

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Berdasarkan topik penelitian yang dibahas, terdapat beberapa referensi dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk menentukan batasan masalah yang masih berkaitan dengan topik yang dibahas. Beberapa referensi ini akan digunakan untuk pertimbangan permasalahan apa saja yang berkaitan dengan topik yang diambil. Berikut referensi-referensi yang digunakan:

1. Yazid Khoirul Anwar (2016) melakukan penelitian tentang *Desain Perangkat Lunak Keandalan Sistem Distribusi 20 KV : Studi Kasus Penyulang Gambiran Area Banyuwangi*, Pada penelitian ini membandingkan data keluaran program dan hasil perhitungan manual menggunakan metode *Section Technique* memiliki rata-rata *error percent* 0%, dimana masing-masing nilai indeks keandalan memiliki nilai yang sama yang sama yaitu untuk SAIFI sebesar 5.658800003 kali/tahun belum tergolong handal karena melebihi batas standar PLN yaitu 3.2 kali/tahun, sedangkan indeks SAIDI sebesar 17.179399999 jam/ tahun dan CAIDI sebesar 3.035873328 jam/tahun sudah tergolong handal karena dibawah standar PLN yaitu 21 jam/tahun dan 6.5625 jam/tahun.
2. Nura Nubee Sabir (2008) melakukan penelitian tentang *The Effect of Distributed Generation on Distribution System Reliability*, Pada penelitian ini penilaian keandalan dilakukan dengan pendekatan analitis dan simulasi Monte Carlo berurutan. Pendekatan analitis menyajikan langkah-langkah keandalan seperti SAIFI dan SAIDI selama tahun rata-rata. Oleh karena itu, nilai rata-rata SAIFI dan SAIDI untuk sistem distribusi dengan atau tanpa generasi terdistribusi diperoleh. Namun, simulasi Monte Carlo berurutan dapat memberikan distribusi probabilistic SAIFI dan SAIDI berdasarkan pada sampel besar kegagalan acak komponen sistem. Hasil pengujian dari

sistem uji dimodifikasi dari sistem IEEE 34-bus disajikan berdasarkan pendekatan analitis dan simulasi Monte Carlo. Terlihat bahwa pemasangan generator terdistribusi dapat meningkatkan keandalan sistem distribusi secara signifikan.

3. E.Z Zhou (1996) melakukan penelitian tentang *Object-oriented Programming C++ and Power System Simulation*. Pada penelitian ini menerapkan konsep OOP dan Bahasa pemrograman C++ untuk simulasi sistem tenaga telah diteliti secara menyeluruh. Platform yang efisien untuk aplikasi simulasi sistem tenaga telah diusulkan. Ditemukan bahwa pendekatan OOP dan C++ sangat fleksibel dan sangat efisien, seefisien Bahasa pemrograman non-OOP jika diterapkan dengan benar. Penulis memperkirakan bahwa OOP dan C++ akan bersaing dengan Bahasa pemrograman non-OOP dalam waktu dekat sebagai cara alternative untuk memprogram perangkat lunak simulasi sistem tenaga.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Sistem Tenaga Listrik**

Sistem tenaga listrik merupakan gabungan komponen-komponen atau alat-alat listrik seperti generator, transformator, saluran transmisi, saluran distribusi, dan beban yang saling berhubungan. Pembangkit listrik umumnya terletak pada lokasi yang jauh dari pusat beban, terlebih jika pembangkit listrik tersebut berskala besar, sehingga untuk menyalurkan tenaga listrik agar sampai ke pusat beban atau konsumen maka tenaga tersebut harus disalurkan. Saluran yang menyalurkan daya yang besar dari pusat-pusat pembangkit ke pusat-pusat beban atau konsumen, atau antara dua atau lebih sistem disebut saluran transmisi.

Terdapat 2 jenis saluran transmisi, yaitu:

1. Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 30kV – 150kV

Jenis saluran transmisi ini memiliki tegangan operasi antara 30kV sampai dengan 150kV. Konfigurasi jaringan yang digunakan pada umumnya *single* atau *double* sirkuit, yang mana 1 sirkuit terdiri dari 3 fasa

dengan menggunakan 3 atau 4 kawat. Umumnya hanya menggunakan 3 kawat dan penghantar netralnya diganti sebagai saluran kembali oleh tanah. Penghantar pada masing-masing fasa terdiri dari 2 atau 4 kawat (*Double* atau *Quadrupole*) jika kapasitas aya yang disalurkan besar. Saat transmisi beroperasi secara parsial, jarak terjauh yang paling efektif yaitu 100km. Jika jarak transmisi lebih dari 100km maka pada tegangan tersebut akan terjadi jatuh tegangan (*drop voltage*) terlalu besar, sehingga tegangan di ujung transmisi menjadi rendah. Hal tersebut dapat diatasi dengan menghubungkan secara ring sistem atau *interconnection system*. Sistem ini sudah diterapkan di Pulau Jawa dan berkembang di pulau-pulau lain di Indonesia.



**Gambar 2.1** Saluran Udara Tegangan Tinggi

**Sumber :** <http://lintasbenuanta.com/wp-content/uploads/2016/11/tower.jpg>

## 2. Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 200kV-500kV

Jenis saluran transmisi ini umum digunakan pada pembangkit di Indonesia dengan kapasitas 500kV. Hal tersebut memiliki tujuan agar *voltage drop* dari penampang kawat dapat direduksi secara maksimal, sehingga operasional yang diperoleh efektif dan efisien. Tetapi terdapat pula permasalahan yang timbul dalam pembangunan saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) yaitu konstruksi tiang yang tinggi dan besar, perlu

adanya lahan yang luas, perlu isolator yang banyak, dan membutuhkan biaya yang besar.



**Gambar 2.2** Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi

**Sumber :** <http://www.ariadani.com/2011/09/alkisah-sutet-kenapa-harus-ada-sutet.html>

### **2.2.2 Sistem Distribusi**

Sistem distribusi merupakan bagian-bagian rangkaian listrik dari sumber daya sampai pelanggan. Saluran distribusi adalah saluran listrik yang dipakai untuk menyalurkan energi listrik, yang tegangan nominalnya sampai dengan 30 kV (SPLN 73:1987). Sistem distribusi memiliki fungsi untuk mendistribusikan dan menyalurkan tenaga listrik dari suplai (gardu induk) ke pusat-pusat beban (gardu distribusi) dan konsumen. (SPLN 52 – 3:1983). Sistem distribusi tenaga listrik dibagi menjadi 2 sistem distribusi, yaitu sistem distribusi primer (jaringan distribusi tegangan menengah) dan sistem distribusi sekunder (jaringan distribusi tegangan rendah). Hal yang membedakan dari kedua sistem distribusi tersebut adalah tegangan kerjanya, umumnya tenaga kerja pada sistem distribusi primer yaitu 6kV atau 20kV, sedangkan tegangan kerja pada sistem distribusi sekunder 380 V atau 220 V.

