

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Berdasarkan topik skripsi yang diambil, terdapat beberapa referensi dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya guna menentukan batasan masalah yang berkaitan erat dengan topik yang sedang diambil. Referensi referensi ini kemudian akan digunakan untuk mempertimbangkan permasalahan-permasalahan apa saja yang hubungannya dengan topik yang diambil. Adapun beberapa referensinya adalah sebagai berikut :

1. Ahmad Fajar Sayidul Yaom (2015) melakukan penelitian tentang *Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik DI PT.PLN UPJ Rayon Bumiayu*, menjelaskan hanya ada dua penyulang yang mempunyai nilai SAIFI dan SAIDI yang handal. Artinya disetiap gardu induk dilakukan analisis guna mengetahui seberapa besar nilai keandalannya, karena hal tersebut mempengaruhi kualitas yang diberikan ke pelanggan.
2. Pada tanggal 25 Juli-25 Agustus saya telah melaksanakan kerja praktik di Rayon Jasinga dengan judul “*Pemeliharaan Gardu Distribusi Tenaga Listrik*”, maka dari itu saya akan melakukan penelitian keandalan Jaringan distribusi 20Kv yang ada di Rayon Jasinga. Apakah jaringan tersebut SAIFI dan SAIDInya sesuai apa tidak.
3. Siti Saodah Institut Saint & Teknologi AKPRIND (2008) melakukan penelitian tentang *Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga listrik Berdasarkan SAIDI dan SAIFI*, menjelaskan tentang SAIDI, SAIFI

bahwa kedua tersebut merupakan indeks keandalan yang dapat menentukan apakah sistem tersebut dinyatakan sesuai harapan atau tidak.

## **2.2. Landasan Teori**

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen, jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah:

- a. Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan)
- b. Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan

### **2.2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik**

Pembangkit listrik umumnya memiliki letak yang jauh dari pusat beban, terlebih-lebih pembangkit listrik berskala besar, sehingga untuk menyalurkan tenaga listrik tersebut sampai ke konsumen atau pusat beban maka tenaga listrik tersebut harus disalurkan. Sistem jaringan distribusi dapat dibedakan menjadi 2 sistem jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder. Kedua sistem tersebut dibedakan berdasarkan tegangan kerjanya. Pada umumnya tegangan kerja pada sistem jaringan distribusi primer adalah 20 kv, sedangkan tegangan kerja sekunder 380 V atau yang dikenal 220 V. Untuk menyalurkan tenaga listrik secara kontinu dan handal, diperlukan pemilihan sistem distribusi yang tepat.

Kriteria pemilihan ini berdasarkan pada beberapa faktor, antar lain:

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

Pemilihan sistem jaringan harus memenuhi kriteria persyaratan yaitu :

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

### **2.2.2. Sistem Jaringan Distribusi Primer**

Sistem jaringan distribusi primer adalah bagian bagian dari sistem tenaga listrik diantara Gardu Induk (GI) dan Gardu Distribusi. Jaringan distribusi primer ini umumnya terdiri dari jaringan tiga fasa, yang jumlahnya 3 kawat. Penurunan tegangan sistem ini dari tegangan transmisi, pertama-tama dilakukan digardu induk subtransmisi, dimana tegangan diturunkan ketegangan yang lebih rendah mulai sistem tegangan 500 kV ke sistem tegangan 150 kV atau ke tegangan sistem 7 kV, kemudian pada gardu distribusi kembalikan dilakukan 20 kV.

Sistem jaringan distribusi premier saluran yang bdigunakan untuk menyalurkan daya listrik pada masing-masing beban disebut penyulang (*Feeder*). Umumnya setiap penyulang diberi nama sesuai dengan daerah beban yang dilayani. Hal ini bertujuan untuk memudahkan untuk mengingat dan menandai jalur-jalur yang dilayani oleh penyulang tersebut. Sistem penyaluran daya listrik pada sistem jaringan distribusi premier dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

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

Jenis penghantar yang dipakai adalah kabel telanjang (tanpa isolasi) seperti kawat AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*), ACSR (*Aluminium Conductor Steel Reinforced*), dll.

