

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Simamora M dkk (2005) melakukan penelitian tentang Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Keterlambatan Proyek. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penyebab keterlambatan diuraikan sebagai berikut:

1. Perencanaan yang tidak lengkap sehingga terjadi perubahan desain,
2. Kekurangan tenaga kerja,
3. Keterlambatan bahan atau material,
4. Kondisi keuangan dari pelaksana atau kontraktor yang jelek,
5. Ketersediaan keuangan *owner*,
6. Manajemen kontrak yang kurang baik,
7. Koordinasi yang kurang baik antara kontraktor dan konsultan,
8. Tidak tersedianya manajemen konstruksi yang professional,
9. Kekurangan peralatan dari pelaksana atau kontraktor,
10. Keputusan *owner* yang lambat,

Ridhati Amalia (2012) melakukan penelitian mengenai Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Sidoarjo Town Square Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode yang direncanakan dalam pembahasan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi terjadinya keterlambatan yaitu Metode FTA. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa item pekerjaan yang mengalami

keterlambatan yaitu: pekerjaan struktur GWT STP, pekerjaan finishing fasade dan canopy, dan pekerjaan atap. Dari hasil analisa FTA dari ketiga top event, didapatkan bahwa keterlambatan terjadi dikarenakan perubahan desain serta perijinan, dimana keduanya akibat faktor penyebab keterlambatan dari pihak owner.

Muhamad Asikin (2011) melakukan penelitian mengenai Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Tidak Tercapainya Waktu Kontrak Pada Proyek Pembangunan Jalan Nasional (Studi Kasus: Proyek-proyek Pembangunan Jalan Nasional Lintas Barat di Propinsi Sulawesi Tengah). Dari hasil penelitian, faktor-faktor yang mempengaruhi tidak tercapainya waktu kontrak secara signifikan adalah faktor sumber daya manusia dengan nilai Koefisien  $\beta$  sebesar 0.287, faktor perubahan desain dengan nilai Koefisien  $\beta$  sebesar 0.312, faktor peralatan dengan nilai Koefisien  $\beta$  sebesar 0.339, faktor lingkungan kerja dengan nilai Koefisien  $\beta$  sebesar -0,280 dan faktor keuangan dengan nilai Koefisien  $\beta$  sebesar 0,536 Faktor yang paling dominan ditunjukkan oleh nilai terstandarisasi tertinggi, yaitu faktor keuangan dengan nilai Koefisien  $\beta$  sebesar 0,536. Strategi mengatasinya adalah sebelum pelaksanaan dimulai ke tiga belah pihak (*owner*, kontraktor dan konsultan pengawas) harus melaksanakan rapat pra pelaksana untuk membahas hal-hal yang telah di sepakati dalam kontrak terutama menyangkut metode spesifikasi dan administrasi yang disyaratkan, sehingga dalam pelaksanaan pekerjaan mempunyai persamaan persepsi dan pengertian yang sama. Kontraktor pelaksana harus mengacu kepada aturan yang dinyatakan sesuai yang disepakati. Konsultan harus mengawasi pelaksanaan pekerjaan yang dilaksanakan kontraktor dengan ketat sesuai waktu yang telah ditetapkan.

Reffi Ike Parastiwi (2015) melakukan penelitian tentang Analisa Penyebab Keterlambatan Proyek Pada Pembangunan Apartemen Royal Cityloft dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Penelitian ini mengidentifikasi pekerjaan apa saja yang mengalami keterlambatan dan mengelompokkannya ke dalam *top event* dan dibuat struktur *top down*. Selanjutnya membuat model grafis FTA dengan mengidentifikasi mulai dari kejadian *top event* dan dibuat struktur *top down* sampai ke urutan atau kejadian yang paling mendasar. Hasil Analisa didapat pekerjaan yang mengalami keterlambatan adalah pada pekerjaan struktur lantai 3, pekerjaan kanopi utama lantai groundfloor dan masalah perijinan. Faktor yang sering menyebabkan keterlambatan yaitu faktor kontraktor, faktor owner dan faktor konsultan.

Penyebab-penyebab keterlambatan yang dikonfirmasi dari sisi lapangan menggunakan kuesioner yang didistribusikan pada kontraktor, menunjukkan bahwa masalah-masalah tidak seksamanya rencana kerja, tidak tersedianya sumber daya dan kurangnya komunikasi/koordinasi merupakan faktor-faktor sebagai penyebab keterlambatan dari sisi kontraktor. Dari sisi pemilik proyek masalah ketidaklengkapan dan ketidakjelasan desain dan lingkup pekerjaan. Masalah sistim pengawasan dan pengendalian proyek merupakan faktor yang dominan sebagai faktor keterlambatan dalam pelaksanaan proyek-proyek gedung (Proboyo, 1999).

Penyebab keterlambatan waktu penyelesaian proyek menurut Shi (2001) adalah: 1) keterlambatan dimulainya suatu aktifitas akibat sumberdaya yang tidak tersedia, keterlambatan pengiriman material, keterlambatan informasi desain,

keterlambatan penyelesaian aktifitas yang mendahului 2) adanya aktifitas yang diperpanjang durasinya karena kondisi cuaca yang buruk, keputusan pihak manajemen, perubahan kondisi lapangan, perubahan lingkup pekerjaan dan sumberdaya yang tidak mencukupi. Dari penelitian yang telah dilakukan tersebut, belum terlihat penelitian mengenai analisis faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan pelaksanaan pekerjaan proyek peningkatan jalan (Studi Kasus: Proyek Pembangun Jalan Mahak Baru-Sei Barang Kabupaten Malinau Provinsi Kalimantan Timur). Oleh karena itu penelitian lebih lanjut mengenai penelitian tersebut perlu dilakukan.

## **2.2. Proyek**

Karakteristik proyek konstruksi dapat dipandang dalam tiga dimensi, yaitu unik, melibatkan sejumlah sumber daya dan membutuhkan organisasi. Pencapaian tujuannya tidak dilakukan melalui kegiatan yang berulang-ulang atau rutin sebagaimana dengan organisasi pada umumnya. Proyek adalah kegiatan sekali lewat, dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang telah ditentukan, misalnya produk atau fasilitas produksi. Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dengan jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 2001).

