

## BAB II

### TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Dari pembahasan penelitian ini, terdapat beberapa referensi dari beberapa sumber yang sebelumnya sudah pernah melakukan penelitian guna dijadikan batasan masalah dalam penelitian ini, selanjutnya referensi tersebut dapat menjadi bahan pembanding serta pertimbangan dalam masalah yang terjadi yang berhubungan dengan topik yang diambil, beberapa referensi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Ahmad Fajar Sayidul Yaom UMY (2015) melakukan penelitian tentang *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik di P.T. PLN UPJ Rayon Bumiayu*, mengatakan bahwa hanya ada dua penyulang yang mempunyai nilai keandalan SAIDI dan SAIFI yang handal. Artinya di setiap Gardu Induk harus dilakukan analisis guna mengetahui seberapa besar nilai keandalannya, karena hal tersebut mempengaruhi kualitas listrik yang di suplai terhadap konsumen.
2. Nur Indah (2013) melakukan penelitian tentang *Analisis Nilai Indeks Keandalan Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 kV pada Penyulang Pandean Lamper 1,5,8,9,10 di Gardu Induk Pandean Lamper*. Pada penelitian ini menganalisis tingkat keandalan sistem distribusi di Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 kV pada Penyulang Pandean Lamper 1, 5, 8, 9, 10 di Gardu Induk Pandean Lamper dan membahas tentang penyebab

gangguan yang ada pada Sistem Jaringan Distribusi Udara 20 kV pada Penyulang Pandean Lamper 1, 5, 8, 9, 10 di Gardu Induk Pandean Lamper.

## 2.2 Dasar Teori

### A. Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan diartikan sebagai ke optimalan kinerja suatu sistem pada periode yang telah ditetapkan dalam segala kondisi baik maupun buruk. Mutu pada suatu sistem penyaluran tenaga listrik sangatlah tergantung pada keandalan suatu sistem penyaluran energi listrik, dikarenakan sistem penyaluran energi listrik apabila jauh dari kata keandalan maka secara otomatis penyuplaian energi listrik tidak akan berjalan sesuai dengan harapan konsumen, sebab kualitas pelayanan serta keandalan yang kurang baik erat kaitannya dengan tingginya tingkat pemadaman beban sistem.

Dengan adanya konsep keandalan pada sebuah sistem, diharapkan dapat menjadi parameter kontinuitas penyuplaian energi listrik kepada konsumen, karena tanpa adanya keandalan penyaluran tegangan listrik otomatis sulit meneliti kekurangan di suatu sistem dalam pendistribusiannya. Pada pendistribusian energi listrik Struktur Jaringan Tegangan Menengah (JTM) sangat penting perannya, dikarenakan pada JTM dapat dilakukan berbagai siasat untuk mengatasi gangguan sistem dengan memindahkan pada jaringan lain yang ada di daerah gangguan dan memungkinkan untuk sementara menerima beban gangguan yang ada.

Dalam dunia kelistrikan untuk mengetahui keandalan suatu sistem menggunakan teori SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

yaitu menghitung dan menghitung rata-rata durasi pemadaman pada sebuah sistem distribusi listrik, SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) yaitu menghitung rata-rata frekuensi pada sebuah sistem pendistribusian energi listrik dan CAIDI (*Customer Average Interruption Frequency Index*). Dalam pendistribusian energi listrik apabila kualitas keandalannya jauh dari parameter baik maka sudah pasti sangat merugikan konsumen dan produsen, oleh sebab itu analisa keandalan sangat penting mengingat banyaknya konsumen yang menggunakan jasa dari penyedia energi listrik khususnya konsumen pada level menengah dan level atas seperti industri dan instansi yang tentunya membutuhkan suplai energi listrik secara maksimal dan handal, ada beberapa data yang diperlukan yang selanjutnya akan dihitung dan di rata-rata untuk menganalisa dan meneliti tingkat keandalan suatu sistem distribusi listrik.

