

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang dilaksanakan, diperlukan dasar – dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep – konsep yang dipermasalahkan dalam penelitian dan akan digunakan dalam analisis. Dalam bab ini akan dijelaskan beberapa dasar – dasar argumentasi atau teori yang digunakan dalam penelitian.

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu memaparkan beberapa konsep relevan yang berhubungan dengan penelitian ini:

1. Syviani, Dwiprabowo, dan Suryandari (2011) melakukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya dengan menggunakan berbagai macam bahan bakar. Penelitian dilakukan di Kabupaten Wonosobo pada beberapa Industri Kecil Menengah (IKM) makanan dan minuman (mamin). Uji coba menggunakan pelet kayu dilakukan di Kabupaten Cianjur pada industri tahu dan tempe. Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan analisis biaya untuk mengetahui perbandingan biaya penggunaan berbagai jenis bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya bahan bakar menggunakan pelet kayu menunjukkan nilai yang terkecil (2,3%) dari biaya produksi dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar lainnya, sedangkan biaya produksi tempe menggunakan pelet kayu menunjukkan nilai yang tinggi 5,5%. Pelet kayu merupakan bahan bakar yang memiliki kelebihan antara lain : hemat dalam penyimpanan, waktu memasak yang relatif singkat, dan rendah tingkat abu dan emisi. Kabupaten Wonosobo mempunyai potensi yang tinggi untuk pengembangan bahan bakar pelet kayu karena memiliki hutan negara dan hutan rakyat yang cukup luas. Pelet kayu merupakan bahan bakar yang cukup efisien untuk dikembangkan penggunaannya dalam industri.
2. Mustika (2014) dalam penelitiannya membahas mengenai pekerjaan yang mengalami keterlambatan dalam proyek pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Tahap II Universitas Brawijaya diantaranya yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan pasangan, dan pekerjaan beton. Faktor yang dominan menyebabkan keterlambatan didapatkan dari *minimal cut set* dengan pendekatan aljabar boolean diantaranya yaitu keterlambatan penandatanganan kontrak dari pekerjaan persiapan, serta manajemen konsultan pengawas yang kurang baik dari pekerjaan pasangan dan beton. Selain itu

besar nilai keandalan dari pekerjaan persiapan adalah 0,925 untuk pekerjaan pasangan sebesar 0,311 dan pekerjaan beton sebesar 0,358.

- Gharahasanlou, Mokhtarei, Khodayarei, dan Ataei (2014) melakukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk menginvestigasi probabilitas kemunculan kegagalan dari departemen *Crushing and Mixing Bed Hall* di *Azarabadegan Khoy cement plant* dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis*. Dari hasil analisis selama 200 jam kerja menunjukkan bahwa probabilitas kemunculan kegagalan untuk *crushing*, sistem *conveyor* departemen *crushing and mixing bed hall* adalah sebesar 73,64%, dan 95%. Dan subsistem dari *conveyor belt* memiliki probabilitas kegagalan sistem terbesar. Sehingga pada akhirnya diperlukan tindakan pengontrolan dan pencegahan terhadap masalah yang muncul tersebut.

Tabel 2.1 menunjukkan perbedaan antara seluruh penelitian terdahulu, dimana penelitian yang dilakukan oleh Syviani, Dwiprabowo, dan Suryandari (2011) hanya menggunakan metode analisis biaya dalam penelitiannya, Mustika (2014) menggunakan metode FTA saja, Gharahasanlou *et al* (2014) juga menggunakan metode FTA untuk menyelesaikan masalah. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini menggunakan kombinasi metode analisis biaya dan FTA untuk dapat menghitung total biaya *rework* serta memberikan saran perbaikan yang dapat meminimalkan biaya untuk aktivitas *rework* produk *furniture* di PT. ROMI VIOLETA Sidoarjo.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

