

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Agar proses pembuatan Proyek Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik, yaitu penelitian tentang Mengurangi Gangguan Trip Penyulang dan Meminimalisir Energi Tidak Terjual dengan Pemeliharaan Preventif, maka dibutuhkan adanya beberapa referensi yang dapat membantu dan menjadi acuan dalam melakukan penelitian.

ISTI NURUL SHOFIAH 2014 ANALISIS GANGGUAN PENYULANG AKIBAT LAYANG-LAYANG DI PT PLN (PERSERO) DISTRIBUSI JAWA BARAT DAN BANTEN AREA GARUT RAYON GARUT KOTA, DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA. Melakukan penelitian tentang gangguan penyulang akibat layang-layang di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat dan Banten Area Garut Rayon Garut. Menjelaskan faktor penyebab gangguan penyulang yang terjadi pada jaringan saluran udara tegangan menengah setiap tahunnya. dalam penelitiannya diketahui bahwa faktor terbesar seringkali gangguan trip penyulang pada jaringan akibat dari gangguan yang disebabkan oleh layang-layang.

VALENTINUS GERALD 2015 ANALISIS ENERGI LISTRIK TERSELAMATKAN PADA PENYULANG BANGLI PT PLN (PERSERO) AREA BALI TIMUR DENGAN BEROPERASINYA PLTS KAYUBHI, FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS UDAYA BUKIT JUMBARAN JURUSAN TEKNIK ELEKTRO. Melakukan analisis energi listrik terselamatkan pada penyulang Bangli PT PLN (Persero) Area Bali Timur dengan beroperasinya PLTS Kayubhi. Menjelaskan tentang energi yang terselamatkan setelah beroperasinya PLTS terhadap beban, dan pembahasan tentang selisih susut energi sebelum dan sesudah PLTS beroperasi.

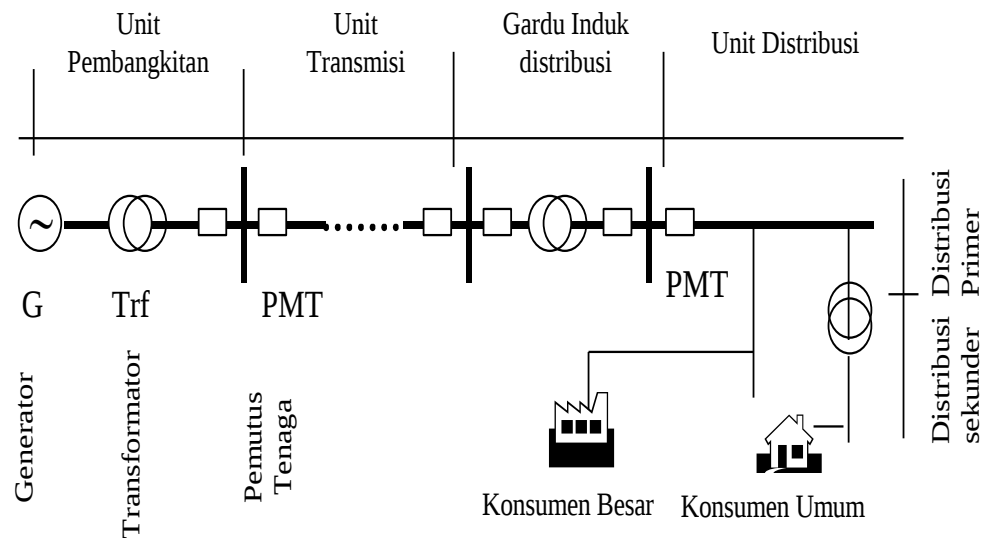
LEO SUGIARTO, Dr.Ir.RUDI GIAN TO, MT, Ir.BONAR SIRAIT,M.Sc ANALISIS PERHITUNGAN kWH TERSELAMATKAN PADA PEKERJAAN DALAM KEADAAN BERTEGANGAN (PDKB) SALURAN UDARA TEGANGAN MENEGAH (SUTM) 20 kV CABANG SINGKAWANG, FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TANJUNGPURA JURUSAN TEKNIK ELEKTRO. Melakukan analisis perhitungan kWH terselamatkan pada pekerjaan dalam keadaan bertegangan (PDKB) saluran udara tegangan menengah (SUTM) 20 kV. Dalam penelitiannya diketahui energi yang terselamatkan pada saat dilakukannya pemeliharaan pada setiap penyulang yang ada tanpa adanya pemadaman listrik.