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

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



**Gambar 2.1** Saluran Kabel Udara Tegangan

c) Saluran kabel Tegangan Menengah (SKTM) 6-20 kV

Jenis penghantar yang dipakai adalah kabel tanam berisolasi PVC (*Poly Vinyl Chloride*), XLPE (*Crosslink Polyethelene*).



**Gambar 2.2** Saluran Kabel Tegangan Menengah

Ditinjau dari segi fungsi, transmisi SKTM memiliki fungsi yang sama dengan transmisi SUTM. Perbedaan mendasar adalah SKTM dipasang didalam tanah. Beberapa pertimbangan pembangunan transmisi SKTM:

- 1) Kondisi setempat yang tidak memungkinkan dibangun SUTM
- 2) Kesulitan mendapatkan ruang bebas, karena berada di tengah kota dan pemukiman
- 3) Pertimbangan segi estetika

Beberapa hal yang perlu diketahui :

- 1) Pembangunan transmisi SKTM lebih mahal dan lebih rumit, karena harga kabel yang lebih jauh mahal disbanding penghantar udara dan dalam pelaksanaan pembangunan harus melibatkan serta berkoordinasi dengan banyak pihak.
- 2) Pada saat pelaksanaan pembangunan transmisi SKTM sering menimbulkan masalah, khususnya terjadinya kemacetan lalu lintas
- 3) Jika terjadi gangguan, penanganan (perbaikan) transmisi SKTM relative sulit dan memerlukan waktu yang lebih lama jika dibandingkan SUTM.

- 4) Hampir seluruh sebagian besar transmisi SKTM telah terpasang diwilayah PT. PLN (persero) Distribusi JAWA BARAT.

### 2.2.3. Sistem Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan distribusi sekunder merupakan bagian dari jaringan distribusi primer dimana jaringan ini berhubungan langsung dengan konsumen tenaga listrik. Pada jaringan distribusi sekunder, sistem tegangan distribusi primer 20 kV diturunkan menjadi sistem tegangan rendah 380/220V. Sistem penyaluran daya listrik pada jaringan distribusi sekunder yang dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

- a) Saluran udara Tegangan Rendah ( SUTR)

Jenis penghantar yang dipakai adalah kawat berisolasi, seperti kabel berisolasi seperti kabel LVTC (*Low voltage Twisted Cable*). Transmisi SUTR adalah bagian hilir dari sistem tenaga listrik pada tegangan distribusi, yang langsung memasok kebutuhan listrik tegangan rendah ke konsumen. Di Indonesia, tegangan operasi transmisi SUTR saat ini adalah 380/220Volt. Radius operasi jaringan distribusi tegangan rendah dibatasi oleh :

- 1) Susut tegangan yang disyariatkan
- 2) Susut tegangan yang diizinkan adalah +5% dan-10%, dengan radius pelayanan berkisar 350 meter.
- 3) Luas penghantar jaringan
- 4) Distribusi pelanggan sepanjang jalur jaringan distribusi
- 5) Sifat daerah pelayanan (desa, kota, dan lain lain).

b) Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR)

Ditinjau dari segi fungsi, transmisi SKTR memiliki fungsi yang sama dengan transmisi SUTR. Perbedaan mendasar adalah SKTR ditanam didalam tanah. Jika menggunakan SUTR sebenarnya dari segi jarak aman / ruang bebas (ROW) tidak ada masalah, karena SUTR menggunakan penghantar berisolasi.

#### **2.2.4. Konfigurasi Sistem Jaringan Distribusi Primer**

Jumlah penyulang yang ada disuatu kawasan/daerah umumnya lebih dari satu penyulang. Semakin besar dan kompleks dan kompleks beban yang dilayani disuatu kawasan/daerah, maka semakin banyak pula jumlah penyulang yang diperlukan. Beberapa penyulang berkumpul disuatu titik yang disebut Gardu Hubung (GH). Gardu Hubung adalah suatu instalasi peralatan listrik yang berfungsi sebagai :

- a) Titik pengumpulan dari satu atau lebih sumber dan penyulang.
- b) Tempat pengalihan (transfer) beban lebih terjadi gangguan pada salah satu jaringan yang dilayani