Menurut Dipohusodo (1995), proyek adalah suatu upaya yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan-harapan penting

dengan menggunakan anggaran dan serta sumber daya yang tersedia yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.

Proyek menurut Ervianto (2003), adalah suatu rangkaian aktifitas yang dapat direncanakan yang di dalamnya menggunakan sumber-sumber keuangan, tenaga kerja dan lain-lainnya mendapatkan manfaat atau hasil masa yang akan datang. Aktifitas proyek ini mempunyai saat mulai dan saat berakhir.

Mengenai konstruksi, Barrie and Paulson (1984) menyampaikan bahwa konstruksi merupakan suatu proses dimana rencana dan spesifikasi para perancang dikonversikan menjadi struktur dan fasilitas fisik. Hal ini melibatkan pengorganisasian dan koordinasi dari semua sumber untuk proyek yakni tenaga kerja, peralatan konstruksi, material-material tetap dan sementara, persediaan dan keperluan umum, dana teknologi dan metode serta waktu untuk menyelesaikan tepat waktunya, dalam batas-batas anggarannya dan sesuai dengan standar kualitas dan pelaksanaan yang dispesifikasikan oleh perancang.

Berdasarkan pengertian proyek dan konstruksi, selanjutnya proyek konstruksi dapat didefinisikan sebagai proyek yang berkaitan dengan upaya pembangunan sesuatu bangunan infrastruktur, yang umumnya mencakup pekerjaan utama dan termasuk didalamnya adalah bidang teknik sipil dan bangunan. Dan juga tidak sedikit yang melibatkan disiplin ilmu lainnya seperti: teknik industri, teknik mesin, teknik elektro, geoteknik, lansekap dan lain sebagainya.

Bangunan-bangunan tersebut meliputi aspek kepentingan masyarakat yang sangat luas sejak berupa perumahan untuk tempat tinggal, apartemen, gedung-

gedung perkantoran berlantai banyak, pabrik dan bangunan-bangunan industri, jembatan, jalan raya yang termasuk didalamnya jalan layang, jalan kereta api, *subway*, serta bangunan pembangkit tenaga listrik, bendungan dan lain-lain.

Dalam mencapai tujuannya, kegiatan proyek mempunyai tiga pembatas (*triple constraint*), yang merupakan suatu parameter penting untuk mengukur kesuksesan pelaksanaan suatu proyek. Tiga hal ini adalah (Soeharto, 2001):

1. Tepat Anggaran (biaya).

Anggaran menunjukkan perencanaan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu, yang dibuat dalam bentuk uang, jam per tenaga kerja dan lain-lain. Tetapi karena bentuk-bentuk tersebut dapat dikonversi menjadi uang, maka anggaran pada umumnya disiapkan dalam bentuk uang. Biaya-biaya suatu proyek dicantumkan dalam anggaran proyek yang biasanya disebut dengan *control budget*. Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran.

2. Tepat Jadwal (Waktu).

Jadwal adalah penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai sasaran. Pada jadwal telah dimasukkan faktor waktu. Jadwal menunjukkan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap paket kerja dan hubungan di antara paket-paket pekerjaan (paket pekerjaan mana saja yang harus diselesaikan sebelum paket yang lain dimulai). Susunan dari hubungan ini disebut

sebagai *network*. Proyek harus dikerjakan dalam batasan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan.

### 3. Kinerja (Lingkup dan Kualitas).

Lingkup proyek adalah total jumlah kegiatan serta spesifikasi dari setiap paket pekerjaan yang harus dilakukan untuk menghasilkan produk yang diinginkan oleh klien. Mutu, dalam kaitannya dengan proyek, diartikan sebagai memenuhi syarat untuk penggunaan yang telah ditentukan.

Ketiga batasan tersebut bersifat tarik-menarik (*trade-off*) yang biasa, terlihat sebagai akibat *speed up* dari salah satu kegiatan. Artinya, karena satu hal dan hal lain, terdapat keterlambatan dalam memulai kegiatan lainnya. Misalnya jika ingin meningkatkan mutu produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya akan berakibat pada naiknya biaya melebihi anggaran. Sebaliknya, bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal. Dari sudut ukuran teknis, ukuran keberhasilan proyek dikaitkan dengan sejauh mana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi.

#### **2.2.1 Manajemen Proyek**

Keberhasilan suatu proyek membutuhkan perencanaan, koordinasi dan pengawasan yang teliti, karena di dalam proyek mengandung berbagai macam kegiatan. Proyek sendiri diartikan sebagai suatu sistem yang kompleks, yang melibatkan koordinasi dari sejumlah bagian yang terpisah dari organisasi, dimana di dalamnya terdapat jadwal dan syarat-syarat yang harus dilakukan, dalam waktu pelaksanaan yang telah ditentukan. Oleh karena itu keberhasilan suatu

proyek sangat tergantung dari pemimpin sebagai manajer proyek dan juga kerja dari anggotanya (tim proyek).

Dijelaskan di atas, maka dalam usaha untuk mencapai keberhasilan diperlukan suatu manajemen, khususnya manajemen proyek. Manajemen proyek di sini adalah kegiatan merencanakan dan mengorganisir suatu proyek, yang di dalamnya terdapat struktur organisasi terdiri dari manajer sebagai pimpinan proyek yang mengendalikan sumber daya dan mengawasi kerja dari anggotanya dan anggotanya saling berkoordinasi, bersama-sama bekerja keras untuk mencapai tujuan yang diinginkan, dalam waktu yang telah ditetapkan untuk mengerjakan proyek tersebut.

Manajemen proyek adalah usaha atau kegiatan merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan terlebih dahulu dengan seefisien dan seefektif mungkin (Kerzner, 2006). Alur kegiatan dalam manajemen proyek secara vertikal maupun horizontal, dengan menggunakan pendekatan sistem.

Dengan demikian maka konsep manajemen proyek mengandung hal-hal pokok sebagai berikut:

- a. Menggunakan pengertian manajemen berdasarkan fungsinya, yaitu merencanakan, mengorganisasi, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan yang berupa manusia, dana dan material,
- b. Memakai pendekatan sistem (*system approach to management*),
- c. Mempunyai hirarki (arus kegiatan) horizontal di samping hirarki vertikal,

d. Kegiatan yang dikelola berjangka pendek, dengan sasaran yang telah digariskan secara spesifik. Ini memerlukan teknik dan metode pengelolaan yang khusus, terutama aspek perencanaan dan pengendalian.