| Keterangan | Syviani, Dwiprabowo, dan Suryandari (2011) | Mustika (2004) | Gharahasanlou, Mokhtarei, Khodayarei, dan Ataei (2014) | Penelitian Dilakukan |
|------------------|---|--|---|--|
| Topik Penelitian | Mengetahui perbandingan biaya dengan menggunakan beberapa bahan bakar | Menganalisis faktor dominan yang menyebabkan keterlambatan pada proyek pembangunan | Menganalisis kegagalan | Menghitung <i>total cost</i> tiap jenis <i>rework</i> dan menganalisis kegagalan |
| Objek Penelitian | Industri Kecil Menengah (IKM) makanan dan minuman di Kabupaten Wonosobo | Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Tahap II Universitas Brawijaya | Departemen <i>Crushing and Mixing Bed Hall</i> di <i>Azarabadegan Khoy Cement Plant</i> | <i>Rework</i> pada produk <i>furniture</i> PT. ROMI VIOLETA Sidoarjo |
| Metode | Analisis Biaya | FTA | FTA | Analisis Biaya dan FTA |

2.2 BIAYA

2.2.1 Pengertian Biaya

Konsep biaya merupakan konsep yang terpenting dalam akutansi manajemen dan akutansi biaya. Adapun tujuan memperoleh informasi biaya adalah digunakan untuk proses perencanaan, pengendalian, dan pembuatan keputusan.

Menurut Hansen dan Mowen (2004), biaya didefinisikan sebagai kas atau nilai ekuivalen kas yang dikorbankan untuk mendapatkan barang atau jasa yang diharapkan memberi manfaat saat ini atau dimasa yang akan datang bagi organisasi. Sedangkan menurut Supriyono (2000), biaya adalah pengorbanan ekonomis yang dibuat untuk memperoleh barang atau jasa.

The Commite on Cost Conseptcs and Standarts of The American Accounting Assosiation memberikan definisi untuk istilah *cost* sebagai berikut: “*Cost is foregoing measured in monetary terms incurred or potentially to be incurred to achive a specific objective.*” yang berarti biaya merupakan pengeluaran – pengeluaran yang diukur secara terus – menerus dalam uang atau yang potensial harus dikeluarkan untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Istilah – istilah dan konsep dalam menghitung biaya digunakan dalam pengertian yang berbeda – beda, oleh karena tergantung kondisi, tujuan, dan pihak yang akan menggunakannya (Adikoesoemah, 1982).

Pass, Lowes, dan Davis (1998), menyatakan bahwa biaya merupakan pembayaran yang ditimbulkan oleh perusahaan untuk memproduksi outputnya. Jadi menurut beberapa pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa biaya merupakan kas atau nilai ekuivalen kas yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mendapatkan barang atau jasa yang diharapkan guna untuk memberikan suatu manfaat yaitu peningkatan laba. Dalam arti luas biaya adalah pengorbanan sumber ekonomis yang diukur dalam satuan uang, yang telah terjadi atau mungkin terjadi untuk mencapai tujuan tertentu.

2.2.2 Penggolongan Biaya

Penggolongan adalah proses pengelompokan atas seluruh elemen yang ada kedalam golongan – golongan tertentu, yang lebih ringkas untuk dapat memberikan informasi biaya yang lebih berarti. Informasi biaya dapat digunakan oleh menejemen untuk berbagai tujuan, dalam menggolongkan biaya harus disesuaikan dengan tujuan dari informasi biaya yang akan disajikan. Jika tujuan manajemen berbeda, maka diperlukan penggolongan biaya yang berbeda pula. Kebutuhan informasi ini mendorong timbulnya berbagai cara penggolongan biaya yang berbeda sesuai dengan tujuan yang berbeda (*different cost*

classifications for different purpose). Berikut ini adalah beberapa cara penggolongan biaya yaitu:

1) Penggolongan biaya sesuai dengan tujuan pengambilan keputusan

Berdasarkan tujuan pengambilan keputusan manajemen, biaya dapat dikelompokkan ke dalam:

a. Biaya Relevan (*relevant cost*)

Biaya relevan merupakan biaya yang terjadi pada suatu alternatif tindakan tertentu, tetapi tidak terjadi pada alternatif tindakan lain. Biaya relevan akan mempengaruhi pengambilan keputusan, oleh karena itu biaya relevan harus dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan. Biaya relevan mempunyai ciri khusus, yaitu:

- Biaya relevan merupakan biaya masa yang akan datang (*future cost*), bukan biaya masa lalu.
- Biaya yang berbeda antara dua alternatif atau lebih yang mempengaruhi pengambilan keputusan.

b. Biaya Tidak Relevan (*irrelevant cost*)

Biaya tidak relevan merupakan biaya yang tidak berbeda diantara alternatif tindakan yang ada. Biaya tidak relevan tidak mempengaruhi pengambilan keputusan dan akan tetap sama jumlahnya tanpa memperhatikan alternatif yang dipilih. Oleh karena itu biaya tidak relevan tidak harus dipertimbangkan dalam membuat keputusan.