Gabungan beberapa penyulang dapat membentuk beberapa tipe sistem jaringan distribusi primer. Berdasarkan bentuk atau polanya, tipe sistem jaringan distribusi primer dapat dibagi menjadi empat, yaitu :

a) Sistem Radial

Sistem jaringan primer tipe radial memiliki jumlah sumber dan penyulang hanya satu buah. Bila terjadi gangguan pada salah satunya (baik sumber maupun penyulang), maka semua beban yang dilayani oleh





**Gambar 2.4** Sistem Jaringan Distribusi Primer Tipe *Loop/Ring*

Umumnya sistem ini banyak dipergunakan secara khusus untuk menyuplai beban-beban penting misalnya rumah sakit, pusat pemerintahan dan instansi-instansi penting lainnya. Pada sistem ini terdapat dua sumber dari arah pengisian yang satu sebagai cadangan, sehingga tingkat keandalannya cukup tinggi, Sistem ini banyak dipergunakan pada jaringan umum dan industry. Jika terjadi gangguan atau pekerjaan pada salah satu jaringan, penyaluran tidak terputus karena mempergunakan sumber pengisian cadangan atau arah yang lain. Keandalan sistem ini memenuhi kontinuitas tingkat dua.

c) Sistem *Spindle*

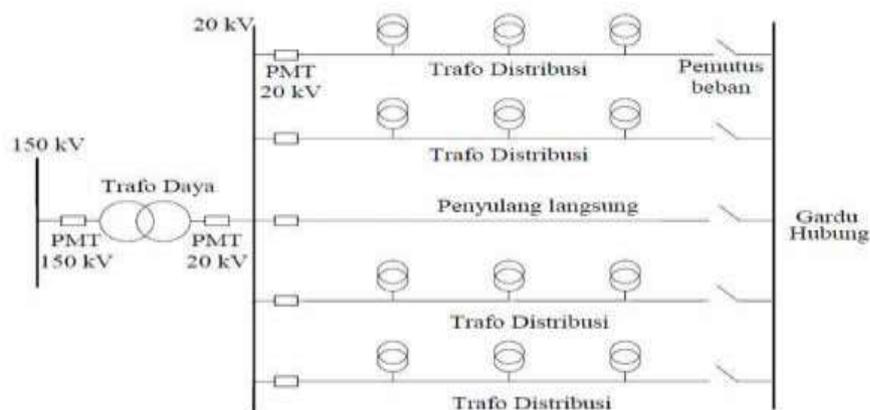
Pada jaringan distribusi primer tipe spindle merupakan modifikasi dari sistem lingkaran (loop/ring) yang terdiri dari beberapa sistem radial. Sistem ini terdiri dari beberapa penyulang, masing-masing penyulang berpangkal pada suatu gardu induk dan ujung-ujungnya akan terhubung digardu hubung. Penyulang tersebut dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1) Penyulang kerja / *working feeder*

Penyulang yang dioperasikan untuk mengalirkan daya listrik dari sumber pembangkit pada ke konsumen, sehingga penyulang ini dioperasikan dalam keadaan bertegangan dan sudah dibebani. Operasi normal penyulang ini samadengan sistem radial.

2) Penyulang cadangan / *express feeder*

Penyulang yang menghubungkan gardu Induk langsung ke gardu hubung dan tidak dibebani gardu-gardu distribusi. Pada operasi normal, penyulang ini tidak dialiri arus-arus beban yang hanya berfungsi sebagai penyulang cadangan untuk menyuplai penyulang tertentu yang mengalami gangguan melalui gardu hubung.



**Gambar 2.5** Sistem Jaringan Distribusi Primer Tipe *Spindle*

Jaringan jarak ini memenuhi kontinuitas tingkat dua dan jika dilengkapi dengan sarana control jarak jauh dapat disebut memenuhi tingkat tiga. Apa bila seluruh (Gardu konsumen) dilengkapi dengan fasilitas control jarak jauh dapat memenuhi kontinuitas tingkat empat. Jaringan ini dipasang dikota yang memiliki tingkat kerapatan bebannya yang sangat tinggi.

d) Sistem Gugus (*mesh*)

Konfigurasi gugus banyak digunakan untuk kota besar yang mempunyai kerapatan beban yang tinggi. Dalam sistem ini terdapat saklar pemutus beban, dan penyulang cadangan. Dimana penyulang cadangan ini berfungsi bila ada gangguan yang terjadi pada salah satu penyulang konsumen maka penyulang cadangan inilah yang menggantikan fungsi suplai ke konsumen.