## **B. Indeks Keandalan**

Menurut T.A Short (1996), indeks keandalan yang menyatakan tingkat keandalan jaringan jaringan adalah indeks berdasarkan pelanggan dan indeks berdasarkan titik beban. Menurut Wayan Sukerayasa (2007), untuk mengevaluasi keandalan jaringan distribusi digunakan teknik analisa menggunakan rumus matematik, yaitu indeks keandalan dasar digunakan laju kegagalan  $\lambda$  (kegagalan/tahun), rata – rata waktu keluar (outage)  $r$  (jam/gagalan) dan rata – rata ketidakersediaan tahunan  $U$  (jam/tahun), sedangkan indeks berbasis sistem diantaranya adalah SAIFI dan SAIDI.

Keandalan dari pelayanan konsumen dapat dinyatakan dalam beberapa indek. Adapun indeks tersebut, Diantaranya sebagai berikut :

### 1. Laju Kegagalan ( $\lambda$ )

Laju kegagalan adalah seringnya kegagalan yang terjadi pada saat sistem bekerja pada hitungan kurun waktu tertentu yang tercatat pada setiap sidak petugas. Laju kegagalan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{F}{T}$$

Dimana :

$\lambda$  = Angka kegagalan

$F$  = Jumlah kegagalan pada waktu percobaan

$T$  = Jumlah lama selang waktu

### 2. Laju Perbaikan ( $r$ )

Laju perbaikan yaitu kurun waktu lamanya perbaikan setelah terjadi suatu gagal sistem atau berhentinya sistem untuk bekerja secara normal dengan cara diperbaiki atau disiasati, satuan pada laju perbaikan adalah jam, dalam perhitungannya untuk mendapat waktu kegagalan rata-rata yang dialami sebuah alat dapat di rumuskan sebagi berikut :

$$\Gamma = U/\lambda = \frac{\sum_i \lambda_i r_i}{\sum_i \lambda_i}$$

Dimana :

$U$  = Waktu kegagalan per tahun (Jam/tahun)

$\lambda$  = Angka kegagalan pertahun (Gangguan/tahun)

$r$  = Waktu kegagalan (Jam)

### 3. SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

SAIDI yaitu hasil penjumlahan dari perkalian lama padam dan pelanggan padam dibagi pelanggan yang menggunakan jasa pendistribusian listrik.

Secara sistematis dapat dirumuskan seperti berikut :

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Jumlah dari perkalian Jam pemadaman dan Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah pelanggan}}$$

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_t}$$

Dimana :

$U_i$  = durasi gangguan

$N_i$  = Jumlah konsumen yang terganggu pada beban  $i$

$N_t$  = Jumlah konsumen yang dilayani

### 4. SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*)

SAIFI yaitu perkalian frekuensi padam dan pelanggan padam dibagi dengan jumlah pelanggan yang menggunakan jasa distribusi energi listrik, dan satuannya adalah pemadaman per pelanggan.

Secara sistematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah Perkalian Frekuensi Pemadaman dan Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah pelanggan}}$$

$$\text{SAIFI} = \frac{\lambda_i \times N_i}{N_t}$$

Dimana :

$\lambda_i$  = angka kegagalan rata-rata / frekuensi padam

$N_i$  = jumlah komseman yang terganggu pada beban i

$Nt$  = jumlah konsumen yang menggunakan jasa

### 5. CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*)

CAIDI yaitu lama waktu (durasi) rata-rata setiap pemadaman.