Kriteria pemilihan sistem distribusi berdasarkan pada beberapa faktor, antara lain :

- a) Faktor tempat
- b) Faktor kelayakan
- c) Faktor ekonomis

Adapun kriteria syarat pemilihan sistem jaringan yang harus dipenuhi, yaitu :

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

### **2.2.3 Sistem Jaringan Distribusi Primer**

Sistem jaringan distribusi primer merupakan bagian dari sistem tenaga listrik diantara Gardu Distribusi dan Gardu Induk(GI). Pada umumnya jaringan distribusi primer terdiri dari jaringan 3 phasa, yang jumlahnya 3 kawat atau 4 kawat. Pada saat penurunan tegangan sistem jaringan ini dari tegangan transmisi, pertamanya dilakukan pada gardu induk subtransmisi, yang mana tegangan diturunkan menjadi tegangan yang lebih rendah, mulai sistem tegangan 500kV menjadi sistem tegangan 150kV atau 70kV, lalu pada gardu induk distribusi kembali dilakukan 20kV.

Saluran yang digunakan pada sistem jaringan distribusi primer untuk melakukan penyaluran daya listrik pada masing-masing beban adalah penyulang (*Feeder*). Umumnya setiap penyulang tersebut diberi nama sesuai dengan nama daerah beban atau singkatan nama daerah yang dilayani agar memudahkan untuk mengingat dan menandai jalur-jalur yang dilayani oleh penyulang tersebut. Sistem penyaluran daya listrik yang ada pada sistem jaringan distribusi primer dapat dibedakan sebagai berikut :

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

Jenis penghantar yang digunakan yaitu kabel tanpa isolasi seperti kawat *All Aluminium Alloy Conductor (AAAC)*, *Aluminium Conductor Steel Reinforced (ACSR)*, dan lain-lain.

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

Jenis penghantar yang digunakan yaitu kawat berisolasi seperti *Medium Voltage Twisted Insulated Cable (MVTIC)* dan kabel *Aluminium Alloy* dengan pembungkus lapisan *PVC (AAACS)*.



**Gambar 2.3** Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah

**Sumber :** <https://news.lewatmana.com/tag/kementerian-des/page/13/>

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

Jenis penghantar yang digunakan yaitu kabel tanam berisolasi *Poly Vinyl Chloride (PVC)* dan *Crosslink Polyethelene (XLPE)*. Dari segi fungsi transmisi SKTM sama dengan transmisi SUTM, hanya saja SKTM ditanam di dalam tanah. Adapun beberapa pertimbangan pembangunan transmisi SKTM sebagai berikut :

- a) Keadaan setempat yang memungkinkan atau tidak untuk dibangun SUTM.
- b) Berada ditengah kota dan padat penduduk sehingga sulit untuk mendapat ruang bebas.
- c) Pertimbangan segi estetika.



**Gambar 2.4** Saluran Kabel Tegangan Menengah

**Sumber :** <https://www.kupastuntas.co/2016/09/tiru-singapura-pemkot-bandar-lampung-terapkan-kabel-listrik-tanah/>

#### **2.2.4 Sistem Jaringan Distribusi Sekunder**

Sistem jaringan distribusi sekunder adalah bagian dari jaringan distribusi primer yang mana jaringan distribusi sekunder ini berhubungan langsung dengan konsumen yang menggunakan tenaga listrik. Pada jaringan distribusi sekunder, sistem tegangan distribusi primer 20kV diturunkan menjadi sistem tegangan rendah 380/220V. Ada dua jenis sistem penyaluran daya listrik pada jaringan distribusi sekunder, yaitu:

1. Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)

Pada saluran udara tegangan rendah jenis penghantar yang digunakan yaitu kawat berisolasi, seperti kabel berisolasi seperti kabel *Low Voltage Twisted Cable*(LVTC). Transmisi SUTR merupakan bagian hilir dari sistem tenaga listrik pada tegangan distribusi yang memasok langsung kebutuhan listrik tegangan rendah kepada konsumen yang membutuhkan. Umumnya, tegangan operasi transmisi SUTR saat ini adalah 220/380Volt.

2. Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR)

Dari segi fungsi, SKTR memiliki fungsi yang sama dengan transmisi SUTR, hanya saja terdapat perbedaan. Perbedaan adalah SKTR ditanam di dalam tanah, sedangkan SUTR di udara. SUTR menggunakan penghantar berisolasi sehingga dari segi jarak aman atau ruang bebas tidak ada masalah.

### **2.2.5 Saluran Udara dan Saluran Bawah Tanah**

Saluran distribusi dengan saluran udara maupun saluran bawah tanah dapat dilakukan dengan baik. Umumnya untuk kota-kota atau daerah metropolitan yang kepadatan beban lebih besar digunakan saluran bawah tanah. Adapun faktor-faktor pemilihan antara saluran udara atau saluran bawah tanah, antara lain biaya pemeliharaan tahunan, biaya modal, pentingnya kontinuitas pelayanan, arah perkembangan daerah, dan usia manfaat sistem tersebut.

Pada sistem distribusi primer menggunakan tegangan menengah 3 fasa tanpa menggunakan penghantar netral (3 kawat). Hal ini berbeda dengan tegangan rendah yang menggunakan penghantar netral, sehingga terdapat empat kawat. Saluran yang berada di daerah-daerah yang banyak terkena gangguan cuaca, terutama petir dilengkapi dengan kawat petir. Kawat petir tersebut dipasang di bagian atas penghantar dan dihubungkan langsung dengan tanah, sehingga saat ada gangguan sambaran petir maka kawat petir yang terlebih dahulu tersambar petir. Energi petir yang tadi menyambar langsung disalurkan ke bumi melalui sistem pertanahan.

#### **2.2.5.1 Saluran Udara**

Saluran udara digunakan pada kawasan dengan kepadatan beban yang rendah. Saluran distribusi menggunakan saluran udara saat pemasangan saluran berada di luar bangunan, pada isolator-isolator diantara tiang-tiang sepanjang beban yang dilalui suplai tenaga listrik, dari gardu induk sampai pusat beban akhir. Umumnya saluran udara digunakan untuk melayani daerah yang sedang berkembang untuk tahapan sementara, seperti pinggiran kota, kampung/kota-kota kecil, dan tempat-tempat yang luas serta jauh dengan beban terbesar. Selain itu di

kota-kota besar dengan mayoritas daerah perumahan juga menggunakan saluran udara untuk pendistribusiannya. Bahan yang dipakai untuk kawat penghantar saluran adalah aluminium dan tembaga. Karena memiliki daya hantar arus listrik yang lebih tinggi, tembaga lebih baik daripada aluminium.

Semakin lama pemakaian kawat aluminium lebih banyak daripada tembaga, hal ini dikarenakan harga tembaga yang lebih tinggi. Kawat aluminium berinti baja ASCR (*Aluminium Cable Steel Reinforced*) banyak digunakan untuk saluran udara tegangan tinggi maupun tegangan menengah, sedangkan untuk saluran udara rendah menggunakan kawat aluminium telanjang AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*).

Ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan saluran udara sebagai saluran distribusi, berikut adalah keuntungan dan kerugian menggunakan saluran udara.

Keuntungan:

- a) Fleksibel terhadap perkembangan beban.
- b) Mudah dalam perawatan, gangguan-gangguan pada sistem dapat dikurangi.
- c) Mudah dalam perbaikan, dalam menentukan daerah gangguan pada *feeder* lebih mudah sehingga pemadaman listrik karena perbaikan lokasi gangguan lebih cepat.
- d) Penggunaan saluran udara memerlukan biaya investasi yang lebih murah.

Kerugian:

- a) Mudah mendapat gangguan dari luar seperti cuaca buruk, angin, pohon tumbang, petir, dan lain-lain.
- b) Dari segi estetika/keindahan saluran udara kurang menjadikan saluran udara bukan pilihan yang ideal untuk suatu saluran transmisi dalam kota.

#### **2.2.5.2 Saluran Bawah Tanah**

Saluran bawah tanah menyalurkan tenaga listrik dengan menggunakan kabel tanah sepanjang daerah beban yang mensuplai tenaga listrik. Penghantar yang digunakan saluran bawah tanah adalah saluran kabel tanam tegangan menengah

(SKTM). Penghantar ini banyak digunakan untuk daerah industri dan perkotaan, karena penghantar ini mempunyai nilai keandalan yang tinggi. Kabel tanam mempunyai dua macam yaitu kabel tanam dengan isolasi plastik(PVC) dan kabel tanam dengan isolasi minyak, sedangkan bahan konduktornya yaitu tembaga dan aluminium.

Ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan saluran bawah tanah sebagai saluran distribusi, berikut adalah keuntungan dan kerugian menggunakan saluran bawah tanah.

Keuntungan:

- a) Saluran bawah tanah memiliki nilai keandalan yang tinggi.
- b) Biaya pemeliharaan pada saluran ini terhitung murah.
- c) Kabel tanah tidak mudah terganggu dari luar dan gangguan alam seperti saluran udara.
- d) Saluran bawah tanah tidak mengganggu keindahan lingkungan atau pemandangan.

Kerugian:

- a) Saluran bawah tanah membutuhkan biaya investasi yang tinggi.
- b) Jika terjadi gangguan sulit dilacak, tidak semudah saluran udara.

### **2.2.6 Konfigurasi Jaringan Distribusi Primer**

Umumnya jumlah penyulang yang berada di suatu daerah/kawasan lebih dari satu. Semakin banyak penyulang jika kompleks beban dan semakin besar yang dilayani di suatu daerah/ kawasan tersebut. Beberapa penyulang yang berkumpul di suatu titik merupakan gardu hubung. Gardu hubung merupakan suatu bangun gardu listrik yang terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah(PHB-TM), trafo distribusi, dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah(PHB-TR) untuk memasok kebutuhan daya listrik bagi para konsumen dengan Tegangan Menengah (TM 20kV) maupun Tegangan Rendah (TR 220/380 V). Gardu hubung memiliki fungsi sebagai berikut:

- a) Sebagai titik pengumpul dari satu atau lebih sumber dan penyulang.
- b) Apabila terjadi gangguan pada jaringan maka gardu hubung dapat menjadi tempat pengalihan beban.

Gabungan dari beberapa penyulang dapat membentuk beberapa tipe dalam jaringan distribusi primer, berikut merupakan pembagian tipe sistem tersebut:

- a) Sistem *radial*.
- b) Sistem lingkaran (*loop/ring*) dan lingkaran terbuka (*open loop/open ring*).
- c) Sistem *spidel*.
- d) Sistem gugus (*mesh*).

Masing-masing tipe sistem jaringan distribusi mempunyai karakteristik, keuntungan, dan kerugian yang berbeda-beda tergantung tipe.

#### **2.2.6.1 Sistem Radial**

Sistem jaringan distribusi primer tipe ini hanya memiliki satu buah sumber dan penyulang. Jika gangguan terjadi pada salah satu sumber atau penyulang maka semua beban yang dilayani oleh jaringan distribusi ini akan padam. Karena hal tersebut sistem radial ini memiliki nilai keandalan yang rendah. Umumnya sistem ini digunakan di daerah yang tidak membutuhkan nilai keandalan tinggi seperti pedesaan dan perkotaan.

Sistem radial ini memiliki keuntungan dan kerugian, antara lain:

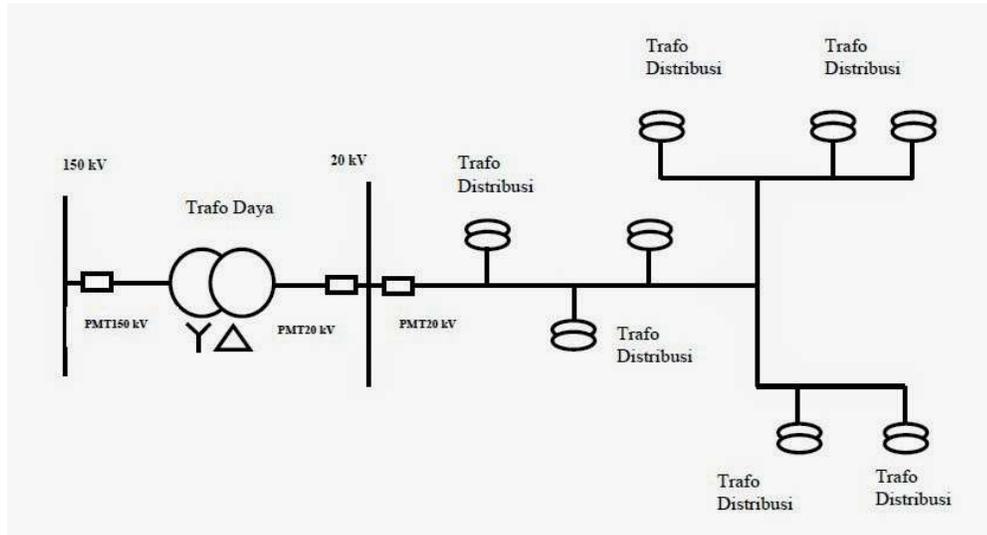
Keuntungan:

- a) Sistem radial memiliki bentuk yang sederhana.
- b) Biaya investasi yang dibutuhkan sistem radial relatif murah

Kerugian:

- a) Rugi tegangan dan rugi daya pada daya relative besar, sehingga kualitas pelayanannya kurang baik.
- b) Antara titik sumber dan titik beban hanya ada satu alternative saluran, sehingga kontinuitas pelayanan daya tidak terjamin.

- c) Jika saluran tersebut mengalami gangguan, maka seluruh rangkaian akan mengalami pemadaman total.