### 2.2.5. Sistem pengaman Jaringan Distribusi Primer

Sistem pengaman bertujuan untuk mencegah, membatasi atau melindungi jaringan dan peralatan terhadap bahaya kerusakan yang disebabkan karena gangguan baik gangguan yang bersifat temporer maupun gangguan permanen sehingga kualitas dan keandalan penyaluran daya listrik yang diharapkan oleh konsumen dapat terjamin dengan baik. Sistem pengaman jaringan tegangan menengah 20 kv merupakan suatu komponen sangat penting yang dirancang untuk mengamankan. Jaringan dan peralatan tegangan menengah serta berfungsi untuk mengalirkan arus listrik yang telah dibatasi untuk disuplai oleh transformator distribusi. Secara umum peralatan pengaman yang terdapat pada sistem jaringan distribusi tegangan menengah adalah : Pemutus tenaga (PMT), Pemisah (PMS), Saklar seksi Otomatis (SSO), Saklar Beban (SB), Pelebur dan Arrester.

a) Pemutus Tenaga (PMT)/*Circuit Breaker* (CB)

Pemutus tenaga (PMT) adalah suatu saklar yang bekerja secara otomatis memutuskan hubungan listrik pada jaringan dalam keadaan berbeban

pada saat mengalami gangguan yang disebabkan baik dari luar maupun dari dalam pada jaringan listrik. Dalam sistem pengoperasian, alat ini dilengkapi dengan rele arus lebih/ *Over Current Relay* (OCR) yang berfungsi sebagai pengaman jaringan

b) Pemisah (PMS)/ *Disconnecting Switch* (DS)

Pemisah (PMS) adalah suatu saklar yang berfungsi untuk memisahkan atau menghubungkan suatu jaringan pada saat tidak berbeban (tidak bertegangan). Pada umumnya alat ini akan difungsikan pada saat diadakan pemeliharaan yang dilakukan oleh PLN.

c) Penutup Balik Otomatis (*Recloser*)

Penutup balik adalah alat pengaman arus lebih yang diatur waktu untuk memutuskan dan menutup kembali secara otomatis, terutama untuk membebaskan dari gangguan yang bersifat temporer (sementara), sering juga disebut dengan recloser. Recloser dilengkapi dengan sarana indikasi arus lebih, pengatur waktu operasi, serta penutupan kembali secara otomatis. Desain dari Recloser memungkinkan untuk dapat membuka kontak-kontaknya secara tetap dan terkunci/lock out, sesuai pemrograman setelah melalui beberapa kali operasi buka-tutup. Pada gangguan yang bersifat sementara, recloser akan membuka dan menutup kembali bila gangguan telah hilang. Jika gangguan bersifat tetap/permanen, maka recloser akan membuka kontak-kontaknya secara tetap dan terkunci/lock out. Apabila gangguan telah dihilangkan, maka recloser dapat ditutup kembali.

d) Saklar Seksi (SSO)/ *Sectionalizer*

Sectionalizer sebagai alat pemutus rangkainan untuk dapat memisah-memisahkan jaringan utama dalam beberapa seksi secara otomatis, sehingga bila terjadi gangguan permanen maka luas daerah (jaringan) yang mengalami pemadaman akibat gangguan permanen dapat dibatasi sekecil mungkin. Sectionalizer yang diterapkan pada jaringan distribusi 20 kv AVS (*Automatic Vacuum Switch*). Avs ini membuka pada saat rangkaian tidak bertegangan, tetapi dalam keadaan hubung singkat. Peralatan ini juga dapat digunakan untuk membuka rangkaian dalam keadaan berbeban dan bekerja atas dasar penginderaan tegangan.

e) Saklar Beban (CB)/*Load Break switch (LBS)*

Saklar beban (SB)/ *Load Breaker Switch (LBS)* adalah suatu saklar umumnya diletakan diatas tiang jaringan namun tuas penggerakannya berada dibawah dan berfungsi sebagai pembatas/pengisolisir lokasi gangguan. Umumnya alat ini dipasang dekat dengan pusat-pusat beban. Alat ini juga berfungsi sebagai saklar hubung antara satu penyulang dengan penyulang yang lainnya dalam keadaan darurat pada sistem operasi jaringan distribusi jaringan primer tipe lingkaran (*Loop/ring*).