ASNAWI ANALISIS GANGGUAN SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM) 20 KV PENYULANG SENG GIRING 3 DI PT.PLN (PERSERO) AREA PONTIANAK, FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TANJUNGPURA. Melakukan analisis gangguan SUTM 20 kV Penyulang Senggiring 3 di PT.PLN (Persero) Area Pontianak. Menjelaskan faktor dan dampak gangguan pada penyulang yang di sebabkan oleh faktor gangguan tersebut. Serta melakukan upaya atau pemecahan masalah terhadap gangguan trip penyulang tersebut.

1.2. Landasan Teori

2.2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari suatu sistem distribusi tenaga listrik yang dimulai dari Pemutus Tenaga (PMT) *incoming* di Gardu Induk (GI) sampai dengan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) di instalasi konsumen.



Gambar 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Unit distribusi tenaga listrik dalam hal ini berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat-pusat suplai atau gardu induk ke pusat-pusat beban yang berupa gardu distribusi atau secara langsung mensuplai tenaga listrik ke konsumen dengan mutu yang memadai. Dengan demikian unit distribusi ini menjadi suatu sistem tersendiri karena unit ini memiliki komponen peralatan yang saling berkaitan dalam operasinya untuk menyalurkan tenaga listrik. Sistem adalah perangkat unsur-unsur yang saling ketergantungan yang disusun untuk mencapai suatu tujuan tertentu dengan menampilkan fungsi yang ditetapkan. Dilihat dari tegangannya unit distribusi dapat dibedakan dalam dua macam yaitu:

1. Sistem Distribusi Primer

Sistem distribusi primer disebut sistem Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dengan tegangan operasi nominal 20 kV, 12 kV atau 6 kV. Bentuk saluran distribusi yang umum digunakan di PT PLN (Persero) adalah Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) dan Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM). Perbedaan utama dalam sistem penyaluran tersebut adalah dari segi konstruksi, bahan, keandalan dan sisi biaya. Di sisi keandalan SKTM lebih handal daripada SUTM karena relatif tidak begitu terpengaruh oleh

pepohonan ataupun gangguan cuaca sedangkan dari segi biaya SUTM jauh lebih murah dibandingkan SKTM. Sistem distribusi primer dimulai dari sisi sekunder trafo step down pada Gardu Induk (GI) dan berakhir pada sisi primer trafo step down pada Gardu Distribusi (GD). Penyaluran pada sistem distribusi ada 2 yaitu:

a. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Saluran udara tegangan menengah berfungsi menyalurkan daya listrik dari gardu induk ke gardu-gardu distribusi atau pelanggan tegangan menengah dan dari gardu distribusi ke gardu distribusi lain melalui SUTM dengan tegangan kerja 20 kV. SUTM adalah sarana untuk menyalurkan daya listrik yang dipasang di udara dan ditempatkan di atas tiang dengan cara dan konstruksi tertentu sesuai ketentuan yang berlaku. Konduktor yang digunakan dapat berupa konduktor tidak berisolasi dan kabel.

b. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)

Saluran kabel tegangan menengah ini adalah konstruksi kabel bawah tanah untuk mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah, lebih aman dan andal tetapi relatif lebih mahal untuk penyaluran daya yang sama. Penggunaan Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM) sebagai jaringan utama distribusi tenaga listrik adalah sebagai upaya utama peningkatan kualitas distribusi. Dibandingkan dengan SUTM, penggunaan SKTM akan memperkecil resiko kegagalan operasi akibat faktor eksternal atau meningkatkan keamanan ketenagalistrikan.