2) Penggolongan biaya sesuai dengan prilakunya dalam hubungannya dengan perubahan aktivitas atau kegiatan atau volume.

Untuk tujuan perencanaan dan pengendalian biaya serta pengambilan keputusan, biaya dapat digolongkan sesuai dengan tingkah lakunya dalam hubungannya dengan perubahan volume kegiatan yang dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu:

a. Biaya Tetap (*fixed cost*)

Biaya tetap adalah biaya yang jumlah totalnya tetap konstan, tidak dipengaruhi oleh perubahan volume kegiatan atau aktivitas sampai dengan tingkatan tertentu. Biaya tetap per unit berbanding terbalik secara proporsional dengan perubahan volume kegiatan atau kapasitas. Semakin tinggi tingkat kegiatan, maka semakin rendah biaya tetap per unit. Semakin rendah tingkat kegiatan, semakin tinggi biaya tetap per unit.

b. Biaya Variabel (*variable cost*)

Biaya variabel adalah biaya yang jumlah totalnya berubah secara sebanding (proporsional) dengan perubahan volume kegiatan. Semakin tinggi volume kegiatan atau aktivitas, maka secara proporsional semakin tinggi pula total biaya variabel. Semakin rendah volume kegiatan, maka secara proporsional semakin rendah pula biaya variabel.

c. Biaya Semivariabel (*semivariable cost/mixed cost*)

Biaya semivariabel adalah biaya yang mempunyai elemen biaya tetap dan biaya variabel di dalamnya. Elemen biaya tetap merupakan jumlah biaya minimum untuk menyediakan jasa sedangkan elemen biaya variabel merupakan bagian dari biaya semivariabel yang dipengaruhi oleh volume kegiatan perubahan volume kegiatan, akan tetapi tingkat perubahannya tidak proporsional atau sebanding. Semakin tinggi volume kegiatan, semakin tinggi pula jumlah biaya semivariabel, Semakin rendah volume kegiatan semakin rendah pula jumlah biaya semivariabel, tetapi perubahannya tidak proporsional dengan perubahan volume kegiatan.

2.3 ANALISIS BIAYA

Menurut Gani (1996), analisis biaya adalah suatu proses menata kembali data atau informasi yang ada dalam laporan keuangan untuk memperoleh usulan biaya satuan unit. Tujuan dari analisis biaya adalah memungkinkan manajemen untuk menentukan profitabilitas unit/bagian dengan menyesuaikan total penerimaannya pada total biaya langsung dan tidak langsung memperhitungkan secara sistematis biaya – biaya tiap unit, untuk mendapatkan gambaran biaya satuan (*unit cost*) yang akan digunakan untuk penetapan harga dan memberikan informasi yang tepat waktu dan akurasi yang diperlukan untuk mempertahankan kelangsungan keuangan suatu institusi. (Mills, 1991)

2.4 ANALISIS BIAYA PRODUKSI

Biaya dapat digolongkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah biaya produksi. Menurut Soemarso (1996), pengertian biaya produksi adalah biaya yang dibebankan dalam proses produksi selama suatu periode. Biaya ini terdiri dalam proses awal ditambah biaya pabrik. Termasuk dalam biaya-biaya yang dibebankan pada persediaan dalam proses akhir periode.

Menurut Mulyadi (1999), pengertian biaya produksi adalah pengorbanan sumber ekonomi, yang diukur dalam satuan uang, yang telah terjadi untuk tujuan tertentu. Sedangkan menurut Mas'ud Machfoedz (1989), pengertian biaya produksi merupakan

biaya yang dipakai untuk menilai persediaan yang dicantumkan dalam laporan keuangan dan jumlahnya relatif lebih besar daripada jenis biaya lain yang selalu terjadi berulang-ulang dalam pola yang sama secara rutin.