f) Pelebur (*Fuse Cout Out*)

Pelebur (*Fuse Cout Out*) adalah suatu alat pemutus aliran daya listrik pada jaringa bila terjadi gangguan arus lebih. Alat ini dilengkapi dengan fuse link yang terdiri dari elemen lebur. Bagian inilah yang akan langsung melebur jika dialiri arus lebih pada jaringan. Besarnya fuse link

yang digunakan tergantung dari perhitungan jumlah beban (arus) maksimum yang dapat mengalir pada jaringan yang diamankan.

g) *Arrester*

*Arrester* adalah suatu alat pengaman bagi peralatan listrik terhadap gangguan tegangan lebih yang disebabkan oleh petir. Alat ini berfungsi untuk meneruskan arus petir ke sistem pentanahan sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih yang merusak aliran daya sistem frekuensi 50Hz. Agar tidak mengganggu aliran sistem, maka pada saat terjadi gangguan *arrester* berfungsi sebagai konduktor yang mempunyai tahanan rendah. Akibatnya *arrester* dapat meneruskan arus yang tinggi ke tanah untuk menetralkan dan setelah gangguan hilang, *arrester* kembali berfungsi normal sebagai isolator. Pada umumnya *arrester* dipasang pada jaringan, transformator distribusi, cubicle, dan gardu induk.

#### **2.2.6. Gangguan Sistem Distribusi**

Gangguan pada sistem distribusi adalah terganggunya sistem tenaga listrik yang menyebabkan bekerjanya rele pengaman penyulang bekerja untuk membuka cicut breaker di gardu induk yang menyebabkan terputusnya suplai tenaga listrik. Hal ini untuk mengamankan peralatan yang dilalui arus gangguan tersebut untuk dari kerusakan. Sehingga fungsi dari peralatan dan tidak meniadakan gangguan. Gangguan pada jaringan distribusi lebih banyak terjadi pada aliran distribusi yang dibentangkan di udara bebas (SUTM) yang umumnya tidak memakai isolasi disbanding dengan saluran distribusi yang ditanam dalam tanah (SKTM) dengan

menggunakan isolasi pembungkus. Sumber gangguan pada jaringan distribusi dapat berasal dari dalam sistem maupun dari luar sistem distribusi.

- a) Gangguan dari dalam sistem antara lain :
  - 1. Tegangan lebih atau arus lebih
  - 2. Pemasangan yang kurang tepat
  - 3. Usia peralatan atau komponen
- b) Gangguan dari luar sistem antara lain :
  - 1) Dahan ranting pohon yang mengenai SUTM
  - 2) Sambaran petir
  - 3) Hujan atau cuaca
  - 4) Kerusakan pada peralatan gangguan binatang

Berdasarkan sifatnya gangguan sistem distribusi dibagi menjadi dua, yaitu:

#### 1. Gangguan Temporer

Gangguan yang bersifat sementara karena dapat hilang dengan sendirinya dengan cara memutuskan bagian yang ,terganggu sesaat,kemudian menutup balik kembali, baik secara otomatis (autorecloser) maupun secara manual oleh operator. Bila gangguan tidak dapat dihilangkan dengan sendirinya atau dengan bekerjanya alat pengaman (recloser) dapat menjadi gangguan tetap dan dapat menyebabkan pemutus tetap. Bila gangguan sementara terjadi terjadi berulang ulang.

## 2. Gangguan Permanen

Gangguan bersifat tetap, sehingga untuk membebaskannya perlu tindakan perbaikan atau penghilangan penyebab gangguan. Hal ini ditandai dengan jatuhnya (trip) kembali pemutus daya setelah operator memasukkan sistem kembali setelah terjadi gangguan. Untuk mengatasi gangguan- gangguan sebuah peralatan harus dilengkapi dengan sistem pengaman relay, dimana sistem pengaman ini diharapkan dapat mendeteksi adanya gangguan sesuai dengan fungsi dan daerah pengamannya.