Kabel SKTM adalah kawat yang diisolasi, sehingga tahan terhadap tegangan tertentu antara satu penghantar dengan penghantar lainnya, maupun penghantar dengan tanah yang dibungkus suatu pelindung, sehingga terhindar dari pengaruh keadaan dan gangguan dalam tanah. Adapun bahan-bahan isolasi yang paling banyak digunakan sekarang ini adalah kabel berisolasi minyak dan XLPE. Jaringan distribusi

merupakan bagian dari sistem penyaluran tenaga listrik terhadap peralatan-peralatan yang menunjang kelangsungan penyaluran daya, semua komponen termasuk kabel bawah tanah untuk sistem distribusi bawah tanah harus mampu beroperasi dan tahan terhadap gangguan.

2. Sistem Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder merupakan sistem Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dengan tegangan operasi nominal 400 atau 231 Volt. Sistem distribusi sekunder dimulai dari sisi sekunder trafo step down pada gardu distribusi 20 kV dan berakhir pada sambungan rumah Tegangan Rendah (TR). Sistem distribusi sekunder harus memberikan keandalan pada jaringan tegangan rendah di daerah dengan kepadatan beban yang tinggi, dengan menjamin bahwa energi listrik yang sampai ke pelanggan mempunyai mutu yang baik, sehingga biayanya yang tinggi dapat dipertanggungjawabkan dan tingkat keandalan ini sangat diperlukan. Untuk kabel Sambungan Rumah (SR) ke pelanggan saat ini telah digunakan *twisted* cable (kabel berpilin) dengan inti penghantar ada dari material aluminium dan tembaga.

Jaringan distribusi tegangan rendah bagian hilir dari suatu sistem tenaga listrik. Melalui jaringan distribusi ini disalurkan tenaga listrik kepada para pemanfaat atau pelanggan listrik. Mengingat ruang lingkup distribusi ini langsung berhubungan dan berada pada lingkungan daerah berpenghuni, maka selain harus memenuhi persyaratan kualitas teknis pelayanan juga harus memenuhi persyaratan aman terhadap pengguna dan akrab terhadap lingkungan. Penyaluran pada sistem distribusi sekunder ada 2 yaitu Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR), Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR).

a. Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)

Pada jaringan ini tiang yang dipakai dapat berupa tiang besi, tiang beton dan tiang kayu sesuai kebutuhan SUTR ini

merupakan penghantar kabel pilin udara NFA2X-T aluminium twisted kabel dengan inti aluminium alloy sebagai netral. Jarak aman merupakan jarak dimana penghantar saluran udara tidak terjangkau oleh manusia, bangunan atau pohon sesuai kebutuhan konstruksi dan selalu dilakukan inspeksi untuk mengamankan jangkauan tersebut agar tetap aman sesuai jarak yang telah disepakati.

b. Saluran Kabel Tegangan Rendah (SKTR)

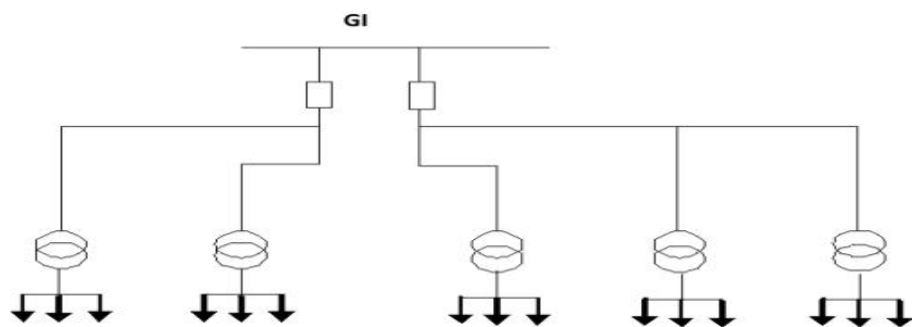
Ditinjau dari segi fungsi, transmisi SKTR memiliki fungsi yang sama dengan transmisi SUTR (Saluran Udara Tegangan Rendah). Perbedaan mendasar adalah SKTR ditanam di dalam tanah dengan kabel pilin NYFGBY. Jika menggunakan SUTR sebenarnya dari segi jarak aman atau ruang bebas tidak ada masalah, karena SUTR menggunakan penghantar berisolasi. Penggunaan SKTR karena mempertimbangkan sistem transmisi tegangan menengah yang ada, misalnya karena menggunakan transmisi SKTM dan faktor estetika. Oleh karenanya transmisi SKTR pada umumnya dipasang di daerah perkotaan, terutama di tengah-tengah kota yang padat bangunan dan membutuhkan aspek estetika. Pada jaringan distribusi SKTR jenis kabel yang dipakai adalah jenis kabel tanah berpelindung mekanis dengan pelindung metal, berisolasi PVC berinti tembaga atau aluminium.

