dan indeks random (RI).

ConsistensiIndex(CI)

$$1. \text{ ConsistensiRatio(CR)} = \frac{\text{ConsistensiIndex(CI)}}{\text{Ratio Index (RI)}}$$

Ratio Index (RI)

2. Untuk mendapatkan nilai indeks konsistensi (CI) akan digunakan rumus :

$$\text{Consistensi Index (CI)} = \frac{\left[\frac{\sum_{k=1}^n \lambda_{\text{maks}}}{n} - n \right]}{n-1}$$

yang mana,

- CI : indeks konsistensi
 N : banyaknya elemen atau kriteria
 λ_{maks} : nilai eugenvalue maksimum

Indeks konsistensi diperoleh dengan mengurangkan eugenvalue maksimum terhadap n (jumlah elemen) dan membaginya dengan (n-1), sedangkan rasio indeks diperoleh dari tabel. Suatu data dapat dikatakan konsisten, apabila nilai rasio konsisten (CR) < 0,100. Sedangkan nilai tabel indeks random yang berhubungan dengan ordo matrik ditunjukkan pada tabel 2.7

Tabel 2.5 Indeks random perbandingan berpasangan

Banyaknya Elemen (n)	Indeks Random
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,40
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,48
11	1,49
12	1,51
13	1,56
14	1,57
15	1,59

2.13 TEKNIK PENGUKURAN DATA

Cara pengukuran data disini mempunyai hubungan satu dengan lainnya dan bertujuan adalah untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Setiap sampel yang diukur biasanya dibagi dalam beberapa variabel, yang meliputi antara lain :

2.13.1 Pengukuran Menurut Skala Likert

Prinsip pengukuran ini adalah semakin banyak jumlah pilihan atau alternatif yang diambil, maka akan semakin khusus pembagiannya. Tetapi semakin sedikit jumlah pilihan atau alternatif, maka akan semakin umum materi pembagiannya. Sistem pengukuran ini mempunyai keuntungan dan kelemahan yaitu :

Keuntungannya,

- a. Mudah dipakai, karena dalam penyusunan pertanyaan mengenai sikap dan menentukan skor relatif mudah, karena tiap pertanyaan dan jawaban diberi bobot berupa angka yang mudah untuk dipahami dan dijumlahkan.
- b. Mempunyai realibilitas dan mengurutkan jawaban berdasarkan intensitas sikap tertentu.

Kerugiannya,

- a. Tiap pertanyaan mempunyai bobot yang sama, hal ini tidak dapat dipertanggungjawabkan.
- b. Adanya kemungkinan responden mempunyai sikap yang sama intensitasnya, memiliki jawaban yang berlainan sehingga menghasilkan skor akhir yang berbeda.

2.13.2 Pengukuran Dengan Skala Pembobotan

Pengukuran dengan skala pembobotan ini dilakukan dengan jalan memberikan kebebasan kepada responden untuk melakukan penilaian. Penilaian yang dilakukan adalah memilih atau mengurutkan variabel-variabel yang menjadi kebutuhan menurut urutan prioritas yang dikehendaki.

Urutan prioritas dinyatakan dengan nomor urut 1 mendapat nilai 10. Variabel yang mempunyai nomor urut 2 mendapat nilai 9 dan seterusnya sampai nomor urut 10 mendapat nilai 1.

Dari hasil penilaian seluruh responden selanjutnya dilakukan penjumlahan nilai-nilai yang diberikan responden untuk tiap-tiap variabel kemudian dilakukan penentuan pembobotan masing-masing variabel pada desain yang diinginkan.

2.14 EVALUASI ALTERNATIF (*Evaluation of Alternative*)

Evaluasi sangat penting dilakukan untuk melihat alternatif mana yang terbaik dilakukan.

Teknik yang dapat dilakukan dalam melakukan evaluasi alternatif adalah:

1. *Weight matrix*
Evaluasi dari alternatif yang dihasilkan dengan menggunakan pembobotan pada setiap komponen.
2. *Other mathematical techniques*
Teknik matematika yang dapat digunakan dalam penentuan evaluasi alternatif yang dapat dilakukan.
3. *Voting*
Melakukan suara terbanyak (voting) yang dapat dilakukan untuk mendapatkan alternatif yang dipakai.
4. *Subjective evaluation*
Evaluasi yang dilakukan secara subyektif yang dipakai untuk menentukan alternatif yang dipakai.

2.15 DESAIN dan PENGEMBANGAN

Merancang dan mengembangkan produk, perlu dipahami terlebih dahulu mengenai konsep dasarnya, yang meliputi perspektif pengembangan, tantangan yang dihadapi dalam mengembangkan produk, karakter pengembangan produk dan tipe-tipe proyek pengembangan produk, seperti dijelaskan dibawah ini.