Penjelasan di atas menunjukkan bahwa manajemen proyek tidak bermaksud meniadakan arus kegiatan vertikal atau mengadakan perubahan total terhadap manajemen klasik, tetapi ingin memasukkan pendekatan, teknik serta metode yang spesifik untuk menanggapi tuntutan dan tantangan dihadapi yang sifatnya juga spesifik, yaitu kegiatan proyek.

Manajemen sebagai satu proses khas yang menggerakkan organisasi adalah sangat penting karena tanpa manajemen yang efektif tak akan ada usaha yang berhasil cukup lama. Manajemen merupakan sesuatu yang berhubungan dengan usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu dengan menggunakan sumber daya yang ada dengan cara yang sebaik mungkin.

Bila kita mempelajari literatur manajemen, istilah manajemen mengandung tiga pengertian yaitu (Kerzner, 2006):

1. Manajemen sebagai suatu proses,
2. Manajemen sebagai kolektifitas orang-orang yang melakukan aktifitas manajemen,
3. Manajemen sebagai suatu proses (suatu arti) dan sebagai suatu ilmu.

Jadi manajemen adalah proses yang terdiri dari tindakan-tindakan *planning*, *organizing*, *actuating* dan *controlling* dimana pada masing-masing bidang digunakan baik ilmu pengetahuan maupun keahlian dan yang diikuti

secara berurutan dalam rangka usaha mencapai sasaran yang telah ditetapkan semula (Kerzner, 2006).

Dari beberapa uraian singkat diatas dapat ditarik kesimpulan mengenai manajemen antara lain sebagai berikut:

1. Manajemen pada dasarnya adalah alat atau sarana dari pada administrasi,
2. Sebagai alat administrasi, fungsi manajemen adalah menggerakkan dan statis daripada administrasi yang organisasi,
3. Dalam fungsinya menggerakkan organisasi manajemen merupakan suatu proses yang dinamis meliputi fungsi-fungsi *planning, organizic, actuating, controlling* dan lain-lain,
4. Proses manajemen selalu diarahkan untuk pencapaian suatu tujuan tertentu,
5. Dalam pencapaian tujuan tersebut manajer sebagai pelaksana manajemen menggunakan berbagai unsur yang tersedia dalam suatu organisasi yaitu: *man, materials, machines, money* dan *methods*,
6. Penggunaan unsur manajemen tersebut selalu dilaksanakan dengan seefisien mungkin berdasarkan prinsip-prinsip manajemen.

George R. Terry mengemukakan teori bahwa unsur dasar yang merupakan sumber yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan manajemen adalah (Kerzner, 2006):

1. *Man* (manusia/tenaga): untuk melaksanakan pekerjaan proyek tersebut dibutuhkan tenaga ahli perusahaan,

2. *Material*: apabila perusahaan tersebut sebagai pemenang, maka membutuhkan material yang penyediaannya tergantung dari kemampuan finansial yang dimiliki oleh perusahaan,
3. *Method*: untuk mengerjakan proyek setiap perusahaan harus mempunyai metode untuk mengerjakan proyek tersebut,
4. *Money*: untuk melaksanakan proyek tersebut, maka perusahaan tersebut harus memiliki kemampuan keuangan/pendanaan,
5. *Machinery*: untuk mengerjakan pekerjaan proyek tersebut, maka perusahaan tersebut harus mempunyai peralatan yang memadai.

Jika unsur-unsur tersebut di atas terpenuhi didalam suatu perusahaan kontraktor maka tujuan dari suatu manajemen juga akan berhasil.

### **2.2.2 Pihak-Pihak Penyelenggara Proyek.**

#### a. Pemilik Proyek (*Owner*)

Adalah pejabat yang menduduki jabatan struktural tertentu yang ditunjuk oleh atasannya karena sebagai individu dinilai layak cakap dan mampu untuk memimpin sebuah organisasi kerja proyek konstruksi, yang memiliki struktur dan tim kerja yang bertanggung jawab penuh atas pencapaian tujuan dan sasaran sebuah proyek yang telah ditetapkan.

#### b. Pelaksana (Kontraktor)

Merupakan komponen tim proyek yang menerima dan sekaligus menyelenggarakan pelaksanaan pekerjaan konstruksi sesuai dengan anggaran yang disediakan dan jadwal waktu yang telah ditetapkan dan persyaratan teknis yang dipersyaratkan dalam spesifikasi. Kontraktor

dapat berupa perusahaan perseroan yang berbadan hukum atau sebuah badan hukum yang bergerak dalam bidang penyelenggaraan pekerjaan konstruksi.

c. Pengawas (Konsultan)

Merupakan komponen yang ditunjuk oleh pengguna jasa untuk membantu tim proyek dalam pengolahan pelaksanaan pekerjaan konstruksi, mulai dari awal hingga berakhirnya pekerjaan konstruksi tersebut. Tujuannya adalah agar pelaksanaan pekerjaan konstruksi dapat berjalan sesuai rencana, guna mencapai tujuan yang optimal, baik dari aspek kapasitas fungsional secara teknis maupun strategis dan aspek sosial ekonomi.

### **2.2.3 Tahap-Tahap Kegiatan Proyek Konstruksi**

Tahap-tahap kegiatan dalam proyek konstruksi menurut Ervianto (2003) sebagai berikut:

1. Tahap Studi Kelayakan.

Tahap ini bertujuan meyakinkan pemilik proyek bahwa proyek konstruksi yang diusulkan layak untuk dilaksanakan baik dari aspek perencanaan dan perancangan biaya dan aspek lingkungannya.

2. Tahap Penjelasan atau *Brifing*.

Tujuan tahap ini untuk mendapatkan dari pemilik proyek mengenai fungsi proyek dan merinci biaya yang diijinkan sehingga konsultan perencana dapat menafsirkan keinginan dan kebutuhan klien dengan baik dan menaksir biayanya.

### 3. Tahap Perancangan atau Design.

Bertujuan untuk merancang pekerjaan secara rinci meliputi menentukan tata letak rancangan, konstruksi dan taksiran biaya agar mendapatkan persetujuan yang diperlukan. Tahap ini juga mempersiapkan informasi produksi yang diperlukan termasuk rencana dan spesifikasi, serta melengkapi semua dokumen tender.