**Gambar 2.5** Sistem Jaringan Distribusi Tipe Radial

**Sumber :** <http://iaeceta.org/2017/09/29/tipe-tipe-jaringan-distribusi-listrik/>

### 2.2.6.2 Sistem loop/Ring

Sistem jaringan distribusi primer tipe ini merupakan gabungan dari dua buah sistem radial. Operasi normal sistem *loop* secara umum hamper sama seperti sistem radial, hal tersebut karena jumlah penyulang dan sumber yang ada pada suatu jaringan distribusi yaitu lebih dari satu buah.

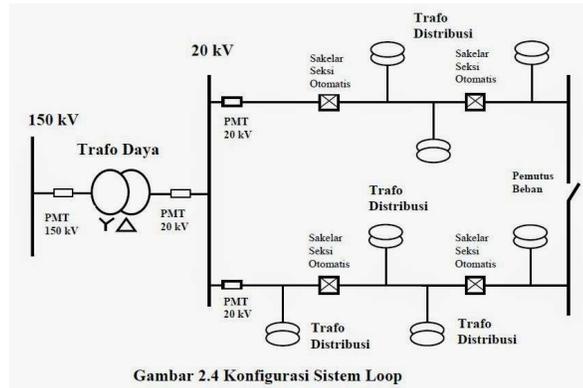
Sistem *loop/ring* memiliki keuntungan dan kerugian, antara lain:

Keuntungan:

- a) Sistem *loop/ring* memiliki tingkat keamanan dan keandalan yang cukup tinggi.
- b) Kontinuitas penyaluran daya listrik pada sistem ini cukup tinggi.
- c) Stabilitas tegangan sistem yang baik.

Kerugian:

- a) Biaya yang dibutuhkan dalam pemasangan relatif mahal.
- b) Biaya pemeliharaan yang dibutuhkan juga relatif tinggi.



**Gambar 2.6** Sistem Jaringan Distribusi Tipe *Loop*

**Sumber :** <http://iaeeta.org/2017/09/29/tipe-tipe-jaringan-distribusi-listrik/>

### 2.2.6.3 Sistem *Spindel*

Sistem jaringan distribusi primer tipe ini merupakan modifikasi atau rubahan dari sistem *loop/ring* yang terdiri lebih dari satu penyulang. Penyulang-penyulang ini berpangkal pada gardu induk serta ujungnya akan terhubung pada gardu hubung. Ada dua jenis penyulang, yaitu:

#### 1. Penyulang Kerja

Penyulang kerja merupakan penyulang yang dioperasikan guna mengalirkan daya dari sumber pembangkit listrik menuju konsumen atau beban, oleh karena itu penyulang kerja dioperasikan dalam keadaan bertegangan dan sudah dibebani. Penyulang kerja beroperasi hamper sama seperti sistem *radial*.

#### 2. Penyulang Cadangan

Penyulang cadangan merupakan penyulang yang menghubungkan langsung gardu induk ke gardu hubung dan tidak dibebani dengan gardu-gardu distribusi. Operasi normal pada penyulang yang tidak berbeban dan hanya berfungsi sebagai penyulang cadangan yang digunakan untuk

menyuplai penyulang tertentu yang terkena gangguan melalui gardu hubung.

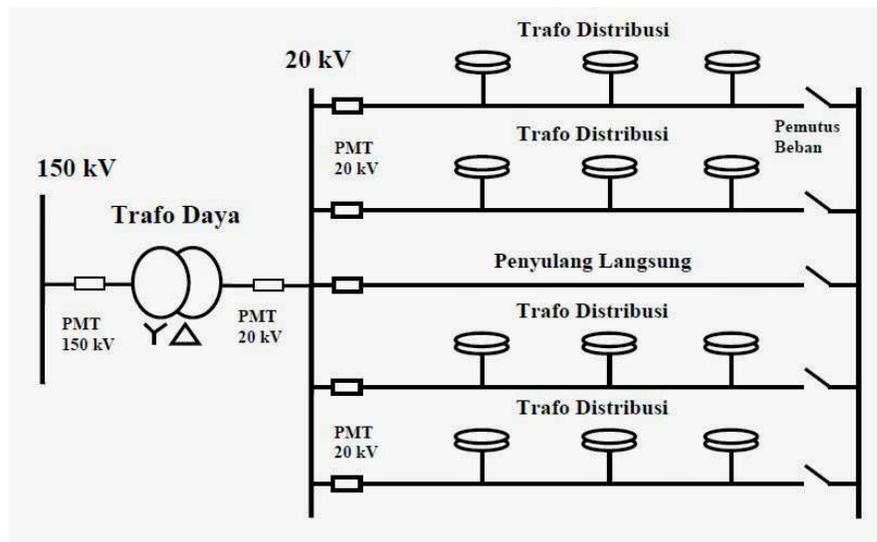
Sistem *spindel* ini memiliki keuntungan dan kerugian, antara lain:

Keuntungan:

- a) Sistem *spindel* ini memiliki nilai keandalan yang lebih tinggi.
- b) Pada sistem ini rugi tegangan dan rugi daya relatif kecil.

Kerugian:

- a) Biaya yang dibutuhkan sangat mahal.
- b) Pada sistem ini harus mempunyai tenaga lapangan yang terampil
- c) Beban setiap penyulang terbatas.



**Gambar 2.7** Sistem Jaringan Distribusi Tipe Spindel

**Sumber :** <http://iaeeta.org/2017/09/29/tipe-tipe-jaringan-distribusi-listrik/>

#### 2.2.6.4 Sistem Gugus

Sistem jaringan distribusi primer tipe ini merupakan suatu variasi dari sistem *spindel*, terdapat perbedaan yang terletak pada bagian penyulang cadangan. Penyulang cadangan pada sistem gugus diberi beban seperti halnya penyulang

kerja. Indeks keandalan dan tingkat kontinuitas pada sistem ini lebih baik daripada sistem *loop/ring* ataupun radial.

Umumnya sistem gugus ini digunakan pada sistem transmisi tegangan tinggi yang sering disebut sebagai sistem interkoneksi. Sistem gugus ini jarang digunakan pada sistem distribusi primer tegangan menengah.

Sistem gugus memiliki keuntungan dan kerugian, antara lain:

Keuntungan:

- a) Sistem ini memiliki nilai keandalan yang lebih tinggi.
- b) Sistem ini dapat mengikuti pertumbuhan dan perkembangan beban.
- c) Kualitas tegangan pada sistem ini baik dan rugi dayanya kecil.

Kerugian:

- a) Biaya yang dibutuhkan pada sistem ini sangat mahal.
- b) Cara pengoperasian pada sistem ini tergolong sulit.

### **2.2.7 Sistem Pengaman Jaringan Distribusi Primer**

Sistem pengaman jaringan merupakan sistem pengaman yang bekerja terhadap peralatan-peralatan listrik yang terpasang di jaringan sistem tenaga listrik terhadap kondisi *abnormal* operasi itu sendiri. Tujuan sistem pengaman untuk membatasi, mencegah, atau melindungi jaringan dan peralatan terhadap bahaya kerusakan yang disebabkan karena adanya gangguan yang bersifat *permanent* maupun *temporer*. Sehingga nilai keandalan dan kualitas penyaluran daya listrik yang diharapkan oleh konsumen dapat terjamin. Beberapa kriteria yang perlu diperhatikan pada sistem pengaman, yaitu:

- a) Pemilihan tindakan.
- b) Kecepatan bertindak.
- c) Keandalan.
- d) Peka.

