

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terkait

Wulandari (2011) melakukan penelitian menggunakan FTA (*Fault Tree Analysis*) dengan judul “Analisa Kegagalan Sistem dengan *Fault Tree*”. Kegagalan sistem yang dianalisa yaitu pada penggerak motor sederhana. Hasil penelitian menunjukan bahwa kerusakan pada penggerak motor meliputi kegagalan pada *Power Supply*, kerusakan pada saklar dan kegagalan skring. Apabila terjadi kegagalan pada motor, maka penyebabnya bisa salah satu dari kejadian tersebut, sehingga perbaikan dapat langsung dilakukan.

Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Herty (2013) dengan judul “Analisis *Availability* Sistem Penanganan Gangguan Jaringan Speedy di PT. Telekomunikasi Indonesia”. Penelitian ini menganalisa *Availability* pada 4 lokasi gangguan berbeda yaitu, DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*), Fiber Optik, Transmisi dan JARLOKAT (Jaringan Lokal Kabel Tembaga). Waktu perbaikan dimodelkan dengan distribusi *Weibull* dengan parameter yang diukur adalah MTTR (*Mean Time To Repair*) Hasil penelitian menunjukkan bahwa 4 lokasi yang diteliti menunjukan nilai *Availability* sangat baik. Pada bagian DSLAM nilai *Availability* 99,09%, JARLOKAT dengan nilai *Availability* 99,64%, dan Transmisi 99,98% serta Fiber Optik 99,95%. Dari keempat lokasi gangguan yang diteliti, bagian Transmisi yang terbaik dalam penanganan gangguan dengan nilai *Availability* 99,98%. Semetara itu nilai MTTR (*Mean Time To Repair*) terendah dibandingkan dengan sistem lainnya yaitu Fiber Optik, sebesar 0,378. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem Fiber Optik paling cepat memperbaiki gangguan.

Penelitian terkait dilakukan oleh Hosea (2013) dengan judul “Analisa Sistem Transmisi Dengan Metode FTA (*Fault Tree Analysis*)”. Penelitian ini menganalisa keandalan dari sistem transmisi 150 kV GI (Gardu Induk) Waru dengan penyaluran sawahan 1. Metode yang digunakan adalah FTA. Hasil penelitian menunjukan bahwa komponen CB (*Circuit Breaker*) memiliki nilai keandalan yang sangat kecil yaitu sebesar 0,0098354. Hal ini dikarenakan

banyaknya komponen penyusun dari CB (*Circuit Breaker*) yang dianalisa berdasarkan data dari FTA. Semakin banyak komponen penyusunnya, maka semakin rendah nilai keandalan sistem. *Top Event* kegagalan CB diikuti oleh *down Event* yang terdiri dari, penggerak CB rusak, kebocoran pada CB, *Pressure Tank* rusak, kontak CB rusak, pemadaman busur api gagal. Semua mode kegagalan berlogika OR, maka jika salah satu *Down Event* terjadi akan mengakibatkan kegagalan CB. Untuk keandalan seluruh sistem transmisi 150kV berdasarkan data FTA sebesar 0,0008756.

Cristian (2013) melakukan penelitian tentang keandalan dengan judul “Analisa Transformator Daya Menggunakan Distribusi *Weibull*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keandalan Transformator daya dengan menggunakan metode statistik distribusi *Weibull* dan menganalisa keandalan dari Transformator daya berdasarkan nilai *Shape* dan *Scale Parameter* serta data gangguan yang terjadi selama 5 tahun terakhir. Hasil penelitian ini menunjukkan Transformator daya Titi Kuning PT. PLN memiliki nilai *Shape Parameter* 2,1401 dan *Scale Parameter* 1,5556. Berdasarkan hasil penelitian, nilai rata-rata laju kegagalan 2.3113% per tahun dan nilai MTTF (*Mean Time To Failure*) 0,4327 tahun. Dari hasil analisa keandalan tersebut, Transformator daya Titi Kuning PT. PLN masih cukup handal.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Keandalan

Keandalan merupakan kemungkinan atau peluang suatu sistem untuk bisa melaksanakan fungsi yang telah ditetapkan pada kondisi pengoprasian dan lingkungan tertentu untuk periode waktu yang telah ditentukan (Priyanta, 2000). Ada 4 komponen utama keandalan yaitu:

1. Keandalan Komponen dan Sistem
2. Keandalan Struktur
3. Keandalan Manusia
4. Keandalan Perangkat Lunak

Secara umum keandalan dapat dirumuskan dengan persamaan di bawah ini

$$R = e^{-\lambda t} \quad (2.1)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Di mana:

$R$  = Kendalan

$E$  = eksponensial

$\lambda$  = Laju kegagalan

$t$  = Waktu

Definisi keandalan tidak terlepas dari peluang, kinerja, waktu dan kondisi pengoperasian. Maka dari itu, untuk menentukan keandalan perlu diperhatikan 4 poin pokok diatas. Berikut uraiannya:

1. Peluang (*Probability*)

Peluang merupakan nilai yang menunjukkan berapa kali jumlah kemungkinan kegagalan akan terjadi dari suatu proses yang telah ditentukan.

2. Kinerja (*Performance*)

Kinerja merupakan kemampuan sistem yang akan menjalankan fungsi yang diinginkan.

3. Waktu (*Time*)

Waktu merupakan rentang priode selama sistem mampu menjalankan fungsi yang diinginkan.

4. Kondisi pengoperasian (*Operational Condition*)

Kondisi pengoperasian merupakan kondisi bagaimana percobaan dilaksanakan untuk mendapatkan angka keandalan.

Secara umum ada 2 metode yang dipakai untuk kajian keandalan terhadap suatu sistem. Metode tersebut adalah analisa kualitatif yang berbasis pada pengalaman teknisi dan analisa kuantitatif yang lebih keperhitungan nilai meliputi statistik.

1. Analisa Kualitatif

Analisa ini cenderung menggunakan analisa cara terjadi kegagalan dan dampak dari kegagalan. Bentuk analisa keandalan secara kualitatif berupa:

- a. *Fault Tree Analysis* (FTA)
- b. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- c. *Failure Mode and Effect Critically Analysis* (FMECA)
- d. *Reliability Centered Maintenance* (RCM)
- e. *Logic Tree Analysis* (LTA)

2. Analisa Kuantitatif

Analisa kuantitatif dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu, analisa secara analitis dan menggunakan simulasi. Mode keandalan kuantitatif terdiri dari:

- a. Perhitungan langsung untuk sistem-sistem yang sederhana
- b. Metode *Cut Set*
- c. Metode *Tie Set*
- d. Rantai *Markov* (*Markov Chain*)
- e. Proses *Markov* (*Markov Proses*)
- f. Pendekatan dengan probabilitas kondisional

Ketersediaan adalah kemampuan sistem beroperasi sesuai fungsinya pada waktu yang ditentukan. Analisa ketersediaan merupakan sebuah metode yang dapat membantu dalam memperbaiki produktivitas aset, (Priyanta, 2000). Ketersediaan didapatkan dari dua faktor yaitu MTTR (*Mean Time to Repair*) atau ukuran perawatan komponen dan MTTF (*Mean Time to Failure*) atau ukuran kemampuan komponen. Nilai MTTR dan MTTF dapat dirumuskan pada persamaan berikut :

$$MTTF = 1/\lambda \tag{2.2}$$

$$MTTR = 1/\mu \tag{2.3}$$

Di mana :

$\lambda$  = Laju kegagalan

$\mu$  = waktu perbaikan rata-rata

Maka untuk menentukan ketersediaan didapatkan melalui persamaan:

$$A = MTTF/(MTTF+MTTR) \tag{2.4}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 2.2.2. Teori Instrumentasi

Instrumentasi dalam dunia *Engineerring* digunakan untuk mengontrol dan mengukur suatu variable sistem di dalam proses industri maupun perusahaan, seperti pembangkit listrik, kertas dan industri lainnya (Liptak, 2003).