Menurut L. Gayle Rayburn (1996) *“Production costs include the direct material, direct labor, and factory overhead incurred to produce a good or service”*. Biaya produksi merupakan pengeluaran biaya terbesar bagi perusahaan manufaktur, oleh karena itu pihak manajemen harus melakukan suatu pengendalian biaya produksi dan mengoptimalkan pemanfaatannya secara rasional dan sistematis agar biaya produksi menjadi rasional dan efektif.

Biaya produksi dapat dikatakan efisien apabila pengeluaran biaya tersebut tidak terjadi suatu pemborosan serta mampu menghasilkan output produk dengan kuantitas dan kualitas yang baik, untuk itu diperlukan suatu usaha yang sistematis pada perusahaan dengan cara membandingkan prestasi kerja dengan rencana dan membuat tindakan tepat atas perbedaannya.

Dalam kegiatan produksi sebuah produk jadi, perusahaan harus mengukur biaya – biaya yang sudah dikeluarkan sebagai dasar menentukan harga pokok produk, apabila terjadinya keterlambatan pengendalian akan mengakibatkan biaya meningkat dan profitabilitas menurun. Selain hal tersebut, perusahaan dalam melakukan suatu kegiatan produksinya memerlukan biaya guna mengolah bahan baku menjadi produk jadi. Biaya yang dikeluarkan tersebut akan diakumulasikan ke biaya produksi.

Jadi dapat disimpulkan biaya produksi adalah seluruh biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan yang berhubungan dengan fungsi atau kegiatan dalam pengolahan bahan baku menjadi produk jadi yang mempunyai nilai jual. Secara garis besar biaya produksi mempunyai elemen-elemen, yaitu biaya bahan baku langsung, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya overhead pabrik.

1. Biaya bahan baku

Menurut prinsip akuntansi yang lazim, semua biaya yang terjadi untuk memperoleh bahan baku dan untuk menempatkannya dalam keadaan siap diolah, merupakan unsur harga pokok bahan baku yang dibeli. Harga pokok bahan baku terdiri dari harga beli yang tercantum dalam faktur dari penjual ditambah biaya angkutan, biaya – biaya pembelian lain serta biaya yang dikeluarkan untuk menyiapkan bahan baku tersebut dalam keadaan siap diolah.

Biaya angkutan bahan baku dapat diperlakukan dengan dua cara: diperhitungkan sebagai tambahan harga pokok bahan baku yang dibeli atau diperlakukan sebagai

unsur biaya overhead pabrik. Biaya angkutan diperhitungkan sebagai tambahan harga pokok bahan baku yang dibeli dengan dasar perbandingan kuantitas, perbandingan harga faktur, atau dengan tarif yang ditentukan dimuka.

2. Biaya tenaga kerja langsung

Menurut Supriyono (1999), biaya tenaga kerja langsung adalah balas jasa yang diberikan kepada karyawan pabrik yang manfaatnya dapat didefinisikan atau diikuti jejaknya pada produk yang dihasilkan perusahaan. Jadi biaya tenaga kerja langsung adalah karyawan yang dikerahkan untuk mengubah bahan langsung menjadi barang jadi. Biaya ini meliputi gaji para karyawan yang dapat dibebankan kepada produk tertentu.

3. Biaya overhead pabrik

Menurut Supriyono (1999), pengertian biaya overhead pabrik adalah produksi selain biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung yang elemennya dapat digolongkan ke dalam biaya bahan penolong, biaya tenaga kerja tidak langsung, penyusutan dan amortisasi aktiva tetap pabrik, pemeliharaan aktiva tetap pabrik, biaya listrik, biaya asuransi dan biaya overhead lain.

Dari definisi diatas dapat diambil simpulan bahwa biaya Overhead Pabrik adalah komponen biaya selain biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung yang sulit didefinisikan tetapi menunjang proses produksi suatu perusahaan.