### 2.2.7 Keandalan Sistem Distribusi

Keandalan dalam sistem distribusi adalah suatu ukuran ketersediaan/tingkat pelayanan penyediaan tenaga listrik dari sistem ke pemakai/pelanggan. Ukuran keandalan dapat dinyatakan sebagai seberapa sering sistem mengalami pemadaman, berapa lama pemadaman terjadi dan seberapa cepat waktu yang dibutuhkan untuk memulihkan kondisi dari pemadaman yang terjadi (*restoration*). Keandalan sistem jaringan distribusi erat kaitanya dengan masalah pemutusan beban (pemadaman) akibat adanya gangguan pada sistem. Dalam hal ini, keandalan sistem distribusi adalah berbanding terbalik dengan tingkat pemutusan beban (pemadaman) pada sistem. Semakin tinggi tingkat pemutusan beban yang terjadi, maka keandalan akan semakin berkurang. Begitu pula sebaliknya. Sistem yang mempunyai keandalan tinggi akan mampu memberikan tenaga listrik setiap saat dibutuhkan, sedangkan sistem mempunyai rendah bila tingkat ketersediaan tenaganya rendah yaitu sering padam.

Aplikasi dari konsep keandalan sistem distribusi berbeda dengan aplikasi sistem pembangkitan dan sistem transmisi, dimana sistem distribusi lebih berorientasi pada titik beban pelanggan daripada orientasi pada wujud sistem, dan sistem distribusi lokal lebih dipertimbangkan daripada sistem terintegrasi yang secara luas yang mencakup fasilitas pembangkitan dan transmisi. Keandalan sistem pembangkit dan transmisi lebih mempertimbangkan probabilitas hilangnya beban (*loss of load*), dengan sedikit mempertimbangkan komponen sistem, sedangkan keandalan distribusi melihat ke semua aspek dari teknik., seperti desain, perencanaan, pengoperasian, karena sistem distribusi kurang kompleks dibandingkan sistem pembangkitan dan transmisi yang terintegrasi, perhitungan probabilitas matematikanya lebih sederhana dibandingkan yang dibutuhkan keandalan untuk penaksiran keandalan pembangkitan transmisi.

Keandalan adalah penampilan unjuk kerja suatu peralatan atau sistem sesuai dengan fungsinya dalam periode waktu dan kondisi operasi tertentu. Adapun macam-macam tingkatan keandalan dalam pelayanan dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) hal antara lain :

a) Keandalan sistem yang tinggi (*High Reliability System*)

Kondisi normal, sistem akan memberikan kapasitas yang cukup untuk menyediakan daya pada beban puncak dengan variasi tegangan yang baik dan dalam keadaan darurat bila terjadi gangguan pada jaringan, maka sistem ini tentu saja diperlukan beberapa peralatan dan pengamanan yang cukup banyak untuk menghindarkan adanya berbagai macam gangguan pada sistem.

b) Keandalan sistem yang menengah (*Medium Reliability System*)

Kondisi normal sistem akan memberikan kapasitas yang cukup untuk menyediakan daya pada beban puncak dengan variasi tegangan yang baik dan dalam keadaan darurat bila terjadi gangguan pada jaringan, maka sistem tersebut masih bisa melayani sebagian dari beban meskipun dalam kondisi beban puncak. Jadi dalam sistem ini diperlukan peralatan yang cukup banyak untuk mengatasi serta menanggulangi gangguan-gangguan tersebut.

c) Keandalan sistem yang rendah (*Low Reliability System*)

Kondisi normal sistem akan memberikan kapasitas yang cukup untuk menyediakan daya pada beban puncak dengan variasi tegangan yang baik, tetapi bila terjadi suatu gangguan pada jaringan sistem sama sekali tidak bisa melayani beban tersebut. Jadi perlu diperbaiki terlebih dahulu. Tentu saja pada sistem ini peralatan-peralatan pengamannya relatif sangat sedikit jumlahnya. Kontinuitas pelayanan, penyaluran jaringan distribusi tergantung pada jenis dan macam sarana penyalur dan peralatan pengaman, dimana sarana penyalur (jaringan distribusi) mempunyai tingkat kontinuitas yang tergantung pada susunan saluran dan cara pengaturan sistem operasinya yang pada khususnya direncanakan dan dipilih untuk memenuhi kebutuhan dan sifat beban. Tingkat kontinuitas pelayanan dari sarana penyalur disusun berdasarkan lamanya upaya menghidupkan kembali suplai setelah pemutusan karena gangguan. (SPLN 52, 1983). Tingkat-tingkat tersebut adalah :