Instrumentasi merupakan sekumpulan perangkat dioperasikan untuk melakukan pengukuran dan pengendalian dari suatu sistem yang lebih besar dan kompleks. Maka dari itu, instrumentasi selalu terintegrasi dalam suatu sistem tertentu. Secara umum instrumentasi mempunyai 3 fungsi utama, yaitu:

1. Instrumentasi sebagai media pengukuran yang meliputi pengukuran suhu, tekanan, level dan sebagainya yang telah dikalibrasi sesuai standar.
2. Instrumentasi sebagai alat analisa. Hal ini banyak dijumpai pada dunia medis kedokteran, karena sebelum mendiagnosa penyakit pasien perlu adanya media untuk menganalisa pasien.
3. Instrumentasi sebagai alat kendali. Dalam hal ini, instrumentasi berperan sebagai sensor dan mengenali keadaan dalam suatu asset sistem.

### 2.2.3. Sentral Telepon Otomatis (STO)

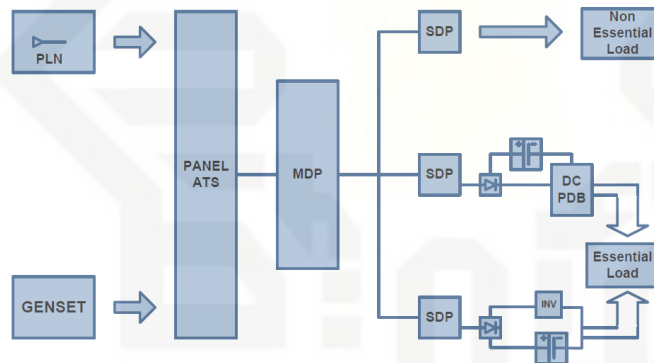
Sentral Telepon Otomatis merupakan perangkat jaringan komunikasi sebagai pusat *Switching* dan pengontrolan informasi yang dikirimkan untuk dapat diteruskan kepada penerima informasi (Munadi, 2009). Secara umum fungsi STO adalah:

1. Sebagai penyambung dan pemutus (*Switching*) terminal masukan dan keluaran.
2. Sebagai kalkulasi untuk menghitung dan mencatat pemakaian panggilan.
3. Sebagai *Interface* unit akses yang berkaitan dengan pelanggan dan interkoneksi dengan jaringan lainnya.
4. Sebagai pengontrol dan mengendalikan penyambung panggilan atas dasar instruksi pensinyalan yang datang dari luar ataupun data yang di simpan dalam sentral itu sendiri.

STO yang dimiliki PT.Telkom merupakan perangkat modern yang bekerja sebagai *Central Control*. Apabila ada panggilan baru yang masuk, maka panggilan tersebut akan diarahkan (*Routing*) melalui *Control Station*. Di dalam *Control Station* telah ditanamkan kode-kode tertentu untuk masing-masing nomor telepon, maka setiap panggilan masuk akan diarahkan ke tujuan yang diinginkan dengan menggunakan kode tersebut.

#### 2.2.4. Sistem Catu Daya pada STO

Catu daya (*Power Supply*) merupakan sumber catuan listrik perangkat telekomunikasi yang diharapkan beroperasi secara handal, hal ini dikarenakan sistem telekomunikasi terutama perangkat yang menggunakan komponen elektronik amat memerlukan catuan listrik ini. Berikut ini merupakan tampilan konfigurasi sistem catu daya:



**Gambar 2.1** Konfigurasi Sistem Catu Daya  
 (Sumber: PT. Telkom 2014)

Keterangan:

- ATS: *Automatic Transfer switch*
- MDP: *Main Distribution Panel*
- SDP: *Sub Distribution Panel*
- INV: *Inverter*
- DC-PDB: *Direct Current Panel Distribution Panel*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berdasarkan konfigurasi sistem catu daya, terlihat bahwa daya yang digunakan perangkat telekomunikasi terdiri dari:

1. PT. PLN
2. Generator Set
3. Baterai

Perangkat elektronik telekomunikasi seperti multimedia, transmisi, sistem pendingin (*Cooling*), sentral (*Switching*) dan sebagainya sangat memerlukan daya listrik. Maka dari itu, sistem *Back Up* catu daya harus selalu terjaga kondisinya untuk memenuhi kebutuhan energi listrik.