Secara sistematis dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{CAIDI} = \frac{\text{Jumlah durasi gangguan pelanggan}}{\text{Jumlah interupsi pelanggan}} = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i \lambda_i}$$

Atau bisa didapat dengan pembagian antara SAIDI dan SAIFI, contoh matematis sebagai berikut :

$$\mathbf{CAIDI} = \frac{\mathbf{SAIDI}}{\mathbf{SAIFI}}$$

Dimana :

$U_i$  = durasi gangguan

$N_i$  = jumlah konsumen yang terganggu pada beban

$\lambda_i$  = angka kegagalan rata-rata / frekuensi

Besar nilai CAIDI adalah besar durasi pemadaman (r) sistem distribusi keseluruhan ditinjau dari sisi pelanggan.

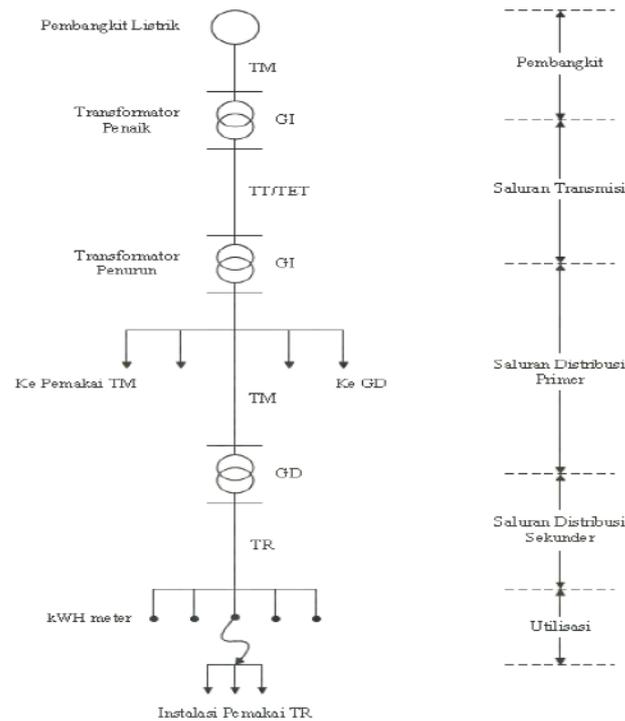
### 2.3 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Pada umumnya pembangkit listrik memiliki jarak yang cukup jauh dari pusat beban, sehingga untuk menyalurkan tenaga listrik sampai kepada konsumen harus ada saluran yang menyalurkan energi listrik dari pusat beban ke konsumen. Pada sistem jaringan distribusi terdapat 2 macam sistem jaringan dengan sistem primer dan sistem sekunder, keduanya dibedakan berdasar tegangannya, umumnya pada jaringan primer memiliki tegangan 20 kV, dan jaringan distribusi sekunder adalah 380V atau 220V. Untuk menyalurkan listrik secara kontinyu dan handal terdapat beberapa kriteria, Menurut Laksono (2016) kriteria pemilihan ini berdasarkan pada beberapa faktor, antara lain :

- a) Faktor ekonomis
- b) Faktor Tempat
- c) Faktor Kelayakan

Pemilihan sistem jaringan harus memenuhi kriteria persyaratan yaitu :

- a) Keandalan yang tinggi
- b) Kontinuitas yang tinggi
- c) Biaya investasi yang rendah
- d) Fluktuasi frekuensi dan tegangan rendah



**Gambar 2.1** Sistem Distribusi Tegangan Listrik

Sumber:<http://ikramrd.blogspot.co.id/2013/08/sistem-distribusi-tenaga-listrik.html>

### A. Sistem Distribusi Jaringan Primer

Saluran distribusi primer, terletak pada sisi primer transformator distributor, yaitu antara titik sekunder transformator substation (gardu induk) dengan titik primer transformator distribusi. Saluran ini bertegangan menengah 20 kV. Jaringan listrik 70 kV atau 150 kV, jika langsung melayani pelanggan atau konsumen, bisa disebut jaringan distribusi. Pada sistem jaringan distribusi primer saluran yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik pada masing-masing beban disebut penyulang (Feeder). Setiap feeder diberi nama sesuai dengan daerah beban yang dilayani untuk memudahkan

dalam menandai jalur-jalur yang dilayani oleh penyulang tersebut, pada sistem jaringanm distribusi primer dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

1) Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 6-20kV

Penghantar yang dipakai adalah kabel tanpa isolasi seperti kawat AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*).

2) Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) 6-20 kV

Jenis penghantar yang dipakai adalah kabel berisolasi seperti MVTIC (*Medium Voltage Twisted Insulated Cable*) dan AAACS (Kabel *Aluminium Alloy* dengan pembungkus lapisan *PVC*)

3) Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) 6-20kV

Jenis penghantar yaitu kabel tanam berisolasi PVC (*Poly Vinyl Chloride*), XLPE (*Crosslink Polyethelene*)

## **B. Sistem Distribusi Jaringan Sekunder**

Saluran distribusi sekunder, terletak pada sisi sekunder transformator distribusi, yaitu antara titik sekunder dengan titik cabang menuju beban, sistem distribusi jaringan primer merupakan bagian dari sistem distribusi jaringan primer karena berhubungan langsung dengan konsumen tenaga listrik. Pada sistem distribusi jaringan sekunder tegangan diturunkan dari 20 kV menjadi tegangan rendah yaitu 380/ 220 kV. Sistem penyaluran dibedakan menjadi dua, yaitu :

1) Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)

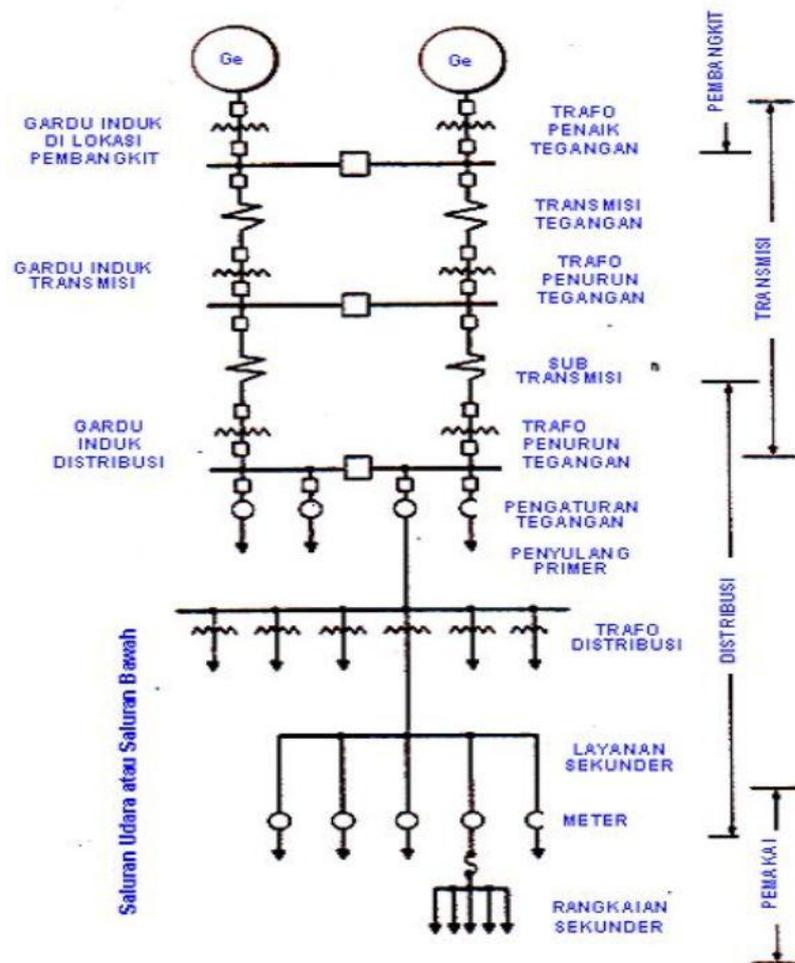
Jenis penghantar yang digunakan adalah kawat berisolasi seperti LVTC (*Low voltage Twisted Cable*)

2) Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR)

Dilihat dari fungsi sebenarnya sama dengan SUTR, hanya SKTR ditanam di dalam tanah.