### 4. Tahap Pelelangan atau Tender.

Bertujuan untuk menunjuk kontraktor pekerjaan sipil atau sejumlah kontraktor pekerjaan sipil dan kontraktor lain yang akan melaksanakan konstruksi di lapangan.

### 5. Tahap pelaksanaan atau Konstruksi.

Bertujuan untuk melakukan pekerjaan dalam batas waktu yang telah disepakati dan untuk merinci mutu. Kegiatan pada tahap ini adalah merencanakan, mengkoordinasi dan mengendalikan semua operasional di lapangan sesuai dengan yang telah disyaratkan.

### 6. Tahap Pemeliharaan dan Persiapan Penggunaan.

Bertujuan menjamin agar pekerjaan diselesaikan sesuai dengan yang dirinci dalam dokumen kontrak dan bahwa semua fasilitas bekerja secara sebagaimana mestinya.

#### **2.2.4 Keterlambatan Proyek Kontruksi**

Menurut Assaf (1995), pembangunan bidang konstruksi di Negara berkembang seperti Saudi Arabia mengalami kemajuan yang sangat pesat, hal ini terlihat dengan banyak munculnya proyek-proyek besar ataupun kecil. Dengan

prospek kemajuan dalam pembangunan infrastruktur yang semakin marak, maka semakin memberi peluang kepada para kontraktor untuk menawarkan jasa konstruksinya. Meskipun mendapat banyak peluang untuk meraih laba, para kontraktor tersebut juga seringkali mengalami kerugian. Salah satunya adalah disebabkan oleh keterlambatan pekerjaan.

O'brien (1976) berpendapat bahwa dampak dari keterlambatan proyek ini adalah timbulnya kerugian pada pihak kontraktor, konsultan dan owner.

#### 1. Bagi Kontraktor

Keterlambatan penyelesaian proyek berarti naiknya biaya *overhead* karena bertambah panjangnya waktu pelaksanaan, berarti pula rugi akibat kemungkinan naiknya harga akibat inflasi dan naiknya upah buruh. Juga akan tertahannya modal kontraktor yang kemungkinan besar dapat digunakan untuk proyek lain.

#### 2. Bagi Konsultan

Konsultan akan mengalami kerugian mengenai waktu, karena dengan adanya keterlambatan tersebut, konsultan yang bersangkutan akan terhambat dalam mengerjakan proyek yang lainnya.

#### 3. Bagi Pemilik/Owner

Keterlambatan proyek bagi pemilik/owner berarti kehilangan penghasilan dari bangunan yang seharusnya sudah bisa digunakan atau dapat disewakan. Apabila yang membangun adalah pemerintah, untuk fasilitas umum, misalnya rumah sakit, tentunya keterlambatan akan merugikan pelayan kesehatan masyarakat atau merugikan program pelayanan yang

telah disusun. Kerugian ini tidak dapat dinilai dengan uang dan tidak dapat dibayar kembali. Sedangkan apabila yang membangun non pemerintah misalnya pembangunan gedung perkantoran, pertokoan atau apartemen, tentu jadwal pemakaian gedung tersebut akan mundur dari waktu yang telah direncanakan, sehingga ada waktu kosong tanpa mendapatkan uang.

### **2.2.5 Penyebab Keterlambatan**

Menurut Kaming, dkk (2000), penyebab keterlambatan waktu pelaksanaan dapat dikategorikan dalam 3 kelompok besar yakni:

- a. Keterlambatan yang layak mendapat ganti rugi (*comeable delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan kelalaian atau kesalahan pemilik proyek.
- b. Keterlambatan yang tidak bisa dimaafkan (*non exasable delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh tindakan, kelalaian atau kesalahan pemilik proyek.
- c. Keterlambatan yang dapat dimaafkan (*excusable delay*), yakni keterlambatan yang disebabkan oleh kejadian-kejadian/diluar kendali baik pemilik maupun kontraktor.

Menurut Kaming, dkk (2000) bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan pekerjaan kontruksi di Indonesia adalah keuangan, tenaga kerja design, bahan, peralatan dan perubahan.

Selanjutnya dikatakan penyebab utama keterlambatan pelaksanaan pekerjaan proyek di Negara yang berlainan memiliki perbedaan, misalnya faktor

keterlambatan di Indonesia adalah keuangan, Nigeria adalah manajemen kontrak dan biaya material, sedangkan Bangkok adalah faktor pengadaan bahan. Hal tersebut dikarenakan masing-masing Negara mempunyai kultur dan budaya yang berbeda.

Sedangkan menurut Antil (1989), keterlambatan proyek disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut dapat berasal dari kontraktor, pemilik, maupun selain dari kedua belah pihak tersebut.

1. Keterlambatan akibat kesalahan kontraktor, antara lain:
  - a. Terlambatnya memulai pelaksanaan proyek
  - b. Pekerja kurang berpengalaman
  - c. Terlambat mendatangkan peralatan
  - d. Pengawas dari pelaksana kurang aktif
  - e. Perencanaan kerja kurang baik
2. Keterlambatan akibat kesalahan pemilik, antara lain:
  - a. Terlambatnya angsuran pembayaran pada kontraktor,
  - b. Terlambatnya penyediaan lahan
  - c. Mengadakan perubahan pekerjaan yang besar
  - d. Pemilik menugaskan kontraktor lain untuk mengerjakan
3. Sedangkan kesalahan yang diakibatkan selain oleh kedua belah pihak diatas, antara lain:
  - a. Kebakaran yang bukan kesalahan kontraktor, konsultan owner,
  - b. Adanya perang, gempa ataupun banjir,
  - c. Perubahan moneter

Selain itu, Assaf (1995) secara terpennci menyebutkan faktor-faktor penyebab keterlambatan yang sering terjadi dalam industri konstruksi adalah bahan (material), pekerja (*man power*), peralatan (*equipment*), keuangan (*financing*), situasi (*environment*), perubahan (*changes*), hubungan pemerintah (*goverment relations*), kontrak (*contractual relationship*) serta waktu dan kontrol (*scheduling and controlling tecniques*). Sedangkan faktor- faktor yang diduga mempengaruhi keterlambatan pelaksanaan pekerjaan pada proyek pembangunan Jalan Mahak Baru - Sei Barang anggaran 2015 adalah sebagai berikut:

#### 1. Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja adalah kondisi dan situasi tempat dimana orang melakukan pekerjaannya, lingkungan kerja yang baik akan mendorong pegawai agar senang bekerja dan meningkatkan rasa tanggung jawab untuk melakukan pekerjaan dengan lebih baik. Lingkungan kerja dikelompokkan sebagai berikut:

##### a. Cuaca (suhu udara)

Cuaca (suhu udara) adalah keadaan temperatur atau suhu udara pada lokasi/daerah kerja dengan kondisi panas, sedang dan dingin.