### 2.2.5 Catu Daya

Catu daya atau yang biasa disebut *Power Supply* adalah perangkat elektronika yang digunakan untuk sumber daya dari perangkat lain berdasarkan prinsip pengubah tegangan listrik. Ada 3 jenis perubahan daya, yaitu perubahan daya dari AC (*Alternatife Current*) ke DC (*Direct Current*), DC (*Direct Current*) ke AC (*Alternatife Current*) dan DC (*Direct Current*) ke DC (*Direct Current*). Sistem catu daya pada PT. Telkom berperan antara satu sama lain untuk mengganti sumber tegangan dari PT. PLN jika terjadi Pemadaman listrik (mati). Maka dari sistem catu daya tidak boleh terputus (*No Break System*). Ada tiga bagian catu daya yang harus selalu handal, diantaranya:

#### 1. Genset (Generator Set)

Genset merupakan sebuah perangkat yang fungsinya akan menghasilkan energi listrik berdasarkan prinsip kerja mengubah gaya gerak menjadi energi listrik dengan cara memutar rotor pada generator sehingga akan menghasilkan medan magnet pada kumparan stator. Genset yang biasa digunakan pada sistem telekomunikasi merupakan sumber arus searah. Adapun fungsi dari genset pada sistem telekomunikasi adalah:

- a. Sebagai sumber catuan cadangan apabila terjadi pemadaman listrik dari pihak PLN.
- b. Sebagai catuan utama, apabila catuan PLN dalam kondisi lemah.

Salah satu genset yang dioperasikan untuk sistem catu daya PT. Telkom ketika terjadi pemadaman dari catuan utama (PLN).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Gambar 2.2** Genset (Generator Set)

(Sumber: PT. Telkom 2014)

Perangkat genset terdiri dari beberapa komponen, yaitu AVR (*Automatic Voltage Regulator*) yang akan menstabilkan tegangan, baik *Low Current* maupun *High Current*. Kemudian mesin diesel, beberapa panel *accos*, dan sistem pengamanan.

a. Mesin Diesel

Menurut *Department of Energy* dalam jurnal yang berjudul "*Diesel Engine Fundamentals*" mesin diesel mirip dengan mesin bensin yang digunakan disebagian besar mobil. Kedua mesin ini menerapkan pembakaran internal yang berarti membakar campuran bahan bakar udara dalam silinder untuk menghasilkan tenaga yang didorong oleh piston bergerak menyamping dua arah. Tekanan pembakaran yang lebih besar adalah hasil dari rasio kompresi yang lebih tinggi digunakan oleh mesin diesel. Mesin diesel merupakan mesin dengan pembakaran dalam atau disebut dengan motor bakar, untuk menghasilkan listrik sebuah mesin diesel terhubung dengan generator dalam satu poros. Keuntungan pemakaian diesel sebagai penggerak mula adalah disain dan instalasi terkonsep secara sederhana. Prinsip kerja dari mesin diesel adalah sebagai primer penggerak mula, yaitu peralatan yang berfungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor Generator.

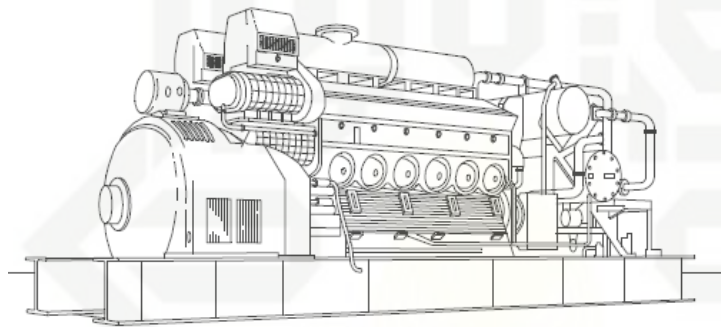
Pada mesin Diesel akan terjadi proses penyalaan dengan sendirinya hal ini dikarenakan proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimampatkan didalam silinder pada tekanan yang tinggi, sehingga *Temperature* didalam silinder



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mengalami peningkatan, dan pada saat itu bahan bakar akan disemprotkan dalam silinder yang bersuhu dan bertekanan sangat tinggi melebihi titik nyala bahan bakar sehingga bahan bakar yang diinjeksikan akan terbakar secara otomatis. Penambahan panas atau energi senantiasa dilakukan pada tekanan yang konstan, tekanan gas hasil pembakaran bahan bakar dan udara akan mendorong torak yang dihubungkan dengan poros engkol menggunakan batang torak, sehingga torak dapat bergerak bolak-balik. Gerakan bolak-balik dari torak akan diubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol, dan sebaliknya gerak rotasi poros engkol juga diubah menjadi gerak bolak-balik torak pada langkah kompresi.