2.2.2. Konfigurasi Jaringan Distribusi

Dengan membuat konfigurasi jaringan yang baik akan didapatkan kemampuan yang handal dan optimal dengan tujuan untuk menghindari kerugian energi jaringan, meningkatkan mutu distribusi dan meminimalisir pemadaman akibat gangguan. Dalam membuat dan menentukan konfigurasi jaringan perlu dilakukan perhitungan analisis teknis pada jaringan dan lokasi jalur pembangunan jaringan. Pola konfigurasi jaringan tegangan menengah dapat dipilah dalam 3 kelompok, yaitu:

1. Konfigurasi Jaringan Radial

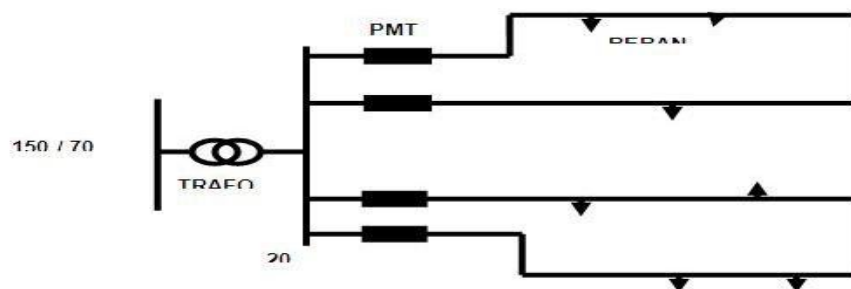
Jaringan Radial adalah yang setiap saluran primernya hanya mampu menyalurkan daya dalam satu arah aliran daya. Jaringan ini biasa dipakai untuk melayani daerah dengan tingkat kerapatan beban yang rendah. Keuntungannya ada pada kesederhanaan dari segi teknis dan biaya investasi yang rendah. Adapun kerugiannya apabila terjadi gangguan dekat dengan sumber, maka semua beban saluran tersebut akan ikut padam sampai gangguan tersebut dapat diatasi.



Gambar 2.2. Konfigurasi Jaringan Radial.