Sistem pengaman jaringan tegangan menengah merupakan suatu komponen yang sangat penting serta dirancang untuk mengamankan jaringan dan peralatan

tegangan menengah. Umumnya peralatan pengaman yang berada pada sistem jaringan distribusi tegangan menengah yaitu Pemisah (PMS), Pemutus Tenaga (PMT), Saklar Beban (SB), Saklar Seksi Otomatis (SSO), Tie Switch (TS), Recloser, Penutup Balik Otomatis (PBO), dan Pelebur.

#### **2.2.7.1 Pemutus Tenaga (PMT) / *Circuit Breaker* (CB)**

Pemutus tenaga (CB) merupakan suatu saklar yang bekerja secara otomatis memutuskan arus listrik yang terhubung pada jaringan dalam keadaan berbeban pada saat mengalami gangguan yang disebabkan dari dalam atau dari luar pada jaringan listrik. Alat ini dilengkapi rele arus lebih (*Over Current Relay*) dalam sistem pengoperasiannya, fungsi rele arus lebih tersebut sebagai pengaman jaringan dari arus lebih. Pengaruh pemutus tenaga (CB) terhadap keandalan yaitu waktu terjadinya gangguan, apabila terjadi gangguan pemutus tenaga membutuhkan waktu kembali yang cukup lama.

#### **2.2.7.2 Pemisah (PMS)**

Pemisah (DS) merupakan suatu saklar yang berfungsi untuk memisahkan atau menghubungkan suatu jaringan listrik pada saat tidak bertegangan atau tidak berbeban. Umumnya alat ini digunakan pada saat diadakan pemeliharaan rutin yang dilakukan oleh PLN.

#### **2.2.7.3 Penutup Balik Otomatis / *Recloser***

Penutup balik otomatis (*recloser*) merupakan pelengkap yang digunakan untuk pengaman terhadap gangguan *temporer* serta membatasi luas daerah yang padam karena terkena gangguan. Media peredam busur apinya penutup balik otomatis (*recloser*) dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu dengan media *vacum*, media SF6, dan media minyak. Sedangkan menurut peralatan pengendaliannya *recloser* dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu penutup balik otomatis hidrolik (kontrol hidrolik) dan penutup balik otomatis terkontrol elektrik.

Sistem operasi pembangkit balik otomatis (*recloser*), sebagai berikut :

1. Pada saat terkena gangguan, arus yang mengalir listrik melalui pembangkit balik otomatis (*recloser*) sangat besar sehingga menyebabkan kontak *recloser* terbuka (*trip*) atau dalam operasi cepat dikenal *fast trip*.
2. Kontak penutup balik otomatis (*recloser*) akan menutup kembali setelah melewati waktu *reclose* sesuai pengaturan awal. Waktu *reclose* bertujuan untuk memberi waktu pada penyebab gangguan agar hilang, terutama gangguan yang bersifat *temporer*.
3. Jika gangguan yang terjadi bersifat permanen, *recloser* akan membuka dan menutup balik sesuai dengan pengaturan dan akan terkunci (*lock-out*).
4. Setelah gangguan dapat dihilangkan oleh petugas, penutup balik otomatis baru dapat dimasukkan ke dalam sistem.

#### **2.2.7.4 Sectionalizer**

Saklar seksi otomatis (*Sectionalizer*) merupakan alat pemutus yang berfungsi untuk mengurangi luas daerah yang padam karena terkena gangguan. Saklar seksi otomatis (*sectionalizer*) membagi jaringan distribusi listrik menjadi *section-section*, sehingga jika terjadi gangguan pada salah satu *section*, luas daerah yang padam karena gangguan tersebut dapat diperkecil. Jenis saklar seksi otomatis (*sectionalizer*) ada dua, yaitu dengan pengindera tegangan atau *Automatic Vacuum Switch (AVS)* dan pengindera arus atau *Automatic Sectionalizer*. *Sectionalizer* bekerja dengan cara melakukan deteksi tegangan pada *section* kerjanya, sehingga ketika tidak ada tegangan, *sectionalizer* akan membuka. Begitu juga sebaliknya jika mendeteksi adanya tegangan, maka *sectionalizer* akan menutup. Saklar seri otomatis ini juga dapat dioperasikan secara manual untuk memutus arus beban. Supaya *sectionalizer* bekerja dengan optimal, maka *sectionalizer* harus dikoordinasikan dengan *recloser* yang ada di sisi hulu. Jika *sectionalizer* tidak dikoordinasikan dahulu maka *sectionalizer* hanya dapat berfungsi sebagai saklar biasa.

#### **2.2.7.5 Load Break Switch(LBS)**

Load Break Switch (LBS) merupakan suatu saklar yang umumnya terletak di atas tiang jaringan dengan tuas penggeraknya berada di bawah dan berfungsi sebagai pembatas/pengisolir lokasi gangguan. Umumnya alat ini dipasang di dekat pusat-pusat beban. Alat ini berfungsi sebagai saklar hubung antara satu penyulang dengan penyulang yang lain dalam keadaan darurat pada sistem operasi jaringan distribusi primer tipe *open loop/ring*.

#### **2.2.7.6 Pelebur (Fuse Cut Out)**

Pelebur (*Fuse Cut Out*) merupakan suatu alat pemutus aliran daya listrik pada suatu jaringan jika terjadi gangguan arus lebih. Pelebur dilengkapi dengan *fuse link* yang terdiri dari elemen lebur, sehingga bagian inilah yang akan langsung melebur jika terdapat arus lebih yang mengalir pada jaringan. Besar nilai *fuse link* yang digunakan bergantung dari perhitungan arus (jumlah beban) maksimum yang dapat mengalir pada jaringan yang diamankan.

#### **2.2.7.7 Arrester**

*Arrester* merupakan suatu alat pengamanan bagi peralatan jaringan listrik terhadap gangguan tegangan lebih yang terjadi karena adanya petir. *Arrester* berfungsi untuk meneruskan arus petir ke sistem pertanahan langsung agar tidak menimbulkan tegangan lebih yang dapat merusak aliran daya sistem frekuensi 50Hz. Pada saat terjadi gangguan, *arrester* berfungsi sebagai konduktor yang mempunyai tahanan rendah agar tidak mengganggu aliran sistem. Akibatnya *arrester* dapat meneruskan arus yang tinggi ke tanah langsung untuk dinetralisir dan setelah gangguan *arrester* akan kembali sebagai isolator. Umumnya *arrester* dipasang pada jaringan, cubicle, transformator distribusi, dan gardu induk.