- 1) Tingkat 1 : Dimungkinkan padam berjam-jam, yaitu waktu yang diperlukan untuk mencari dan memperbaiki bagian yang rusak karena gangguan.
- 2) Tingkat 2 : Padam beberapa jam, yaitu yang diperlukan untuk mengirim petugas kelapangan, melokalisir kerusakan dan melakukan manipulasi untuk menghidupkan sementara kembali dari arah atau saluran yang lain.
- 3) Tingkat 3 : Padam beberapa menit, yaitu manipulasi oleh petugas yang stand by di gardu atau deteksi/pengukuran dan pelaksanaan manipulasi jarak jauh dengan *DCC (Distribution Control Center)*.
- 4) Tingkat 4 : Padam beberapa detik, yaitu pengaman dan manipulasi secara otomatis dari DCC.
- 5) Tingkat 5 : Tanpa padam yaitu jaringan dilengkapi instalasi adngan terpisah dan otomatis secara penuh dari DCC.

### **2.2.8 Standar Perusahaan Listrik Negara (PLN)**

SPLN adalah standar perusahaan PT PLN (Persero) yang ditetapkan Direksi bersifat wajib. Dapat berupa peraturan, pedoman, instruksi, cara pengujian dan spesifikasi teknik. Sejak tahun 1976 sudah lebih dari 262 buah standar berhasil dirampungkan diantaranya 59 standar bidang pembangkitan, 68 standar bidang transmisi, 99 standar bidang distribusi, 6 standar bidang SCADA dan 30 standar bidang umum. Ketepatan dalam rancangan pengoperasian, dan pemeliharaan/perawatan sistem distribusi sangat membantu untuk pencapaian indeks keandalan yang tinggi. ketepatan rencananya berpengaruh terhadap tinggi

atau rendahnya indeks frekuensi gangguan, sedangkan pemeliharaan/perawatan terutama akan berpengaruh pada indeks lama gangguan

#### Standar nilai indeks keandalan

| Indikator Kerja | Standar Nilai | Satuan               |
|-----------------|---------------|----------------------|
| SAIFI           | 3,2           | Kali/pelanggan/tahun |
| SAIDI           | 21,09         | Jam/pelanggan/tahun  |

#### 2.2.9 Indek nilai keandalan

Keandalan dari pelayanan konsumen dapat dinyatakan dalam beberapa indeks yang biasanya digunakan untuk mengukur keandalan dari suatu sistem.

Adapun indeks tersebut, diantaranya :

##### a) Laju Kegagalan

Laju kegagalan adalah nilai rata-rata dari jumlah kegagalan pada selang waktu pengamatan waktu tertentu (T), dan dinyatakan dalam satuan kegagalan pertahun. Pada suatu pengamatan, nilai laju kegagalan dinyatakan sebagai berikut :

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

Dimana :  $\lambda$  = Angka kegagalan (kali/tahun)

F = Banyaknya kegagalan dalam selang waktu pengamatan

T = Selang waktu pengamatan (1 tahun)

b) SAIFI (*Sistem Interruption Frekuensi Indeks*)

Nilai indeks ini didefinisikan sebagai jumlah rata-rata gangguan sistem yang terjadi per pelanggan yang dilayani oleh sistem per satuan waktu (umumnya pertahun). Indeks ini ditentukan dengan persamaan :

$$SAIFI = \frac{\text{Jumlah dari perkalian Angka kegagalan dan pelanggan terganggu}}{\text{Jumlah pelanggan Total}}$$

$$\frac{\sum \lambda_i \cdot N_i}{\sum N_t}$$

Dimana :  $\lambda_i$  = Angka kegagalan (kali/tahun)

$N_i$  = Jumlah pelanggan terganggu i

$N_t$  = Jumlah pelanggan yang dilayani keseluruhan

c) SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*)