**Gambar 2.3** Diesel-Driven Generator

(Sumber DOE *Fundamentals Handbook* 1993)

Berdasarkan cara menganalisa sistem kerjanya, motor Diesel dibedakan menjadi dua, yaitu motor Diesel yang menggunakan sistem *Airless Injection* yang dianalisa dengan siklus dual dan motor Diesel yang menggunakan sistem *Air Injection* yang dianalisa dengan siklus Diesel sedangkan motor bensin dianalisa dengan siklus otto. Perbedaan antara motor Diesel dan motor bensin yang terlihat jelas adalah terletak pada proses pembakaran bahan bakar, pada motor bensin pembakaran bahan bakar terjadi karena adanya loncatan api listrik yang dihasilkan oleh dua *Elektroda* busi, sedangkan pada motor Diesel pembakaran terjadi karena adanya peningkatan temperature dan campuran udara serta bahan bakar akibat kompresi torak hingga mencapai temperature nyala. Dikarenakan prinsip penyalaan bahan bakarnya akibat tekanan maka motor Diesel juga disebut *Compression Engine* sedangkan motor bensin disebut *Spark Engine*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pada mesin Diesel, piston melakukan 2 langkah pendek menuju kepala silinder pada setiap langkah daya yaitu, langkah keatas yang pertama merupakan langkah pemasukan dan penghisapan, disini udara dan bahan bakar masuk sedangkan poros engkol berputar ke bawah. Langkah kedua merupakan langkah kompresi, poros engkol terus berputar menyebabkan torak naik dan menekan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Kedua proses ini adalah termasuk dalam proses pembakaran. Langkah yang ketiga merupakan langkah ekspansi dan kerja, disini kedua katup yaitu katup isap dan buang tertutup sedangkan poros engkol terus berputar dan menarik kembali torak kebawah.

Langkah keempat merupakan langkah pembuangan, disini katup buang terbuka dan menyebabkan gas akibat pembakaaan terbuang keluar. Gas dapat keluar karena pada proses keempat ini torak kembali bergerak naik keatas dan menyebabkan gas dapat keluar. Kedua proses terakhir ini termasuk proses pembuangan, setelah keempat proses tersebut, maka proses berikutnya akan mengulang kembali proses yang pertama, dimana udara dan bahan bakar masuk kembali. Berdasarkan kecepatan proses di atas maka mesin diesel dapat digolongkan menjadi 3 bagian yaitu :

1. Diesel dengan kecepatan rendah ( <400rpm )
2. Diesel dengan kecepatan menengah ( 400-1000rpm )
3. Diesel dengan kecepatan tinggi ( >1000rpm )

b. Sistem *Start* kompresi

Sistem ini digunakan oleh Diesel yang memiliki daya besar yaitu lebih dari 500 kva. Sistem ini menggunakan motor dengan udara bertekanan tinggi untuk start dari mesin Diesel. Cara kerjanya yaitu dengan menyimpan udara kedalam suatu botol udara, kemudian udara tersebut dikompresi sehingga menjadi udara panas dan bahan bakar solar dimasukan kedalam *Fuel Injection Pump* serta disemprotkan lewat *Nozzle* dengan tekanan tinggi. Akibatnya akan terjadi pengkabutan dan pembakaran di ruang bakar. Pada saat tekanan di dalam tabung turun sampai batas minimum yang ditentukan, maka kompresor akan secara otomatis menaikkan tekanan udara didalam tabung hingga tekanan dalam tabung mencukupi dan siap dipakai untuk melakukan starting mesin Diesel.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Komponen dan Sistem Pengaman

Sistem pengaman harus dapat bekerja cepat dan tepat dalam mengisolir gangguan agar tidak terjadi kerusakan fatal. Proteksi pada mesin generator ada dua jenis yaitu:

### 1. Pengaman Dengan Menggunakan *Alarm*.

Pengaman dengan menggunakan *Alarm* bertujuan untuk memberikan informasi berupa suara pada operator bahwasanya telah terjadi suatu kesalahan yang harus sesegera mungkin dilakukan tindakan.