### 2.2.8 Gardu Induk

Gardu induk adalah suatu instalasi yang terdiri dari sekumpulan peralatan listrik yang disusun menurut pola tertentu dengan pertimbangan teknis, ekonomis, dan keindahan. Gardu induk distribusi desainnya telah distandarisasi oleh industri perlengkapan listrik berdasarkan pengalaman sebelumnya. Proses standarisasi ini terus berlangsung dari waktu ke waktu, sesuai dengan keadaan terkini.

Gardu induk distribusi adalah salah satu komponen sistem distribusi yang berguna untuk menghubungkan jaringan ke konsumen atau berfungsi untuk mendistribusikan/membagikan tenaga listrik pada konsumen/beban tegangan menengah maupun tegangan rendah.

Transformator distribusi *step down transformer* berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan distribusi tegangan tinggi menjadi tegangan terpakai pada jaringan tegangan rendah. Sedangkan *step up transformer* hanya digunakan pada pusat pembangkit agar tegangan yang didistribusikan pada suatu jaringan panjang tidak mengalami *voltage drop* dan berfungsi untuk menaikkan tenaga listrik. Sehingga hal tersebut berarti tidak melebihi ketentuan *voltage drop* yang diperkenankan yaitu 5% dari tegangan semula.

Ada dua jenis transformator yang digunakan pada jaringan distribusi yaitu transformator 3 fasa dan transformator 1 fasa. Terkadang untuk melayani beban tiga fasa digunakan tiga buah transformator satu fasa dengan hubungan delta (*delta connection*) atau hubungan bintang (*star connection*). Pada umumnya jaringan distribusi tegangan tinggi primer menggunakan transformator 3 fasa untuk jenis *outdoor*. Transformator tersebut merupakan transformator yang diletakkan di atas tiang dengan ukuran yang lebih kecil dibandingkan transformator berjenis *indoor* atau jenis yang diletakkan di dalam rumah gardu.

Secara umum gardu induk berfungsi sebagai berikut :

1. Mentransformasikan daya listrik :
  - a) Dari tegangan ekstra tinggi ke tegangan tinggi (50 kV/150 kV).
  - b) Dari tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah (150 kV/70 kV).
  - c) Dari tegangan tinggi ke tegangan menengah (150 kV/20 kV, 70 kV/20 kV).

- d) Frekuensi tetap 50Hz.
2. Untuk melakukan pengukuran, pengawasan, dan pengamanan dari sistem tenaga listrik.
  3. Pengaturan pelayanan beban ke beberapa gardu induk lain melalui tegangan tinggi ke beberapa gardu distribusi setelah melalui beberapa proses penurunan tegangan melalui penyulang-penyulang tegangan menengah yang berada di gardu induk.
  4. Sebagai sarana telekomunikasi atau yang kita kenal dengan istilah SCADA, umumnya untuk internal PLN.
  5. Untuk menyalurkan tenaga listrik sesuai dengan kebutuhan pada tegangan tertentu, daya listrik yang didapat berasal dari pembangkit atau dari gardu induk lain.

Diamati dari segi kegunaan atau manfaat gardu induk tersebut, maka komponen dan peralatan pada gardu induk harus mempunyai nilai keandalan yang tinggi serta kualitas yang baik dan tidak diragukan lagi. Kinerja gardu induk harus optimal sehingga konsumen tidak merasa dirugikan oleh kinerja gardu induk. Sesuatu yang berhubungan dengan rekonstruksi pembangunan pada gardu induk juga harus memenuhi syarat-syarat yang sesuai standar yang berlaku serta harus diperhatikan besar bebannya.

### **2.2.9 Gangguan Pada Sistem Distribusi**

Jaringan distribusi merupakan bagian jaringan listrik yang paling dekat dengan konsumen dimana nantinya jaringan distribusi ini yang menyalurkan tenaga listrik ke masyarakat. Gangguan sistem distribusi merupakan terganggunya sistem tenaga listrik yang menyebabkan rele pengaman penyulang bekerja untuk membuka *circuit breaker* di gardu induk, hal tersebut menyebabkan terputusnya suplai tenaga listrik ke konsumen. Peralatan pengaman berguna untuk mencegah kerusakan peralatan pada sistem distribusi dan mencegah adanya gangguan.

Pada umumnya gangguan terjadi pada jaringan distribusi pada aluran distribusi yang berada pada saluran udara yang tidak menggunakan isolasi (SUTM) daripada dengan saluran distribusi yang berada didalam tanah dengan memakai isolasi pembungkus (SKTM). Terjadi gangguan pada jaringan distribusi dapat berasal dari dalam sistem distribusi ataupun dari luar sistem distribusi.

1. Gangguan dari dalam sistem antara lain :
  - a) Pemasangan peralatan yang kurang tepat.
  - b) Adanya arus lebih atau tegangan lebih.
  - c) Kerusakan dari peralatan dan alat pendeteksi.
  - d) Terjadi kegagalan dari fungsi peralatan jaringan.
  - e) Usia peralatan atau komponen jaringan.
2. Gangguan dari luar sistem antara lain :
  - a) Sambaran petir.
  - b) Ranting/dahan pohon yang menyentuh SUTM.
  - c) Cuaca atau hujan.
  - d) Gangguan dari manusia sendiri.
  - e) Gangguan dari binatang.

Berdasarkan sifatnya gangguan pada sistem distribusi dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Gangguan temporer

Gangguan temporer merupakan gangguan yang bersifat sementara karena gangguan tersebut dapat hilang sendiri dengan cara memutus bagian yang terkena gangguan sesaat dan dapat normal kembali. Jika gangguan yang terjadi tidak dapat hilang dengan otomatis atau dengan menggunakan alat pengaman (*recloser*) maka gangguan tersebut bisa menjadi gangguan tetap dan bisa menyebabkan pemutusan arus tetap. Selain itu apabila gangguan temporer sering terjadi maka dapat timbul adanya kerusakan pada peralatan yang nantinya menimbulkan suatu gangguan yang bersifat permanen. Seperti contoh gangguan temporer yaitu gangguan terjadi akibat sentuhan ranting/dahan pohon yang

berada disekitar jaringan, akibat layang-layang yang menyangkut pada sistem, akibat sentuhan binatang yang terbang disekitar jaringan, dan lain-lain.

## 2. Gangguan permanen

Gangguan permanen merupakan gangguan yang bersifat tetap, karena gangguan tersebut tidak dapat hilang sebelum yang menyebabkan gangguan itu dihilangkan terlebih dahulu. Adanya gangguan yang bersifat permanen tersebut bisa disebabkan oleh kerusakan pada peralatan jaringan, untuk membebaskan hal tersebut maka diperlukan perbaikan penyebab gangguan itu sendiri. Hal ini ditandai dengan jatuhnya pemutus tenaga listrik, untuk mengatasi hal ini operator memasukkan sistem kembali setelah terjadi gangguan. Contoh gangguan permanen yaitu terjadinya hubung singkat, adanya kawat yang putus, dan pohon yang menimpa kawat fasa di saluran udara.