Indeks ini didefinisikan sebagai nilai rata-rata dari lamanya gangguan sistem untuk setiap konsumen selama satu tahun. Indeks ini ditentukan dengan persamaan :

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

$$\frac{\sum U_i \cdot N_i}{\sum N_t}$$

Dimana :

$U_i$  = Durasi gangguan pada saluran i

$N_i$  = Jumlah pelanggan terganggu i

$N_t$  = Jumlah pelanggan yang dilayani keseluruhan

### 2.2.10 WCC (*World Class Company*) dan WCS (*World Class Service*)

Di tengah aroma globalisasi yang menyengat tajam, tak ada pilihan lain bagi perusahaan-perusahaan di Indonesia untuk berusaha meraih kesejajaran

dengan perusahaan-perusahaan kelas dunia, *world class company*. Sebuah perusahaan yang layak masuk dalam *world class company*, setidaknya mempunyai lima karakteristik utama, yaitu kompetensi, kemampuan beradaptasi (*adaptability*), mempunyai budaya kualitas, *inovatif* dan sifat *entrepreneur*. Kelima karakteristik itu saling kait-mengait dan harus terintegrasi dengan baik. Kompetensi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk beroperasi dalam standar yang tinggi. Makna “standar yang tinggi” bersifat dinamis, karena standar ini bukan hanya memiliki dimensi internal, tetapi harus berorientasi eksternal, yaitu berorientasi kepada para *stake holder* dan kepada dinamika persaingan. Dari sisi internal, dapat dicapai melalui *continuous improvement* agar lebih baik dari yang telah dicapai sebelumnya. Dari sisi eksternal, perusahaan harus berlomba dengan standar yang telah dicapai oleh kompetitor dan berlomba dengan ekspektasi konsumen yang meningkat. *Continuous improvement* saja tidaklah cukup, tetapi harus melakukan leapfrog melalui langkah-langkah inovatif.

Parameter –parameter perusahaan menuju WCC dan WCS

1. prasyarat yang harus dipenuhi, yaitu kemampuan finansial, kehandalan SDM, kemampuan memanfaatkan teknologi, kepemilikan jejaring bisnis (*business network*) dan penguasaan informasi strategis.
2. pola kepemimpinan yang dapat mengubah mimpi-mimpi itu menjadi kenyataan. Seorang pemimpin yang dapat ‘melihat dan bermimpi’, mengubah, dan menggerakkan orang lain untuk mencapai tujuan.

3. diterapkan prinsip-prinsip Good Corporate Governance.

Standar Nilai indeks keandalan

| Indikator Kerja | Standar Nilai | Satuan               |
|-----------------|---------------|----------------------|
| SAIFI           | 3             | Kali/pelanggan/tahun |
| SAIDI           | 1,666         | Jam/pelanggan/tahun  |

**2.2.11 IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers Institute of Electrical and Electronics Engineers*)**

IEEE adalah organisasi internasional, beranggotakan para insinyur, dengan tujuan untuk mengembangkan teknologi untuk meningkatkan harkat kemanusiaan. Sebelumnya IEEE memiliki kepanjangan yang dalam Indonesia berarti Institut Insinyur Listrik dan Elektronik (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Namun kini kepanjangan itu tak lagi digunakan, selain untuk keperluan legal; sehingga organisasi ini memiliki nama resmi IEEE saja.

IEEE adalah sebuah organisasi profesi nirlaba yang terdiri dari banyak ahli di bidang teknik yang mempromosikan pengembangan standar-standar dan bertindak sebagai pihak yang mempercepat teknologi-teknologi baru dalam semua aspek dalam industri dan rekayasa (engineering), yang mencakup telekomunikasi, jaringan komputer, kelistrikan, antariksa, dan elektronika. IEEE memiliki lebih dari 415.000 anggota individual yang tersebar dalam lebih dari 150 negara. Aktivasnya mencakup beberapa panitia pembuat standar, publikasi terhadap standar-standar teknik, serta mengadakan konferensi.

## Standar Nilai Indeks keandalan

| Indikator Kerja | Standar Nilai | Satuan               |
|-----------------|---------------|----------------------|
| SAIFI           | 1,45          | Kali/pelanggan/tahun |
| SAIDI           | 2,30          | Jam/pelanggan/tahun  |