2. Konfigurasi Jaringan Loop

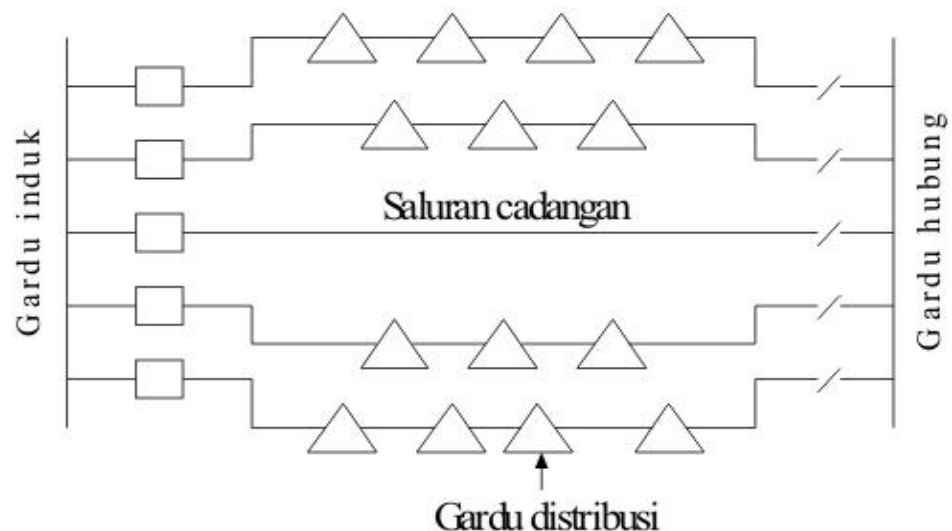
Jaringan Loop adalah jaringan yang dimulai dari suatu titik pada rel daya yang berkeliling di daerah beban kembali lagi ke rel daya semula. Pola ini ditandai pula dengan adanya dua sumber pengisian yaitu sumber utama dan sumber cadangan. Jika salah satu sumber pengisian (saluran utama) mengalami gangguan, akan dapat digantikan oleh sumber pengisian yang lain (saluran cadangan). Jaringan dengan pola ini biasa dipakai pada sistem distribusi yang melayani beban dengan kebutuhan keberlangsungan pelayanan yang baik (lebih baik dari jaringan radial).



Gambar 2.3. Konfigurasi Jaringan Loop

3. Konfigurasi Jaringan Spindel

Jaringan Spindel merupakan pengembangan dari pola radial dan loop terpisah. Beberapa saluran yang keluar dari Gardu Induk diarahkan menuju suatu tempat yang disebut Gardu Hubung (GH), kemudian antara GI dan GH tersebut dihubungkan dengan satu saluran yang disebut *express feeder*. Sistem Gardu Distribusi ini terdapat di sepanjang saluran kerja dan terhubung secara seri. Saluran kerja yang masuk ke gardu dihubungkan oleh sebuah saklar pemisah, sedangkan saluran yang keluar dari gardu dihubungkan oleh sebuah saklar beban. Jadi sistem ini dalam keadaan normal bekerja secara radial dan dalam keadaan darurat bekerja secara loop melalui saluran cadangan dan GH. Keuntungan pola jaringan ini adalah sederhana dalam hal teknis pengoperasiannya seperti pola radial, keberlangsungan pelayanan lebih baik dari pada pola radial maupun loop. Pengecekan beban masing-masing saluran ini dan bagian jaringan yang terganggu lebih mudah dibandingkan dengan pola grid. Dan juga Jaringan Spindel baik untuk digunakan di daerah perkotaan dengan kerapatan beban yang tinggi.



Gambar 2.4. Konfigurasi Jaringan Spindel

Prinsip operasi pada jaringan spindel apabila terjadi pemadaman akibat gangguan ataupun pemeliharaan adalah melokalisir gangguan dengan cara melepas Load Break Switching

(LBS) *outgoing* pada gardu sebelum gardu yang terkena pemadaman dari arah awal *feeder*, dan melepas LBS *incoming* di gardu setelah gardu yang terkena pemadaman. Selanjutnya *feeder* tersebut dihubungkan dengan GH dan *express feeder* untuk dapat menerima pasokan listrik dari GH. Biasanya sistem spindel ini menggunakan jaringan SKTM sehingga lebih banyak memakai gardu tipe beton.

2.2.3. Pemeliharaan Jaringan Distribusi

Pemeliharaan jaringan distribusi adalah kegiatan yang meliputi rangkaian tahapan kerja mulai dari perencanaan, pelaksanaan hingga pengendalian dan evaluasi pekerjaan pemeliharaan instalasi dan sistem distribusi yang dilakukan secara terjadwal (*schedul*) ataupun tanpa jadwal. Dimana pemeliharaan tersebut bermaksud untuk mendapatkan jaminan bahwa suatu sistem atau peralatan akan bekerja secara optimal, umur tejanisnya meningkat dan aman baik bagi personil atau masyarakat umum.