Berdasarkan penjelasan diatas juga dapat disimpulkan bahwa ketiga unsur harga pokok produksi merupakan suatu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan, karena antara biaya yang satu dengan yang lainnya terdapat saling keterkaitan.

2.5 FAULT TREE ANALYSIS (FTA)

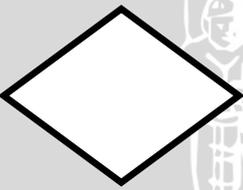
Menurut Vesely (2002), FTA adalah metode analisa, dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan yang disebut dengan *undesired event* terjadi pada suatu sistem, dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin menyebabkan terjadinya *undesired event* tersebut. Penguraian setiap elemen yang menyebabkan terjadi *undesired event* tersebut dilakukan dengan menggunakan pohon kesalahan. Pohon kesalahan adalah suatu model grafis yang merupakan gambaran hubungan timbal balik yang logis dari peristiwa-peristiwa dasar yang telah didefinisikan sebelumnya. Pembangunan model pohon kesalahan (*Fault Tree*) dilakukan dengan cara wawancara dengan manajemen dan melakukan pengamatan terhadap proses yang diinginkan.

Langkah-langkah membangun FTA:

1. Mendefinisikan permasalahan
2. Mempelajari sistem dengan cara mengetahui proses yang berlaku, lingkungan kerja, dan prosedur operasi
3. Mengembangkan pohon kesalahan

Tabel 2.2 merupakan simbol-simbol FTA yang akan digunakan pada penelitian ini. Simbol FTA dikelompokkan menjadi tiga yaitu *event*, *gate*, dan *transfer*. *Event* adalah sekumpulan simbol yang berfungsi untuk mendeskripsikan suatu kejadian yang terjadi pada suatu sistem, *gate* adalah kumpulan dari simbol yang berfungsi untuk mendeskripsikan hubungan antara kejadian (*event*) dalam sistem, dan *transfer* berfungsi sebagai penghubung apabila pohon kesalahan akan dikembangkan lebih lanjut:

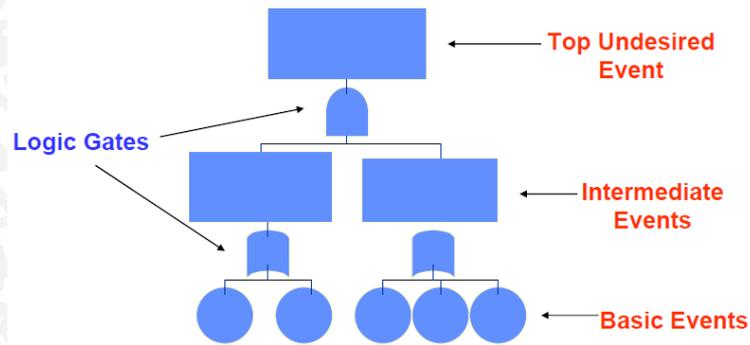
Tabel 2.4 Simbol-simbol FTA

| Event | | |
|------------------|---|--|
| Nama | Simbol | Keterangan |
| <i>Circle</i> |  | Gambar <i>circle</i> menunjukkan kejadian pada level paling bawah (<i>lowest level failure event</i>) atau disebut kejadian paling dasar (<i>basic event</i>) |
| <i>Elipse</i> |  | Gambar <i>elipse</i> menunjukkan kejadian pada level paling atas (<i>top level event</i>) dalam pohon kesalahan |
| <i>Diamond</i> |  | Gambar <i>diamond</i> menunjukkan kejadian yang tidak terduga (<i>undeveloped event</i>). Kejadian ini tidak terlihat pada pohon kesalahan dan dianggap sebagai kejadian paling awal yang menyebabkan kerusakan. |
| <i>House</i> |  | Gambar <i>house</i> menunjukkan kejadian <i>input</i> (<i>input event</i>) dan merupakan kegiatan terkendali (<i>signal</i>), kegiatan ini dapat menyebabkan kerusakan. |
| <i>Rectangle</i> |  | Gambar <i>rectangle</i> menunjukkan kejadian pada level menengah (<i>intermediate fault event</i>) dalam pohon kesalahan |