### **2.2.10 Keandalan Sistem Distribusi**

Keandalan sistem distribusi merupakan suatu indeks ukuran tingkat pelayanan/ketersediaan penyediaan tenaga listrik yang berasal dari sistem distribusi ke konsumen. Nilai keandalan dapat diukur dari seberapa sering sistem mengalami pemadaman, berapa lama terjadinya pemadaman listrik itu, dan seberapa cepat waktu yang digunakan untuk mengembalikan kondisi dari pemadaman listrik yang terjadi menjadi pulih.

Keandalan sistem distribusi dapat dikatakan semakin berkurang, jika tingkat pemadaman yang terjadi semakin tinggi, begitu juga sebaliknya. Sistem distribusi yang memiliki keandalan yang tinggi dapat memberikan tenaga listrik kapanpun dibutuhkan oleh konsumen. Jika sistem distribusi yang memiliki keandalan yang rendah maka tingkat ketersediaan tenaganya rendah dan sering padam.

Pengaplikasian dari konsep keandalan sistem distribusi berbeda dengan pengalokasian sistem transmisi dan sistem pembangkitan. Sistem distribusi lebih berorientasi pada titik beban konsumen daripada orientasi pada sistem, serta lebih mempertimbangkan sistem distribusi lokal daripada sistem terintegrasi yang

mencakup fasilitas transmisi dan pembangkitan. Sistem pembangkitan dan sistem transmisi lebih mempertimbangkan probabilitas hilangnya beban dan memperhatikan sedikit komponen sistem. Sedangkan pada sistem distribusi mempertimbangkan semua aspek dari teknik, seperti perencanaan, desain, dan pengoperasian. Perhitungan probabilitas matematik pada sistem distribusi lebih sederhana dibandingkan yang dibutuhkan untuk penaksiran nilai keandalan sistem transmisi dan sistem pembangkitan.

Adapun tingkatan keandalan dalam pelayanan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1. Keandalan sistem yang tinggi (*High Reliability System*)

Saat kondisi normal, sistem distribusi akan memberikan kapasitas yang cukup untuk penyediaan daya listrik pada beban puncak dengan variasi tegangan yang baik serta dalam keadaan darurat jika keadaan tersebut terjadi pada jaringan, oleh karena itu sistem ini memerlukan beberapa peralatan serta pengamanan yang cukup banyak guna menghindarkan berbagai macam gangguan pada sistem distribusi.

2. Keandalan sistem yang menengah (*Medium Reliability System*)

Saat kondisi normal, sistem akan memberikan kapasitas yang cukup untuk penyediaan daya listrik pada beban puncak dengan variasi tegangan yang baik serta dalam keadaan darurat jika terjadi gangguan dalam keadaan darurat pada jaringan, maka sistem tersebut masih bisa melayani sebagian dari beban meskipun dalam kondisi beban puncak. Sehingga pada sistem ini diperlukan adanya peralatan yang cukup banyak guna mengatasi serta menanggulangi terjadinya beberapa gangguan pada sistem.

3. Keandalan sistem yang rendah (*Low Reliability System*)

Saat kondisi normal, sistem ini akan memberikan kapasitas yang cukup untuk penyediaan daya pada beban puncak dengan variasi tegangan yang baik, jika terjadi suatu gangguan pada jaringan sistem ini maka sistem tersebut tidak bisa melayani beban. Sehingga perlu adanya perbaikan terlebih dahulu dan pada sistem

ini digunakan peralatan-peralatan pengaman yang relatif sedikit jumlahnya dibandingkan sistem lain.

Kontinuitas pelayanan dan penyaluran jaringan distribusi ini tergantung pada jenis dan macam sarana penyalur serta peralatan pengaman yang terpasang. Jaringan distribusi (sarana penyaluran) memiliki tingkat kontinuitas yang bergantung dengan susunan saluran dan cara pengaturan sistem operasi yang pada khususnya di lakukan perencanaan serta dipilih untuk memenuhi kebutuhan serta sifat beban.

Tingkat kontinuitas pelayanan dari sarana penyalur disusun berdasarkan upaya menghidupkan kembali suplai setelah pemutusan karena gangguan. (SPLN 53, 1983). Tingkat-tingkat tersebut yaitu :

- Tingkat 1 : Mungkin padam berjam-jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mencari serta melakukan perbaikan bagian yang rusak karena terkena gangguan.
- Tingkat 2 : Padam beberapa jam, yaitu yang diperlukan untuk mengirim petugas ke lapangan, guna melokalisir kerusakan dan melakukan manipulasi untuk menghidupkan sementara kembali dari arah atau saluran yang lain.
- Tingkat 3 : Padam beberapa menit, yaitu melakukan manipulasi oleh petugas yang siap di gardu atau dilakukan pengukuran / deteksi dan pelaksanaan manipulasi jarak jauh dengan bantuan DCC.
- Tingkat 4 : Padam hanya beberapa detik, yaitu manipulasi dan pengamanan dilakukan secara otomatis dari DCC.
- Tingkat 5 : Tanpa padam, yaitu jaringan distribusi sudah dilengkapi instalasi cadangan terpisah dan pengamanan otomatis secara penuh dari DCC.

### 2.2.11 SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*) merupakan nilai indeks keandalan yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata gangguan sistem yang terjadi per konsumen yang dilayani oleh sistem per satuan waktu (umumnya pertahun). Dengan indeks ini gambaran mengenai frekuensi kegagalan rata-rata yang terjadi pada bagian-bagian dari sistem bisa dievaluasi, sehingga dapat dikelompokkan sesuai dengan tingkat keandalan pada sistem tersebut. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{SAIFI} = \frac{\text{Jumlah dari Perkalian Angka Kegagalan dan Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah Pelanggan Total}}$$

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

Dimana :

$\lambda$  = Angka kegagalan rata-rata / frekuensi padam.

$N_i$  = Jumlah konsumen yang terganggu pada beban.

$N_t$  = Jumlah konsumen yang dilayani.

### 2.2.12 SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

sebagai SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*) merupakan nilai indeks yang didefinisikan nilai rata-rata dari lamanya gangguan sistem untuk setiap konsumen selama satu tahun. Dengan indeks ini, gambaran mengenai lama pemadaman rata-rata yang diakibatkan oleh adanya gangguan pada bagian-bagian dari sistem dapat dievaluasi. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{SAIDI} = \frac{\text{Jumlah dari Perkalian Durasi Gangguan dan Pelanggan Padam}}{\text{Jumlah Pelanggan}}$$

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

Dimana :

$U_i$  = Durasi gangguan.

$N_i$  = Jumlah konsumen yang terganggu pada beban.

$N_t$  = Jumlah konsumen yang dilayani.