1. Perspektif Perancangan dan Pengembangan Produk.

Produk merupakan sesuatu yang dijual oleh perusahaan kepada pembeli. Perancangan dan pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari analisa persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahap produksi, penjualan dan pengiriman produk (Ulrich, Eppinger, 2001).

Berbagai industri telah melaksanakan pengembangan produk dengan efektif dan menyalurkan berbagai faktor yang mempengaruhinya dengan sangat baik, seringkali dipengaruhi oleh pasar pelanggan yang berubah dengan cepat. Keberhasilan produk yang dikembangkan tergantung dari respon konsumen, produk hasil pengembangan dikatakan sukses bilamana 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)

2. Definisi Prototipe.

Definisi prototipe hanya sebagai sebuah kata benda, dalam praktek pengembangan produk, kata tersebut digunakan sebagai kata benda, kata kerja, ataupun kata sifat. Definisi prototipe adalah “sebuah penaksiran produk melalui satu atau lebih dimensi yang menjadi perhatian” (Ulrich dan Eppinger, 2001)

Berdasarkan definisi ini, setiap wujud yang memperlihatkan sedikitnya satu aspek produk yang menarik bagi tim pengembangan produk dapat ditampilkan sebagai sebuah prototipe.

Prototipe diklasifikasikan menjadi dua dimensi. Dimensi pertama membagi prototipe menjadi dua yaitu prototipe fisik dan prototipe analitik. Prototipe fisik merupakan benda nyata yang dibuat untuk memperkirakan produk. Aspek-aspek dari produk yang diminati oleh tim pengembangan secara nyata dibuat menjadi suatu benda untuk pengujian dan percobaan. Prototipe analitik adalah lawan dari prototipe fisik yang hanya menampilkan produk yang tidak nyata, biasanya dalam bentuk matematis.

Dimensi kedua mengklasifikasikan prototipe menjadi dua pula yaitu prototipe menyeluruh dan prototipe terfokus. Prototipe menyeluruh mengimplementasikan sebagean besar atau semua atribut dari produk. Prototipe menyeluruh adalah yang diberikan kepada pelanggan untuk mengidentifikasi dari desain sebelum memutuskan diproduksi. Berlawanan dengan prototipe menyeluruh, prototipe terfokus hanya mengimplementasikan satu atau sedikit sekali atribut produk. Perlu dicatat bahwa

prototipe terfokus merupakan prototipe fisik maupun analitik, namun untuk produk fisik, prototipe menyeluruh biasanya merupakan prototipe fisik.

2.16 PENELITIAN TERDAHULU

1. Penelitian Agong wahyu satrio (2012) mengenai Alat Tambal Elektrik Dengan Pendekatan Value Engineering. Dengan tujuan untuk memberikan solusi terbaik alat tambal ban bagi masyarakat atau para pengguna motor yang sering mengalami gangguan terhadap ban motornya, yang mengakibatkan selalu mengandalkan jasa para tukang tambal ban di jalan-jalan, dan tanpa berfikir panjang dimana gangguan ban motor itu terjadi, dikeramaian ataupun ditempat dimana jarang sekali ada populasi manusia. Guna mendukung permasalahan yang ada peneliti dengan menggunakan disiplin ilmu yang tepat dan salah satu metode yang dipakai peneliti adalah dengan menggunakan metode rekayasa nilai (Value Engineering), dan didukung dengan metode Delphi yang mana untuk memudahkan dalam proses pengembangan alat tersebut. Pada rekayasa nilai yakni dengan pendekatan penganalisaan nilai terhadap fungsi objek, yang ditempuh adalah memunculkan, memilih, dan menentukan alternatif alat tambal ban elektrik yang bisa di bawa kemana-mana tanpa harus mengandalkan jasa tukang tambal ban jika mengalami gangguan terhadap ban motornya.
2. Rachmad Hidayat ; Anis Arendra (2012) dalam penelitiannya yang berjudul Re-Design Mesin Fermentasi Roti Menggunakan Pendekatan Value Engineering. Dengan tujuan untuk memberikan solusi terbaik meningkatkan kualitas roti dengan mendesain ulang pola distribusi panas dari mesin fermentasi roti supaya distribusi panas dalam mesin menjadi lebih merata. Selain itu, peneliti memilih jalan alternative yang lain dengan memanfaatkan dari sumber energi yang digunakan untuk mengurangi konsumsi listrik dari PLN dan menurunkan biaya operasional. Dengan perbaikan dalam distribusi panas diharapkan kualitas roti akan meningkat. Selain itu, dengan memilih alternative sumber energi yang lebih efisien akan menurunkan biaya operasional dan menurunkan harga roti. Tujuan dari yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: (1) meningkatkan performansi mesin fermentasi roti dengan memperbaiki pola distribusi panas dalam mesin, dan (2) meningkatkan efisiensi penggunaan energi dengan mengurangi konsumsi energi listrik PLN menggunakan alternatif sumber energi yang lain.