| <i>Gate</i> | | |
|---------------------|---|--|
| And |  | <i>Output</i> kesalahan muncul ketika seluruh input kesalahan tersebut muncul |
| Or |  | <i>Output</i> kesalahan muncul ketika sedikitnya salah satu input kesalahan muncul |
| <i>Exclusive or</i> |  | <i>Output</i> kesalahan muncul jika tepat satu dari input kesalahan muncul |
| <i>Transfer</i> | | |
| <i>Transfer in</i> |  | Mengidentifikasi bahwa pohon kesalahan dikembangkan lebih lanjut pada kemunculan simbol penghubung <i>transfer out</i> |
| <i>Transfer out</i> |  | Mengidentifikasi bagian dari pohon harus ditambahkan pada simbol <i>transfer out</i> |

(Sumber: Vesely, 2002)

Gambar 2.1 merupakan contoh metode *Fault Tree Analysis* (FTA) yang digunakan untuk mencari penyebab-penyebab dari *undesired event*. Dimana *top event* dari pohon kesalahan adalah sebuah *undesired event* yang kemudian dijabarkan menjadi *middle events* yang disebut dengan *intermediate events* dan bagian dasar dari sebuah pohon kesalahan adalah penyebab dasar (*causal basic events*) atau kejadian primer. Dimana hubungan pada setiap kejadian digambarkan dengan *logical symbols* atau *gates*.



Gambar 2.1 Contoh Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)
Sumber: Vesely (2002)

Menurut Priyanta (2000), terdapat 5 tahapan untuk melakukan *Fault Tree Analysis* (FTA), yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau.

Ada dua tahapan yang harus dilakukan, yaitu:

a. Mendefinisikan *critical event* (kejadian kritis)

Critical event disebut juga dengan *top event*. *Top event* harus didefinisikan secara jelas. Deskripsi dari *top event* seharusnya memberikan jawaban terhadap pertanyaan yaitu:

- 1) *What* mendeskripsikan *top event*/kejadian apa yang sedang terjadi
- 2) *Where* mendeskripsikan dimana *top event* terjadi
- 3) *When* mendeskripsikan kapan *top event* terjadi

b. Mendefinisikan *boundary condition* (kondisi batas)

Kondisi batas didefinisikan secara hati-hati agar analisa dapat dilakukan secara konsisten. Ada beberapa pemahaman diantaranya:

- 1) Batas fisik sistem yaitu memilih bagian mana dari sistem yang akan dimasukkan dalam analisa
- 2) Kondisi awal yaitu kondisi sistem dalam menjalankan fungsinya pada saat *top event* terjadi
- 3) Kondisi batas eksternal yaitu kondisi luar yang perlu disertakan dalam analisa
- 4) Level dari resolusi yaitu detail dalam mengidentifikasi faktor yang menyebabkan kegagalan

2. Penggambaran model grafis *Fault Tree*

Penggambaran model grafis *Fault Tree* selalu berawal dari *top event*. Oleh karena itu, berbagai *fault event* (kejadian gagal) yang secara langsung, penting, dan berbagai

penyebab terjadinya *top event* harus secara hati-hati dan teliti diidentifikasi. Penyebab level pertama dibawah *top event* (*critical event*) harus disusun secara terstruktur. Level pertama ini sering disebut dengan *top structure* dari sebuah *fault tree* (pohon kegagalan). *Top structure* ini sering diambil dalam kegagalan modul-modul utama sistem, atau fungsi utama dari sistem. Analisa dilanjutkan level demi level sampai *fault event* (kejadian gagal) telah dikembangkan sampai pada resolusi yang ditentukan.