### 2. Pengaman Dengan *Trip*

Pengaman dengan *Trip* berfungsi menghindarkan mesin generator dari kemungkinan kerusakan karena ada sistem yang berfungsi tidak normal maka mesin akan *Stop* secara otomatis.

### 3. *Grounding*

*Grounding* dilakukan untuk mengamankan komponen-komponen kelistrikan yang terpasang ataupun terhubung dengan genset, *grounding* dipasang pada bodi mesin dan juga terletak pada panel *Accos*.

### 4. *Relay*

*Relay* digunakan untuk melindungi motor dan perlengkapan kendali motor dari kerusakan akibat terjadinya hubungan singkat antar hantaran yang menuju jaringan atau antara fasa.

## 2. Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan aktif langsung menjadi energi listrik dengan cara reaksi Oksidasi-Reduksi *Elektrokimia* (Linden, 2002). Baterai berfungsi sebagai menyimpan tegangan yang dihasilkan oleh sumber seperti dari genset dan sumber lainnya, selain berfungsi sebagai perangkat penyimpanan batere juga dapat difungsikan langsung sembari proses penyimpanan berjalan. Baterai terdiri dari 2 jenis yaitu baterai dengan kondisi basah dan juga baterai dengan kondisi kering. Di dalam baterai itu sendiri akan terjadi reaksi kimia yang menghasilkan *Electron*, secara harfiah baterai berfungsi sebagai media penyimpanan dan penyedia energi listrik. Sumber listrik yang digunakan sebagai pembangkit *Power* dalam bentuk arus

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

searah DC, dalam unit STO, Baterai berfungsi sebagai *Back-up* catuan arus searah pada sistem operasi *Floating* atau sebagai catuan utama pada sistem operasi *Charge-Discharge*. Pada umumnya baterai yang digunakan adalah batere dengan jenis *Vented* dengan *Elektrolit* asam sulfat dan dipasang dengan kondisi 2 bank dengan jumlah sel masing-masing sebanyak 24 sel untuk sistem pencatuan daya.



**Gambar 2.4** Baterai

(Sumber : PT.Telkom Area Network Daratan Pekanbaru)

Prinsip kerja baterai yaitu berdasarkan reaksi kimia yaitu reaksi radok yang terjadi baik dalam proses pengisian maupun proses pengosongan, reaksi kimia yang terjadi pada akumulator tersebut bersifat *Reversible* yaitu artinya reaksi kimia yang terjadi selama pengisian sangat berlawanan dengan reaksi yang terjadi pada saat pengosongan, selama poses pengisian terjadi pengubaha energi listrik ke energi kimia, dan sebaliknya pada saat pengosohan terjadi pengubahan energi kimia menjadi energi listrik (Linden 2002).

**3. Rectifier**

*Rectifier* merupakan sebuah perangkat yang merupakan bagian dari pengatur kecepatan dengan frekuensi variabel, *Rectifier* juga dapat dikatakan sebagai bagian dari *Power Supply* catu daya yang memiliki fungsi sebagai pengubah sinyal tegangan *Alternating Current (AC)* menjadi tegangan *Direct Current (DC)*. Adapun jenis *Rectifier* yang digunakan oleh pihak PT.Telkom Area Network RIDAR adalah *Rectifier* dengan tipe *Rectifier Benning E110-240G48 BWRU-PDT*

**Gambar 2.5** *Rectifier Benning E110-240G48 BWRU-PDT*



(Sumber : PT.Telkom Area Network Daratan Pekanbaru)

Adapun komponen utama dalam penyearah gelombang adalah dioda yang dikonfigurasi secara *Forward Bias*. Dalam sebuah *Power Suplly* tegangan renda, sebelum tegangan AC tersebut dirubah menjadi tegangan DC maka tegangan AC perlu diturunkan menggunakan Transformator *Step Down*. Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang pada suatu *Power Supply* yaitu, penurunan tegangan (*Transformer*), penyearah tegangan (*Rectifier*), dan filter (kapasitor) yang digambarkan dalam blok diagram berikut :

### 1.2.7. FTA (*Fault Tree Analysis*)

FTA (*Fault Tree Analysis*) merupakan teknik yang digunakan untuk studi yang berkaitan dengan resiko dan keandalan dari suatu sistem *Engineering*. *Event* potensial yang menyebabkan terjadinya kegagalan dari suatu sistem *Engineering* dapat ditentukan dengan FTA. FTA berorientasi pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan “*Top Down*”. Karena analisa ini pengidentifikasi mode kegagalan pada top level dari suatu sistem (Priyanta, 2000).