##### b. Topograf

Topografi adalah kondisi atau medan pada lokasi tempat kerja dengan kondisi medan menurun mendaki dan mendatar.

c. Kondisi tanah

Kondisi tanah adalah segala hal yang berkaitan dengan lapisan permukaan tanah dan dalam hal ini sebagai dasar pondasi.

2. Material

Material merupakan elemen dasar bangunan konstruksi untuk mencapai pembuatan konstruksi. Hal ini akan berpengaruh pada mutu konstruksi yang dihasilkan juga ketepatan waktu pelaksanaan konstruksi. Faktor-faktor yang mempengaruhi material dalam pencapaian mutu dan ketepatan waktu adalah sebagai berikut:

- a. Kekurangan bahan.
- b. Perubahan material pada bentuk dan fungsi.
- c. Pengantaran bahan yang terlambat
- d. Kerusakan material ditempat penyimpanan.

3. Peralatan

Yang dimaksud dengan alat konstruksi atau juga sering disebut dengan alat berat adalah: Alat yang sengaja diciptakan/didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi/kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti: mengangkat, memuat, memindahkan, menggali dan seterusnya dengan cara mencampur yang mudah, cepat, hemat (Asiyanto dan Aman, 2008). Peranan alat konstruksi dalam pelaksanaan pekerjaan tidak dapat diabaikan terutama pada proyek-proyek yang padat alat. Bahkan keberhasilan suatu proyek bisa sangat bergantung dari peranan alat.

Faktor-faktor yang mempengaruhi peralatan untuk mengoptimalkan hasil kerja adalah:

- a. Kerusakan peralatan.
- b. Kurangnya peralatan.
- c. Kemampuan operator yang tidak memadai
- d. Pengiriman peralatan yang terlambat.
- e. Produktivitas peralatan yang kurang memadai

#### 4. Tenaga Kerja

Perilaku manusia dalam suatu kelompok kerja akan dipengaruhi oleh banyak faktor yang pada dasarnya diri pekerja yang bersangkutan, lingkungan kelompok kerja, situasi dan kondisi tenaga kerja serta ketidakseimbangan antara pekerja dalam tuntutan hasil kerja. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pencapaian target yang telah ditentukan adalah:

- a. Rendahnya produktivitas tenaga kerja.
- b. Kurangnya keterampilan dan kemampuan tenaga kerja.
- c. Rendahnya penguasaan teknologi dan pengalaman konstruksi.

#### 5. Keuangan/ Modal

Modal adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang di ingini, mulai dari pengeluaran studi kelayakan desain engineering, pengadaan, pabrikasi, konstruksi instalasi atau produk tersebut berfungsi penuh.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keuangan/modal dalam pembiayaan suatu proyek konstruksi adalah:

- a. Ketersediaan keuangan kontraktor selama pekerjaan dilaksanakan.
- b. Keterlambatan progres pembayaran oleh owner.
- c. Tidak adanya uang insentif untuk kontraktor apabila waktu pelaksanaan lebih cepat dari schedule.

#### 6. Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode pelaksanaan pekerjaan adalah cara-cara yang harus diikuti dalam melaksanakan pekerjaan pembangunan proyek yang harus dilaksanakan sesuai dengan urutan yang ada, sehingga menghasilkan pekerjaan sesuai spesifikasi teknik yang ada. Kategori variabelnya adalah pekerjaan sudah dilaksanakan sesuai dengan cara-cara yang telah ditentukan dan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Metode pelaksanaan pekerjaan atau yang biasa disingkat dengan *Construction Method* (CM), merupakan urutan pelaksanaan pekerjaan yang logis dan teknik sehubungan dengan tersedianya sumber daya yang dibutuhkan serta kondisi medan kerja, guna memperoleh cara pelaksanaan yang efektif dan efisien. Metode pelaksanaan pekerjaan tersebut, sebenarnya telah dibuat oleh kontraktor yang bersangkutan pada waktu membuat ataupun mengajukan penawaran pekerjaan (Dipohusodo, 1995).

Metode pelaksanaan yang ditampilkan dan diterapkan merupakan cermin dari profesionalitas sang pelaksana pekerjaan (proyek) tersebut atau profesionalitas dari tim pelaksana proyek, yaitu manajer proyek dan perusahaan yang bersangkutan. Karena itu, dalam penilaian untuk

menentukan pemenang tender, penyajian metode pelaksanaan pekerjaan mempunyai bobot penilaian yang tinggi (Dipohusodo, 1995).

#### 7. Perubahan Design

Perubahan adalah kegiatan peralihan/pergantian (menyalin ulang) desain rencana yang terjadi pada saat pelaksanaan proyek. Hal ini dapat terjadi karena adanya penyesuaian dilapangan atau terjadi kesalahan dalam mendesain pada perencanaan awal atau bisa juga akibat kesalahan dari konstruksi yang telah dilaksanakan.

### **2.3 Pengertian Jalan**

Menurut Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, dikatakan jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Jalan sebagai salah satu sarana transportasi merupakan unsur penting dalam pengembangan kehidupan berbangsa dan benegara, dalam membina persatuan dan kesatuan bangsa, wilayah negara dan fungsi masyarakat serta memajukan kesejahteraan umum. Jalan sebagai bagian sistim transportasi nasional mempunyai peranan penting, terutama mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan.