Pada sistem penyaluran daya jarak jauh, selalu digunakan tegangan setinggi-tingginya dengan menggunakan transformator *step-up*. Nilai tegangan yang tinggi ini (HV, UHV, EHV) menimbulkan beberapa konsekuensi berupa bahaya bagi lingkungan dan mahal nya harga perlengkapan yang mendukung sistem tersebut, karean tidak cocok tegangan dengan sisi beban, maka pada daerah-daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan transformator *step down*, akibatnya bila ditinjau dari sumber tegangan hingga ke titik tegangan akan mempunyai nilai tegangan yang berbeda.

Pengelompokan jaringan distribusi tenaga listrik dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya sebagai berikut:



**Gambar 2.2** Konfigurasi Sistem Tenaga Listrik

Sumber: <https://jasalistrik.wordpress.com/2010/09/23/sistem-distribusi-tenaga-listrik/>

Untuk memudahkan dalam penanganan dan pengoperasian lalu diadakan pembagian serta pembatasan sebagai berikut:

Daerah I : Bagian pembangkit (Generator)

Daerah II : Bagian transmisi/penyaluran bertegangan tinggi (HV, UHV, EHV)

Daerah III : Bagian distribusi primer bertegangan menengah (6 kV atau 20 kV)

Daerah IV : Instalasi, bertegangan rendah (didalam bangunan pada konsumen)

### C. Saluran Transmisi

Saluran transmisi merupakan saluran yang menyalurkan daya yang besar dari pusat-pusat pembangkit ke daerah-daerah beban, atau antara dua atau lebih sistem. Untuk penyaluran antara dua atau lebih sistem disebut juga sebagai saluran interkoneksi atau *tie line* (Syahputra, 2015: 48).

Menurut pembagian dari klasifikasi tegangan, saluran transmisi dibagi menjadi dua, yaitu :

#### 1) Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 200 kV – 500 kV

Di Indonesia digunakan pembangkit dengan kapasitas 500 kV, tujuannya agar drop tegangan dari penampang kawat dapat direduksi secara maksimal, sehingga diperoleh operasional yang efektif dan efisien.

#### 2) Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 30 kV - 150 kV

Pada saluran transmisi ini memiliki tegangan operasi antara 30 kV sampai 150 kV. Konfigurasi jaringan pada umumnya single atau double sirkuit, dimana 1 sirkuit terdiri dari 3 fasa dengan 3 atau 4 kawat. Biasanya hanya 3 kawat dan penghantar netralnya diganti oleh tanah sebagai saluran kembali. Apabila kapasitas daya yang disalurkan besar, maka penghantar pada masing-masing fasa terdiri dari dua atau empat kawat (*Double* atau *Qudrapole*) dan berkas konduktor disebut Bundle

Conductor. Jika transmisi ini beroperasi secara parsial, jarak terjauh yang paling efektif adalah 100 km. Jika jarak transmisi lebih dari 100 km maka tegangan jatuh (*drop voltage*) terlalu besar, sehingga tegangan di ujung transmisi menjadi rendah. Untuk mengatasi hal tersebut maka sistem transmisi dihubungkan secara ring sistem atau *interconnection system*. Ini sudah diterapkan di Pulau Jawa dan akan dikembangkan di pulau-pulau besar lainnya di Indonesia.