*Fault Tree* mengilustrasikan keadaan dari komponen-komponen sistem (*Basic Event*) dan hubungan antara *Basic Event* dan *Top Event*. Simbol grafis yang dipakai untuk menyatakan hubungan disebut gerbang logika (*Logic Gate*). Sebuah FTA secara umum dilkakukan 5 tahapan, yaitu:

- a. Mendefinisikan masalah kondisi batas dari suatu sistem
- b. Pengkonstruksian *Fault Tree*

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- c. Mengidentifikasi minimal *Path Set*
- d. Analisa kualitatif *Fault Tree*
- e. Analisa kuantitatif *Fault Tree*

## 1. Mendefinisikan masalah kondisi dari suatu sistem

Aktivitas pertama dari FTA terdiri dari 2 step yaitu, mendefinisikan kritikal event yang akan dianalisa dan mendefinisikan *Boundary Condition* atau kondisi batas untuk analisa. Kritikal event yang akan dianalisa secara normal disebut dengan *Top Event*. Deskripsi dari *Top Event* harus membrikan jawaban dari pertanyaan apa (*What*), dimana (*Where*), dan kapan (*When*).

## 2. Pengkonstruksian *Fault Tree*

Pengkonstruksian *Fault Tree* bermula dari *Top Event*. Oleh sebab itu, berbagai *Fault Event* harus secara teliti diidentifikasi. Level pertama sering disebut sebagai *Top Structure* dari sebuah *Fault Tree*. *Top Structure* biasa diambil dari kegagalan modul utama sistem atau fungsi utama dari sistem. Analisa dilanjutkan level demi level sampai semua *Fault Event* telah dikembangkan pada resolusi yang ditentukan. Ada beberapa aturan yang harus terpenuhi dalam konstruksi *Fault Tree*. Berikut aturan yang akan dipakai:

- a. Diskripsikan *Fault Event*

Dalam hal ini, masing masing basic event harus didefinisikan secara teliti


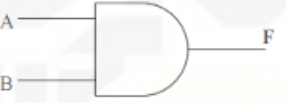
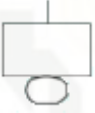

- b. Evaluasi *Fault Tree*

Sebuah normal basic event di sebuah *Fault Tree* sebuah *Primary Failure* yang menunjukkan bahwa komponen merupakan penyebab dari kegagalan. Berikut simbol *Fault Tree*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.1 (Simbol *Fault Tree*)  
Sumber (Priyanta, 2000)

Nama	Simbol	Diskripsi
<i>Logic Gates</i>	<p>OR-Gate</p> 	OR-Gate menunjukkan <i>Output</i> F terjadi jika sembarang input terjadi
	<p>AND-Gate</p> 	AND-Gate menunjukkan <i>Output</i> F akan terjadi jika semua input terjadi secara serentak
<i>Input Events</i>	<p><i>Basic Event</i></p> 	<i>Basic Event</i> menyatakan kegagalan yang tidak memerlukan penelitian lebih lanjut
	<p><i>Undeveloped Event</i></p> 	Menyatakan sebuah <i>Event</i> yang tidak diteliti lebih lanjut karena tidak tersediannya informasi
<i>Description of State</i>	<i>Comment Rectangle</i>	Dimanfaatkan untuk informasi tambahan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

<i>Transfer Symbol</i>	<i>Transfer-out</i> <i>Ttransfer-in</i>	Menunjukkan bahwa <i>Fault Tree</i> dikembangkan lebih jauh dan berkaitan dengan simbol <i>Transfer-in</i>
------------------------	--	--