Jalan sesuai dengan peruntukannya terdiri dari jalan umum dan khusus. Sistem jaringan jalan terdiri dari sistim jaringan primer dan sistim jaringan

sekunder. Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan kedalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal dan jalan lingkungan. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi. Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan dalam jalan nasional, jalan propinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistim jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan propinsi yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal serta jalan umum dalam sistim jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten. Penyelenggaraan jalan kabupaten menjadi wewenang pemerintah kabupaten yang meliputi: pembinaan, pengaturan, pembangunan dan pengawasan. Pembangunan jalan kabupaten meliputi: perencanaan teknis, pemrograman dan penganggaran, pengadaan lahan serta pelaksanaan konstruksi jalan dan pengoperasian.

#### **2.4 Populasi dan Sampel**

Yang dimaksud dengan populasi adalah kumpulan dengan seluruh kualitas yang telah ditetapkan, kualitas atau ciri tersebut dinamakan variable. Yang dimaksud dengan sampel adalah kumpulan dari unit sampling yang ditarik dan merupakan sub dari populasi. Populasi ditentukan berdasarkan pengalaman dilapangan dari orang-orang yang dianggap berpengalaman dan mengetahui tentang proses pembangunan dari aspek perencanaan awal, proses pelelangan dan

proses pembangunan fisik dilapangan. Dimana orang-orang tersebut berada didalam masing-masing instansi/perusahaan. Sedangkan sampel diambil dari populasi yang dianggap mewakili semua instansi/perusahaan tersebut (Sugiyono, 2004).

## **2.5 Pengertian Kuesioner**

Kuesioner adalah sejumlah pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden dalam arti laporan tentang kepribadian atau hal-hal yang diketahui (Arikunto, 2002).

Kuesioner dipakai untuk menyebut metode maupun instrument. Jadi dalam menggunakan metode kuesioner, instrument yang dipakai adalah kuesioner.

Keuntungan menggunakan Kuesioner:

1. Tidak memerlukan hadirnya peneliti,
2. Dapat dibagikan secara serentak kepada banyak responden,
3. Dapat dijawab oleh responden menurut kecepatannya masing-masing dan menurut waktu senggang responden,
4. Dapat dibuat anonim sehingga responden bebas, jujur dan tidak harus menjawab,
5. Dapat dibuat terstandar sehingga bagi semua responden dapat objektif pertanyaan yang benar-benar sama.

Kelemahan menggunakan Kuesioner:

- 1 Responden sering tidak teliti dalam menjawab sehingga ada pertanyaan yang terlewat tidak terjawab, padahal sukar diulang kembali untuk diberikan kepadanya,
2. Sering sukar dicari validitasnya,
3. Walaupun dibuat anonim, kadang-kadang responden dengan sengaja memberikan jawaban yang tidak betul atau jujur,
4. Sering tidak kembali, terutama jika dikirim lewat pos.
5. Waktu pengembalian tidak bersama-sama, bahkan kadang-kadang ada yang terlalu lama sehingga terlambat.

Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan kuesioner, peneliti perlu menyilang jawaban responden dengan data yang diperoleh melalui metode silang, istilahnya peneliti mengatakan *cross check*.

## **2.6 Statistik**

Statistik adalah ilmu dan seni pengembangan dan penerapan metode paling efektif untuk kemungkinan salah dalam kesimpulan dan estimasi dapat diperkirakan berdasarkan matematika probabilitas. Dalam menyelesaikan analisa dan statistik terdapat langkah-langkah pemecahan masalah yaitu: mengidentifikasi masalah atau peluang, mengumpulkan fakta yang tersedia dengan cara mengumpulkan data orisinil yang baru dengan metode wawancara, menyebar kuesioner dan lain-lain.

### 2.6.1 Uji Validitas

Uji validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan dan kesahihan suatu instrumen. Suatu instrumen dikatakan valid apabila dapat mengungkap data dari variabel yang diteliti secara tepat. Tinggi rendahnya validitas instrumen menunjukkan sejauh mana data yang terkumpul tidak menyimpang dari gambaran tentang validitas yang dimaksud (Ridwan, 2005).

Langkah-langkah pengujian validitas adalah (Ridwan, 2005):

1. Membuat tabel data skor dari item-item pertanyaan yang akan diuji.
2. Membuat tabel penolong untuk menghitung nilai korelasi.
3. Memasukan angka-angka statistik dari tabel penolong dengan rumus

$$r = \frac{n \cdot (\sum XY) - \sum X \cdot \sum Y}{\sqrt{[n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2] \cdot [n \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Dimana:

r = Koefisien korelasi antara butir dan total

X = Skor butir pertanyaan

Y = Skor total

n = Jumlah responden

4. Membandingkan r dengan tabel Interpretasi Koefisien Nilai r. Jika Korelasi nilai r lebih besar dari nilai r tabel maka instrument tersebut adalah valid.

### 2.6.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas menunjuk pada satu pengertian bahwa suatu instrumen cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data karena instrumen

tersebut sudah baik. Pengujian reliabilitas di lakukan dengan cara mencoba instrument (cukup sekali), kemudian data yang diperoleh dianalisis dengan teknik tertentu. Untuk menguji reliabilitas digunakan metode *Alpha Cronbach* (Sugiyono, 2004). Metode *Alpha Cronbach* digunakan untuk mencari realibilitas instrumen yang skornya bukan 1 dan 0 (ya dan tidak). Menurut Sugiyono (2004), langkah-langkah pengujian realibilitas dengan metode *Cronbach* adalah sebagai berikut:

1. Masukkan angka-angka statistik dengan rumus varians total dan varians

item:

$$s_1^2 = \frac{\sum X_1}{n} - \frac{(\sum X_1)^2}{n^2} \text{ dan}$$

$$s_1^2 = \frac{JK_1}{n} - \frac{JK_s}{n^2}$$

Dimana :

$\sum X_1$  = Jumlah skor responden

$JK_1$  = Jumlah kuadrat seluruh skor item

$JK_s$  = Jumlah kuadrat subyek

2. Setelah hasil perhitungan didapat, kemudian dimasukkan kedalam rumus

*Alpha Cronbach* (Sugiyono, 2004):

$$r1 = \left[ \frac{k}{k-1} \right] \left[ \frac{\sum s_1^2}{s_1^2} \right]$$

Dimana :

$r_1$  = Realibilitas instrumen (Cronbach's Alpha)

$k$  = Mean kuadrat antar subyek

$\sum s_1^2$  = Mean kuadrat kesalahan

$s_1^2$  = Varians total

Menurut Malhotra (1996) apabila diperoleh nilai probabilitas  $r$  hitung lebih besar dan taraf hitung signifikansi sebesar 0.05 dan memiliki koefisien reliabilitas diatas 0.6 maka alat ukur yang digunakan adalah reliabel.