#### **D. Gardu Induk**

Gardu induk adalah pusat dimana listrik yang disuplai dari pembangkit diproses hingga akhirnya di distribusikan ke pelanggan, pada gardu induk terdapat transformator beserta switchgear yang tergabung dalam satu kontrol. Pada intinya gardu induk mengubah tegangan yang diterima dari pembangkit listrik menjadi tegangan yang lebih rendah atau tegangan yang lebih tinggi tergantung permintaan dan kebutuhan konsumen. Gardu merupakan bagian yang penting dimana didalamnya terdapat saluran transmisi dan distribusi listrik, dimana juga terdapat peralatan hubung bagi, transformator serta pengaman dan peralatan control. Gardu induk adalah sub-sub sistem tenaga listrik karena didalamnya merupakan satu kesatuan dari transmisi sebagai satu kesatuan sistem transmisi, gardu induk sangatlah penting dan dalam pengoperasiannya tidak dapat dipisahkan dari sistem penyaluran (transmisi) secara keseluruhan. Pengaturan daya ke gardu induk lainnya

melalui tegangan tinggi dan gardu induk distribusi melalui feeder tegangan menengah.

Fungsi utama gardu induk :

1. Pengukuran, pengawasan operasi serta pengaturan dari pengamanan sistem tenaga listrik
2. Sebagai pengatur aliran daya listrik dari saluran transmisi ke saluran transmisi lainnya yang kemudian di distribusikan ke konsumen
3. Tempat untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi

Gardu sangatlah penting bagi penyaluran energi listrik ke setiap konsumen karena sangat berpengaruh pada kelancaran distribusi yang ada di daerah gardu induk tersebut, peralatan dan komponen dari gardu induk harus memiliki keandalan yang tinggi serta kualitas yang tidak diragukan lagi. Gardu induk memiliki berbagai macam komponen utama yang berguna sebagai fasilitas dalam pendistribusian energi listrik selain itu juga untuk operasi serta pemeliharaan, komponen tersebut sebagai berikut:

a) Transformator Daya

Transformator daya adalah peralatan listrik yang fungsinya sebagai penyalur tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi (500kV) ke tegangan menengah (200kV) dan sebaliknya



**Gambar 2.3** Trafo Daya

Sumber : <http://adrianis2ams.blogspot.co.id/2015/12/tugas-pertama-dari-blog-jawaban-soal-no.html>

b) Pemisah (PMS)

Pemisah (PMS) yaitu alat yang digunakan sebagai pemisah dan pembebas peralatan listrik dari tegangan kerja yang membahayakan, fungsi utama pemisah yaitu menghubungkan atau memutuskan rangkaian dalam keadaan tidak berbeban. Cara pemasangan PMS dibedakan menjadi dua, pasangan luar dan pasangan dalam, dan sistem kerjanya secara manual, motor, pneumatic atau angin dan hidrolis.

c) Pemutus Tenaga (Circuit Breaker)

Pemutus Tenaga adalah saklar untuk menghubungkan atau memutuskan suatu rangkaian/jaringan listrik sesuai dengan ratingnya. Alat tersebut digunakan apabila terjadi gangguan baik keadaan berbeban atau

tidak berbeban dan proses berlangsung dengan singkat. Pemutus tenaga atau PMT dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

- 1) PMT dengan menggunakan udara sebagai pemadam busur api (*Air Circuit Breaker*)
- 2) PMT dengan menggunakan minyak sebagai pemadam busur api (*Oil Circuit Breaker*)
- 3) PMT dengan menggunakan gas sebagai pemadam busur api (*SF6 Circuit Breaker*)

d) Trafo Tegangan (PT)

Trafo tegangan biasa disebut potensial transformator, yaitu trafo yang fungsinya menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan menengah dan tegangan rendah. Secara rinci fungsi transformator potensial adalah :

- 1) Mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer.
- 2) Memperkecil besaran tegangan pada sistem tenaga listrik menjadi besaran tegangan untuk sistem pengukuran dan proteksi.
- 3) Memungkinkan standarisasi rating tegangan untuk peralatan sisi sekunder.