### 2.2.13 CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

CAIDI (*Customer Average Interruption Duration Index*) merupakan nilai indeks durasi gangguan konsumen rata-rata tiap tahun. Nilai indeks ini menginformasikan tentang waktu rata-rata untuk pernormalan lebih gangguan tiap konsumen dalam satu tahun. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{CAIDI} = \frac{\text{Jumlah Total Durasi Gangguan Pelanggan}}{\text{Jumlah Total Gangguan Pelanggan}}$$

$$\text{CAIDI} = \frac{\sum U_i N_i}{\sum \lambda_i N_i}$$

Indeks ini juga sama dengan perbandingan antara SAIDI dan SAIFI, yaitu sebagai berikut :

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

Besarnya nilai CAIDI ini digambarkan sebagai besar waktu durasi gangguan sistem distribusi keseluruhan yang ditinjau dari sisi konsumen. Indeks keandalan merupakan suatu indikator nilai keandalan yang dinyatakan dalam besaran probabilitas. Sejumlah indeks ini dikembangkan untuk menyediakan suatu kerangka yang nantinya digunakan untuk mengevaluasi keandalan suatu sistem distribusi.

### 2.2.14 ASAI dan ASUI

Indeks ASAI (*Average Service Availability Index*) memberikan informasi mengenai tingkat ketersediaan pelayanan tenaga listrik (suplai daya) yang diterima pelanggan. Indeks ini dirumuskan dengan:

$$\text{ASAI} = \frac{\text{Jumlah Durasi Ketidakterediaan Suplai Daya ke Pelanggan}}{\text{Jumlah Durasi Suplai Daya yang dibutuhkan Pelanggan}}$$

$$\text{ASAI} = \frac{8760 - \text{SAIDI}}{8760} \times 100$$

Keterangan

8760 adalah total jumlah jam dalam satu tahun kalender.

Indeks ASUI (*Average Service Unavailability Index*) adalah nilai pelengkap dari *ASAI* yang mungkin kadang-kadang diperlukan. Indeks ini dirumuskan dengan :

$$ASUI = 1 - ASAI$$

#### **2.2.15 Perusahaan Listrik Negara (PLN)**

Standar perusahaan PT. PLN (Persero) dapat berupa pedoman, peraturan, instruksi, cara pengujian, dan spesifikasi teknik. Dari tahun 1976 sudah lebih dari 264 standar berhasil dirampungkan. Terdapat 61 standar bidang pembangkitan, 71 standar bidang transmisi, 99 standar bidang distribusi, dan 33 standar bidang umum yang telah berhasil dirampungkan. Standar ini bermaksud untuk menjelaskan dan menetapkan tingkat keandalan sistem distribusi. Hal ini bertujuan untuk memberikan pegangan yang terarah dalam menilai penampilan serta menentukan tingkat keandalan dari sistem distribusi. Selain itu juga sebagai tolak ukur terhadap kemajuan atau menentukan proyeksi yang akan dicapai PT. PLN (Persero).

#### **2.2.16 Kegunaan Dari Indeks Keandalan Sistem**

Indeks keandalan sistem memiliki kegunaan, berikut beberapa kegunaan yang paling umum yaitu :

- a) Untuk mengidentifikasi sub sistem dan sirkit dengan capaian di bawah standar untuk memastikan penyebabnya.
- b) Menyediakan sejarah keandalan dari sirkit individu untuk diskusi dengan konsumen sekarang atau calon konsumen.
- c) Melengkapi manajemen dengan data capaian mengenai mutu layanan pelanggan pada sistem listrik secara keseluruhan.
- d) Memenuhi syarat pelaporan pengaturan.
- e) Menyediakan data capaian yang penting bagi suatu pendekatan probabilistic untuk studi keandalan sistem distribusi.

- f) Menyediakan suatu basis untuk menetapkan ukuran-ukuran kesinambungan layanan.
- g) Melengkapi manajemen dengan data capaian mengenai mutu layanan pelanggan mengenai untuk masing-masing area operasi.

### 2.2.17 Standar Nilai Indeks Keandalan

Standar Nilai Indeks Keandalan SPLN 68 – 2 : 1986

**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

IEEE std 1366 – 2003

**Tabel 2.2** Standar Indeks Keandalan IEEE std 1366 – 2003

Indikator Kerja	Standar Nilai	Satuan
SAIFI	1.45	kali/pelanggan/tahun
SAIDI	2.3	jam/pelanggan/tahun
CAIDI	1.47	jam/kali/tahun
ASAI	>99.92	%

### 2.2.18 Java

Java merupakan suatu teknologi di dunia *software* komputer. Selain merupakan suatu bahasa pemrograman, Java juga merupakan suatu *platform*. Java merupakan teknologi yang dimana teknologi tersebut mencakup java sebagai Bahasa pemrograman yang memiliki sintaks dan aturan pemrograman sendiri. Teknologi ini juga mencakup java sebagai *platform* dimana teknologi ini memiliki

*library* dan *virtual machine* yang diperlukan untuk menulis dan menjalankan program yang ditulis dengan Bahasa pemrograman Java.

Java adalah suatu teknologi yang unik dan revolusioner serta merupakan teknologi pertama di dunia *software* yang memiliki semboyan “*write once, run anywhere*”. Semboyan tersebut telah terbukti karena banyak program java dapat dijalankan di berbagai *platform* sistem operasi seperti linux, windows, dan unix.

(Rickyanto, 2003)

Ada pun karakteristik Java sebagai berikut :

1. Sederhana

Java tidak memiliki sintaks yang aneh tetapi banyak menggunakan sintaks c++ yang sudah banyak dikenal, sehingga java tidak menyulitkan bagi para progamer. Bahkan Java sendiri memberikan banyak keunggulan dan kemudahan dibanding C++.

2. Berorientasi Objek

Java merupakan pemrograman berorientasi objek yang murni. Dalam pemrograman Java semua adalah objek, terkecuali tipe primitif.

3. Mudah Didistribusikan

Sifat distribusi dari Java sangat tampak sebagai *applet* dan *library* yang mampu bekerja dalam jaringan dan bekerja dengan objek terdistribusi dengan sangat baik.

4. Aman

Program Java memiliki *library security* serta *policy* yang membatasi akses *applet* di computer *client*.

5. Portabel

Java dapat dijalankan diberbagai *platform* tanpa perubahan kode.

6. Multi *Threading*

Java memiliki banyak kemampuan untuk menangani dan menjalankan banyak *thread* sekaligus.

7. Dinamis

Java merupakan teknologi yang terus berkembang dan hal ini tampak nyata sekali dengan *library* yang terus ditingkatkan kemampuan dan kelengkapannya.

8. Netral terhadap Arsitektur *Hardware*

Java dapat dijalankan dengan baik pada computer yang memiliki arsitektur berbeda-beda.

9. Robust

Java merupakan teknologi yang mampu menolong programmer untuk menghasilkan program secara cepat dan handal, karena Java mencegah adanya memori *leaking*, meniadakan *pointer* serta mencegah berbagai *error* yang mungkin terjadi dengan adanya proses pengecekan awal pada kompilasi.

10. Diintegrasikan oleh Interpreter

Java memerlukan *virtual machine* yang bertindak sebagai interpreter yang menterjemahkan *bytecode* (*file class*) menjadi Bahasa mesin yang dimengerti oleh komputer *host*.