### 2.6.3 Regresi Linier Berganda

Anaiisis regresi linier berganda merupakan salah satu analisis yang digunakan untuk mengetahui bentuk hubungan atau pengaruh antara beberapa variabel bebas terhadap variabel terikat. Secara umum menurut Solimun (2016), ada 3 manfaat yang dapat diambil dari persamaan regresi, di antaranya adalah:

1. Penjelasan (*explanation*), yakni menjelaskan fenomena atau permasalahan yang diteliti, bagaimana bentuk hubungan atau pengaruh antara variabel-variabel bebas dan variabel terikat.
2. Prediksi (*prediction*), yakni memprediksi nilai variabel terikat berdasarkan nilai variabel bebas yang diketahui, yang mana prediksi dengan regresi ini dapat dilakukan secara kuantitatif.
3. Faktor determinan (*determinan factor*), yakni menentukan variabel bebas mana (regresi berganda) yang berpengaruh dominan terhadap variabel

terikat. Hal ini dapat dilakukan bila unit-unit satuan dan skala data seluruh variabel relatif sama.

Dalam penelitian ini, peneliti membatasi tujuan penelitian ini hanya pada dua tujuan regresi linier berganda diatas, yakni ingin mengetahui bentuk hubungan/pengaruh antara variabel bebas mana yang paling berpengaruh terhadap variabel terikat. Penelitian ini tidak ditujukan untuk tujuan prediksi atau peramalan terhadap nilai variabel terikat berdasarkan nilai variabel-variabel bebas yang telah diketahui.

Untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap suatu variabel digunakan teknik analisa regresi dengan melihat angka koefisien regresi yang paling besar, uji F (ANOVA) untuk model regresi secara simultan, uji t untuk model regresi secara parsial, nilai  $R^2$  (Koefisien determinasi). Faktor internal adalah variabel bebas yang mempengaruhi variabel terikat.

Hubungan antara variabel terikat dan variabel-variabel bebas dapat dinyatakan dengan rumus :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \dots\dots\dots + b_nX_n$$

Dimana :

- Y = Subyek dalam variabel dependen yang diprediksikan
- $X_n$  = Subyek data variabel independen yanag mempunyai nilai tertentu.
- a = Harga Y bila  $X = 0$  (Harga Konstanta).
- $b_n$  = Angka arah atau koefisien regresi yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel independen yang didasarkan pada variabel independen. Bila b (+) maka naik dan bila (-) maka terjadi penurunan.

### **2.6.3.1 Uji Asumsi Klasik Analisis Regresi Linier Berganda**

Untuk mendapatkan parameter-parameter estimasi dari model dinamis dapat digunakan metode penaksiran OLS (*Ordinary Least Square*). Penggunaan metode ini harus disertai dengan asumsi-asumsi yang mendasarinya, yaitu: Normalitas, Non-Multikolinearitas dan Non-Autokorelasi Homoskedastisitas.

#### **1. Asumsi Normalitas**

Distribusi normal merupakan distribusi teoritis dari variabel random yang kontinyu (Djajan, 1986). Kurva yang menggambarkan distribusi normal adalah merupakan jenis distribusi normal maka digunakan pengujian *Kolmogorov-Smirnov*.

Pada prinsipnya normalitas dapat diuji dengan melihat penyebaran data (titik) pada sumbu diagonal dari grafik atau dengan melihat histogram dari residualnya. Dasar pengambilan keputusannya adalah (Santoso, 2001). Jika data (titik) menyebar disekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal atau grafik histogramnya menunjukkan pola distribusi normal, maka model regresi memenuhi asumsi normalitas. Jika data menyebar jauh dari diagonal dan/atau tidak mengikuti arah garis diagonal atau grafik histogram tidak menunjukkan pola distribusi normal, maka model regresi tidak memenuhi asumsi normalitas.

#### **2. Asumsi Multikolinearitas**

*Multikolinearitas* berarti adanya hubungan linier yang “sempurna” atau pasti diantara beberapa atau semua variabel yang menjelaskan dari regresi. Metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya

*multikolinearitas* adalah dengan menggunakan *tolerance and variance inflation factor* (VIF). *Rule of thumb* digunakan sebagai pedoman jika VIF dari suatu variabel melebihi 10, dimana hal ini terjadi ketika nilai  $R^2$  melebihi 0.90, maka suatu variabel dikatakan berkorelasi sangat tinggi. Besarnya VIF dirumuskan sebagai berikut (Aliman, 2000):

$$\text{VIF} = \frac{1}{(1 - R^2_{xt})}$$

### 3. Asumsi *Heteroskedastisitas*

Distribusi normal merupakan distribusi teoritis dari variabel random yang kontinyu (Santoso, 2001). Kurva yang menggambarkan distribusi normal adalah merupakan jenis distribusi normal maka digunakan pengujian *Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit Test* terhadap masing-masing variabel.

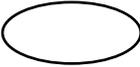
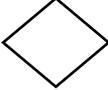
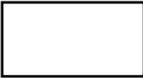
Cara untuk mengetahui ada tidaknya *heteroskedastisitas* adalah dengan melihat grafik plot antara nilai prediksi variabel terikat yaitu ZPRED dengan residualnya SRESID. Uji ada tidaknya *heteroskedastisitas* dapat dilakukan dengan melihat ada tidaknya pola tertentu pada grafik *scatterplot* antara SRESID dan ZPRED dimana sumbu Y adalah Y yang telah diprediksi dan sumbu X adalah residual (Y prediksi – Y sesungguhnya) yang telah di *studentized*. Apabila terdapat pola tertentu, seperti titik-titik yang ada membentuk pola tertentu (bergelombang, melebar kemudian menyempit) maka mengindikasikan telah terjadi *heteroskedastisitas*.

#### **2.6.4 Fault Tree Analysis**

*Fault Tree Analysis* (FTA) adalah suatu analisis pohon kesalahan. Secara sederhana dapat diuraikan sebagai suatu teknik analitis. Dalam membangun model pohon kesalahan (*fault tree*) dilakukan dengan cara wawancara dan melakukan pengamatan langsung di lapangan. Selanjutnya sumber-sumber tersebut digambarkan dalam bentuk model *fault tree*. Analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa akar penyebab masalah (Stranks, 2007).