Prinsip Kerja Trafo tegangan hampir sama dengan trafo-trafo pada umumnya, arus bolak-balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet dan apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu lilitan maka kedua ujung tersebut akan terjadi beda tegangan yang membedakan hanya dalam trafo tegangan arus dan dayanya kecil.

e) Arrester

Berfungsi sebagai alat isolasi dari gangguan tegangan lebih yang diakibatkan oleh sambaran petir atau tegangan transient yang tinggi dari suatu penyambungan atau pemutusan rangkaian. Sifat alat ini sebagai *bypass* disekitar lokasi isolasi yang mudah dijangkau oleh arus kilat. Sistem kerja arrester yaitu dengan sistem pentanahan, sehingga akan menimbulkan tegangan lebih yang tinggi dan tidak merusak isolasi yang ada. By-pass ini harus disusun sedemikian rupa agar tidak mengganggu penyaluran energi listrik ke konsumen. sesuai dengan fungsinya arrester dipasang pada setiap ujung saluran udara tegangan tinggi yang memasuki gardu induk.



**Gambar 2.4** Arrester

Sumber:

<http://www.hubbellpowersystems.com/arresters/sub/general/images/arresters-general-1.jpg>

f) Panel Kontrol

Macam-macam panel kontrol yang ada dalam suatu gardu induk terdiri dari panel kontrol utama dan panel relay.

1. Panel Kontrol Utama

Terdiri dari panel instrumen dan panel operasi. Pada panel instrumen terpasang alat-alat ukur dan indikator gangguan, dari panel ini alat-alat dapat dipantau dalam keadaan sedang beroperasi.

2. Panel Relay

Pada panel relay ini terdapat pengaman pada trafo. Bekerjanya relay dapat diketahui dari penunjukan indikator gangguan dipanel kontrol utama. Pada gardu induk ada yang memfungsikan didepan sebagai panel utama dengan instrumen dan saklar

3. Busbar

Busbar berfungsi sebagai titik pertemuan atau hubungan trafo-trafo tenaga saluran udara tegangan tinggi (SUTT) serta peralatan lainnya guna menyalurkan tenaga dan daya listrik. Bahan dari rel terbuat dari tembaga.

g) Isolator

Isolator berfungsi untuk memberi isolasi bagian yang dialiri arus listrik atau bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan. Isolasi pada SUTT dan SUTET dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Isolasi padat (Isolator)

## 2. Isolator udara

Sesuai fungsinya isolator wajib memiliki sifat :

### a. Karakteristik Mekanik

Isolator harus mempunyai kuat mekanik guna menanggung beban tarik konduktor penghantar maupun beban berat isolator dan konduktor penghantar. Hambatan atau kapasitas keping isolator sekitar 15 kV/keping. Maksudnya, 1 keping piringan isolator mampu menahan tegangan sebesar 15 s/d 20 kV. Jadi, untuk jumlah kepingan pada isolator tergantung pada berapa jumlah tegangan yang dilalui pada penghantar.

### b. Karakteristik elektrik

Isolator harus memiliki ketahanan tegangan impuls petir pengenal dan tegangan kerja, tegangan tembus minimum sesuai tegangan kerja dan merupakan bahan isolasi yang diapit logam sehingga dapat disebut kapasitor.

## **E. Gangguan Pada Sistem Distribusi**

Gangguan pada sistem distribusi adalah terganggunya sistem distribusi tenaga listrik yang menyebabkan bekerjanya pengaman relay penyulang, relay akan membuka circuit breaker di gardu induk yang selanjutnya aliran listrik akan secara otomatis terputus. Hal tersebut dibuat sedemikian rupa agar peralatan dan fasilitas listrik yang ada tidak rusak dan terhindar dari gangguan. Pada umumnya gangguan aliran listrik pada jaringan distribusi sering terjadi pada (SUTM) yang dibentangkan di udara

yang tidak menggunakan isolasi, beda halnya dengan (SKTM) yang menggunakan isolasi dan ditanam didalam tanah. Sumber gangguan pada sistem distribusi bisa terjadi dari internal maupun eksternal jaringan sistem distribusi tersebut.