**3. Mengidentifikasi Minimal Cut Set**

Sebuah *Fault Tree* memberikan informasi yang berharga tentang berbagai kombinasi dari *Fault Event* yang mengarah pada *Critical Failure* sistem. Kombinasi dari berbagai *Fault Event* disebut dengan *Cut Set*. Pada terminologi *Fault Tree*, sebuah *Cut Set* didefinisikan sebagai *Basic Event* yang bila terjadi (secara simultan) 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*. Jumlah *Basic Event* yang berbeda di dalam sebuah minimal *Cut Set* disebut dengan orde *Cut Set*. Untuk *Fault Tree* yang sederhana adalah mungkin untuk mendapatkan minimal cut set dengan tanpa menggunakan prosedur formal / algoritma. Untuk *Fault Tree* yang lebih besar, maka diperlukan sebuah algoritma untuk mendapatkan minimal *Cut Set* pada *Fault Tree*. MOCUS (*Method for Obtaining Cut Sets*) merupakan sebuah algoritma yang dapat dipakai untuk mendapatkan minimal *Cut Set* dalam sebuah *Fault Tree*.

**4. Evaluasi Kualitatif Fault Tree**

Evaluasi kualitatif dari sebuah *Fault Tree* dapat dilakukan berdasarkan minimal *Cut Set*. Kekritisian dari sebuah *Cut Set* jelas tergantung pad jumlah *Basic Event* di dalam *cut set* (orde dari cutset). Sebuah cut set dengan orde satu umumnya lebih kritis daripada sebuah *Cut Set* dengan orde dua atau lebih. Jika sebuah *fault tree* memiliki *Cut Set* dengan orde satu, maka *Top Event* terjadi sesaat setelah *Basic Event* yang bersangkutan terjadi. Jika sebuah *Cut Set* memiliki dua *Basic Event*, kedua *Event* ini harus terjadi secara serentak agar *TOP Event* dapat terjadi.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Faktor lain yang penting adalah jenis *Basic Event* dari sebuah minimal *Cut Set*. Kekritisannya dari berbagai *Cut Set* dapat diranking berdasarkan dari *Basic Event* berikut ini :

- a. Kegagalan Operator atau *Human Error*
- b. Kegagalan komponen/peralatan yang pasif
- c. Kegagalan komponen/peralatan yang pasif

*Basic Event* ini disusun berdasarkan asumsi bahwa *Human Error* lebih sering terjadi daripada kegagalan-kegagalan lainnya yang cenderung lebih rentan terhadap kegagalan.

### 2.3. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Perawatan merupakan hal yang sangat mahal dan merupakan suatu godaan yang kuat untuk menundanya sampai esok hari dan menghemat dana untuk hari ini. Ekspresi minimal *Maintenance Approach* menunjukkan tindakan perawatan terhadap suatu plant yang dilakukan hanya untuk memenuhi persyaratan dan hukum yang telah ditentukan oleh badan pembuat peraturan (Priyanta, 2000). Jika tindakan ini dikombinasikan dengan manajemen perawatan yang terabaikan, maka hal ini akan memperpendek masa berguna (*Useful Life*) dari plant dan juga mungkin juga akan menambah biaya lainnya seperti biaya kerusakan (*Down Time Cost*) dan berbagai denda yang timbul akibat dampak yang mungkin ditimbulkan oleh kerusakan sistem.

#### 1. *Maintenance* Harian.

*Maintenance* harian dilaksanakan dengan menggunakan form yang telah ditetapkan PT.Telkom Area Network Riau Daratan Pekanbaru, dengan uraian kegiatan membersihkan perangkat-perangkat, memeriksa kondisi dan melakukan semua pengukuran.

#### 2. *Maintenance* Mingguan.

*Maintenance* harian dilaksanakan dengan menggunakan form yang telah ditetapkan PT.Telkom Area Network Riau Daratan Pekanbaru, dengan uraian kegiatan memeriksa sistem kelistrikan, memeriksa panel-panel dan juga mendata semua perangkat vital untuk melakukan tindakan yang lebih penting.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. *Maintenance* 6 bulanan atau Tahunan.  
*Maintenance* harian dilaksanakan dengan menggunakan form yang telah ditetapkan PT.Telkom Area Network Riau Daratan Pekanbaru, dengan uraian kegiatan mengacu pada tolak ukur dengan keseriusan yang lebih tinggi dan juga tindakan dengan melakukan penggantian perangkat.