FTA diperkenalkan pertama kali oleh Bell Telephone Laboratories pada tahun 1962. FTA adalah suatu metode dengan model grafik dan logika yang menampilkan kombinasi kejadian yang memungkinkan yaitu rusak atau baik, yang terjadi dalam sistem, aplikasinya dapat mencakup suatu sistem, *equipment* dan sebagai analisa. Model grafis FTA memuat beberapa simbol, yaitu simbol kejadian, simbol gerbang dan simbol transfer. Simbol kejadian adalah simbol yang berisi kejadian pada sistem yang dapat digambarkan dengan bentuk lingkaran, persegi dan yang lainnya yang mempunyai arti masing-masing. Contoh dari simbol kejadian adalah Intermediate event dan basic event. Sedangkan untuk simbol gerbang, menyatakan hubungan kejadian input yang mengarah pada kejadian output. Hubungan tersebut dimulai dari top event sampai ke event yang paling mendasar. Simbol-simbol yang digunakan pada FTA adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Simbol dalam FTA

Simbol	Keterangan
	Peristiwa dasar
	Peristiwa pengaruh dasar
	Peristiwa belum berkembang
	Peristiwa eksternal
	Kotak Kesalahan
	Dan
	Atau
	Eksklusif atau
	Inhibit
	Transfer keluar
	Transfer masuk

Sumber: Pandey 2005

Menurut Priyanta (200:113) terdapat 5 tahapan untuk melakukan analisa dengan Fault Tree Analisis, yaitu :

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu system yang ditinjau
2. Penggambaran model Foutl Tree
3. Mencari minimal cut set dari analisa Fault Tree
4. Melakukan analisa kualitatif
5. Melakukan analisa kuantitatif

Untuk menganalisa Fault Tree secara kualitatif terlebih dahulu harus dicari minimal cut set dengan menggunakan Aljabar Boolean, sedangkan untuk menganalisa Fault Tree secara kuantitatif, menggunakan teori reliabilitas (nilai keandalan) dari system yang mengalami kegagalan karena pengaruh basic event terhadap top event.

#### **2.6.4.1 Aljabar Boolean**

Aljabar Boolean merupakan aljabar yang dapat digunakan untuk melakukan penyederhanaan atau menguraikan rangkaian logika yang rumit dan kompleks menjadi logika yang lebih sederhana (Widjanarko, 2006: 73)

#### **2.6.4.2 Hukum-hukum Aljabar Boolean**

Aljabar Boolean berlaku hokum-hukum yang persamaanya dapat ditunjukkan dibawah ini :

##### **1. Hukum Identitas**

(i)  $a + 0 = a$

(ii)  $a \cdot 1 = a$

2. Hukum Idempoten

(i)  $a + a = a$

(ii)  $a \cdot a = a$

3. Hukum Komplemen

(i)  $a + a' = 1$

(ii)  $a \cdot a' = 0$

4. Hukum Dominasi

(i)  $a \cdot 0 = 0$

(ii)  $a + 1 = 1$

5. Hukum Involusi

(i)  $(a')' = a$

6. Hukum Penyerapan

(i)  $a + a \cdot b = a$

(ii)  $a \cdot (a + b) = a$

7. Hukum Komutatif

(i)  $a + b = b + a$

(ii)  $a \cdot b = b \cdot a$

8. Hukum Asosiatif

(i)  $a + (b + c) = (a + b) + c$

(ii)  $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$

9. Hukum 0/1

(i)  $0' = 1$

(ii)  $1' = 0$

#### 10. Hukum Distributif

$$(i) \quad a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$$

$$(ii) \quad a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$$

#### 11. Hukum Distributif

$$(i) \quad a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$$

$$(ii) \quad a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$$

#### 2.6.4.3 Hukum-hukum Aljabar Boolean

Reliabilitas dapat didefinisikan sebagai nilai probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan sukses menjalani fungsinya.

Fungsi Keandalan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R(t) = \int_0^{\infty} \lambda e^{-\lambda(t)} dt$$

$$R(t) = e^{-\lambda(t)} \rightarrow \text{distribusi eksponensial,} \quad R = e^{-\lambda(t)}$$

R = Reliability ( Keandalan ). Nilai antara 0 – 1 dimana nilai 1 menunjukkan 100 % system menjalankan fungsinya dan nilai 0 menunjukkan system mengalami kegagalan.

- Failure Rate (Laju Kegagalan) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\lambda(t) = \frac{f}{T}$$

Dimana

( t ) = Laju kegagalan per satuan waktu

f = Jumlah kegagalan selama waktu pengujian

T = Total waktu pengujian

- Unreability

Hubungan antara Reliability dan Unreability dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R + Q = 1$$

Dimana

R = Reliability

Q = Unreability

Sehingga

$$Q = 1 - R$$

$$Q = 1 - e$$

Q = Unreability Nilai antara 0 – 1 dimana nilai 1 menunjukkan 100 % system mengalami kegagalan. dan nilai 0 menunjukkan system menjalankan fungsinya.

### 2.6.5 Hipotesis Statistik

Hipotesis diartikan sebagai jawaban rumusan masalah sementara terhadap penelitian. Kebenaran dari hipotesis itu harus dibuktikan melalui data yang terkumpul. Pengertian hipotesis tersebut adalah untuk hipotesis penelitian. Sedangkan secara statistik hipotesis diartikan sebagai pernyataan mengenai keadaan populasi (parameter) yang akan diuji kebenarannya berdasarkan data yang diperoleh dari sampel penelitian (statistik). Oleh karena itu dalam statistik yang diuji adalah hipotesis nol. Jadi hipotesis nol adalah pernyataan tidak adanya perbedaan antara parameter dengan statistik (data sampel). Lawan dari hipotesis nol adalah hipotesis alternatif, yang menyatakan adanya perbedaan antara parameter dan statistik. Hipotesis nol diberi notasi  $H_0$ , dan hipotesis alternatif

diberi notasi  $H_a$  (Sugiyono, 2004). Uji hipotesis statistik digunakan untuk memberikan jawaban sementara terhadap rumusan penelitian.