a) Gangguan internal yaitu :

- 1) Tegangan berlebih atau arus lebih
- 2) Pemasangan alat atau fasilitas yang kurang tepat
- 3) Kesalahan dalam pengoperasian (*Human error*)
- 4) Usia peralatan ataupun komponen yang sudah tua

b) Gangguan eksternal antar lain :

- 1) Ranting pohon yang tersangkut atau patah dan mengenai SUTM
- 2) Sambaran petir
- 3) Kerusakan pada peralatan
- 4) Faktor cuaca

Berdasarkan sifat dari gangguannya dibedakan menjadi dua, yaitu :

1) Gangguan Temporer

Gangguan temporer yaitu gangguan pada alat ataupun komponen yang bersifat sementara dan alat ataupun komponen dapat bekerja kembali sesaat setelah terjadinya gangguan, baik secara otomatis ataupun manual oleh operator.

## 2) Gangguan Permanen

Gangguan permanen adalah gangguan pada alat distribusi listrik yang bersifat tetap dan tidak dapat berfungsi kembali tanpa diadakannya penanganan serius oleh operator. Hal ini ditandai dengan terjadinya trip sesaat setelah operator memasukan sistem kembali setelah terjadinya gangguan. Untuk mengatasi hal tersebut harus dilengkapi dengan sistem pengaman seperti relay, dimana alat tersebut dapat mendeteksi dimana terjadinya gangguan.

### d). Standar Indeks Keandalan (SPLN)

SPLN yaitu standar perusahaan PT PLN (Persero) yang ditetapkan direksi dan bersifat wajib. Dapat berupa peraturan, pedoman, instruksi, cara pengujian dan spesifikasi teknik. Dari tahun 1976 telah ada lebih dari 262 buah standar berhasil diselesaikan dan 59 diantaranya bidang pembangkitan. 68 standar bidang transmisi, 99 bidang distribusi, 6 bidang standar SCADA dan 30 bidang umum. Tujuannya ialah agar memberikan pegangan yang terarah dalam menilai penampilam dan menentukan tingkat keandalan dari sistem distribusi dan juga sebagai tolok ukur terhadap kemajuan atau menentukan target yang akan dicapai oleh perusahaan listrik PT PLN (Persero). Berikut adalah tabel indeks keandalan pada SPLN.

**Tabel 2.1** Standar Indeks Keandalan SPLN 68 – 2 : 1986

| Indikator Kerja | Standar Nilai | Satuan               |
|-----------------|---------------|----------------------|
| SAIFI           | 3.2           | kali/pelanggan/tahun |
| SAIDI           | 21.09         | jam/pelanggan/tahun  |

Selain itu ada pula standar indeks keandalan dari IEEE, berikut Standar Nilai Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003.

**Tabel 1.2** Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366-2003

| Indikator Kerja | Standar Nilai | Satuan               |
|-----------------|---------------|----------------------|
| SAIFI           | 1.45          | kali/pelanggan/tahun |
| SAIDI           | 2.30          | jam/pelanggan/tahun  |
| CAIDI           | 1.47          | jam/gangguan         |
| ASAI            | 99.92         | Persen               |

Dan standar yang terakhir yaitu standar Nilai Indeks Keandalan WCS (*World Class Service*) dan WCC (*World Class Company*). Berikut adalah tabel yang menunjukkan indeks nilai keandalan pada WCS dan WCC.

**Tabel 2.3** Standar Indeks Keandalan WCS (*World Class Service*)

| Indikator Kerja | Standar Nilai | Satuan               |
|-----------------|---------------|----------------------|
| SAIFI           | 3             | kali/pelanggan/tahun |
| SAIDI           | 1.666         | jam/pelanggan/tahun  |