Adapun beberapa aturan dalam menggambarkan model grafis FTA, diantaranya sebagai berikut:

- a. Mendeskripsikan *fault event* (kejadian gagal)

Yaitu masing-masing *basic event* (kejadian dasar) harus didefinisikan secara teliti (apa, dimana, kapan) dalam sebuah kotak.
 - b. Mengevaluasi *fault event* (kejadian gagal)

Sebuah *basic event* (kejadian dasar) di dalam sebuah *fault tree* merupakan *primary failures* yang menunjukkan komponen penyebab dari kegagalan terjadinya *top event*. Dan terdapat juga sebutan *secondary failures* dan *command faults* yang mana kejadian merupakan *intermediate events* yang membutuhkan identifikasi/pengembangan lebih jauh untuk mengetahui komponen penyebab dari kegagalan/terjadinya *top event*.
 - c. Melengkapi semua gerbang logika (*logical gate*)

Semua *input* dari beberapa kejadian ke gerbang tertentu harus didefinisikan dengan lengkap dan dideskripsikan sebelum memproses gerbang lainnya. *Fault tree* harus diselesaikan pada masing-masing level sampai ke *basic event* (kejadian dasar) sebelum memulai level berikutnya.
3. Mencari *minimal cut set* dari analisa *Fault Tree*
- Fault tree* membentuk berbagai kombinasi dari *fault event* yang mengarah pada terjadinya *top event*. Kombinasi dari berbagai *fault event* (kejadian gagal) disebut dengan *cut set*. Sebuah *cut* didefinisikan sebagai *basic event* yang bila terjadi akan mengakibatkan terjadinya *top event*. Sebuah *cut set* dikatakan sebagai *minimal cut set* jika *cut set* tersebut tidak dapat direduksi tanpa menghilangkan statusnya sebagai *cut set*. Untuk mencari *minimal cut set* dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan aljabar boolean.

4. Melakukan analisa kualitatif dari *Fault Tree*

Evaluasi kualitatif dari sebuah *Fault Tree* dapat dilakukan berdasarkan *minimal cut set*.

5. Melakukan analisa kuantitatif dari *Fault Tree*

Analisa kuantitatif pada *Fault Tree* dengan menggunakan probabilitas. Jadi dapat digunakan untuk menentukan mana penyebab yang harus diprioritaskan berdasarkan probabilitas kejadian yang terbesar.

2.6 ALJABAR BOOLEAN

Konsep dasar aljabar Boole (Boolean Algebra) diciptakan oleh seorang matematisi Inggris George Boole, pada tahun 1854. Pada tahun 1938 Claude Shannon, seorang ahli komunikasi, memanfaatkan dan menyempurnakan konsep Boole tersebut. Pada saat ini, aljabar Boolean berperan sangat penting, tidak hanya dalam logika, tetapi juga di bidang lain seperti teori peluang, teori komunikasi, teori himpunan, dan lain-lain.

Pendekatan aljabar boolean berawal dari *top event* dan mendeskripsikannya secara logis dalam *basic event*, *undeveloped event* dan *intermediate event*. Semua *intermediate event* akan digantikan oleh *event-event* pada hirarki yang lebih rendah. Hal ini terus dilakukan sampai pernyataan logika yang menyatakan *top event* semuanya dalam bentuk *basic event* dan *undeveloped event*.

Aljabar Boolean berlaku hukum-hukum persamaan yang dapat ditunjukkan pada persamaan-persamaan berikut (Priyanta, 2000):

1. Hukum Dasar

$$AA = A \quad (2-1)$$

$$A + A = A \quad (2-2)$$

$$A(A+B) = A \quad (2-3)$$

$$A\bar{A} = 0 \quad (2-4)$$

$$A + \bar{A} = 1 \quad (2-5)$$

2. Hukum Komutatif

$$AB = BA \quad (2-6)$$

$$A + B = B + A \quad (2-7)$$

3. Hukum Asosiatif

$$A(BC) = (AB)C \quad (2-8)$$

$$A+(B+C) = (A+B)+C \quad (2-9)$$

4. Hukum Distributif

$$A(B+C) = AB + AC \quad (2-10)$$

$$A + BC = (A+B)(A+C) \quad (2-11)$$

5. Hukum yang Melibatkan 1 dan 0

$$0A = 0 \quad (2-12)$$

$$1A = A \quad (2-13)$$

$$0 + A = A \quad (2-14)$$

$$1 + A = 1 \quad (2-15)$$

6. Hukum De Morgan

$$\overline{AB} = \overline{A} + \overline{B} \quad (2-16)$$

$$\overline{A + B} = \overline{A} \overline{B} \quad (2-17)$$