1. Tujuan pemeliharaan :

Agar instalasi jaringan distribusi beroperasi dengan :

- a. Aman (*safe*) bagi manusia dan lingkungannya.
- b. Andal (*Reable*).
- c. Kesiapan (*Avaibility*) tinggi.
- d. Unjuk kerja (*Performance*) baik.
- e. Umur (*Live Time*) sesuai desain.
- f. Waktu pemeliharaan (*Down time*) Efektif.
- g. Biaya pemeliharaan (*Cost*) Efisien atau Ekonomis.

Selain itu ada faktor diluar teknis, tujuan pemeliharaan adalah mendapatkan simpati serta kepuasan pelanggan dalam pelayanan tenaga listrik. Untuk melaksanakan pemeliharaan yang baik perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Sistem harus direncanakan dengan baik dan benar memakai bahan atau peralatan yang berkualitas baik sesuai standar yang berlaku.

- b. Sistem distribusi yang baru di bangun harus diperiksa secara teliti, apabila terdapat kerusakan kecil segera diperbaiki pada saat itu juga.
- c. Staf atau petugas pemeliharaan harus terlatih dengan baik dan dengan jumlah petugas cukup memadai.
- d. Mempunyai peralatan kerja yang cukup memadai untuk melaksanakan pemeliharaan dalam keadaan tidak bertegangan maupun pemeliharaan dalam bertegangan.
- e. Mempunyai buku atau brosur peralatan pabrik pembuat peralatan tersebut dan harus diberikan kepada petugas terutama pada saat pelaksanaan pemeliharaan.
- f. Gambar (peta) dan catatan pelaksanaan pemeliharaan dibuat dan di pelihara untuk bahan pada pekerjaan pemeliharaan berikutnya.
- g. Jadwal yang telah dibuat sebaiknya dibahas ulang untuk melihat kemungkinan penyempurnaan dalam pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan.
- h. Harus diamati tindakan pengamanan dalam pelaksanaan pemeliharaan, gunakan peralatan keselamatan kerja yang baik dan benar.

2. Macam - macam pemeliharaan

- a. Berdasarkan waktu pelaksanaannya :
 - 1) Pemeliharaan terencana (*Planed maintenance*) : *preventif* dan *korektif*.
 - 2) Pemeliharaan tidak direncanakan (*Unplaned Maintenance*).
- b. Berdasarkan metodenya
 - 1) Pemeliharaan berdasarkan waktu (*Time Base Maintenance*).
 - 2) Pemeliharaan berdasarkan kondisi (*on condition base maintenance*).
 - 3) Pemeliharaan darurat atau khusus (*break down maintenace*).
- c. Pemeliharaan Rutin

Disebut juga dengan pemeliharaan preventif, yaitu pemeliharaan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan

yang lebih parah dan untuk mempertahankan unjuk kerja jaringan agar tetap beroperasi dengan keandalan dan efisiensi yang tinggi. Kegiatan pemeliharaan rutin meliputi kegiatan :

- 1) Pemeriksaan atau inspeksi rutin.
- 2) Pemeliharaan rutin.
- 3) Pemeriksaan prediktif.
- 4) Perbaikan atau penggantian peralatan.
- 5) Perubahan atau penyempurnaan jaringan.

d. Pemeliharaan Korektif

Pemeliharaan korektif adalah pekerjaan pemeliharaan dengan maksud untuk memperbaiki kerusakan yaitu suatu usaha untuk memperbaiki kerusakan hingga kembali kepada kondisi atau kapasitas semula dan perbaikan untuk penyempurnaan yaitu, suatu usaha untuk meningkatkan atau penyempurnaan jaringan dengan cara mengganti atau mengubah jaringan agar dicapai daya guna atau keandalan yang lebih baik dengan tidak mengubah kapasitas semula.

e. Pemeliharaan Darurat

Pemeliharaan ini sifatnya mendadak, tidak terencana ini akibat gangguan atau kerusakan atau hal-hal lain di luar kemampuan kita sehingga perlu dilakukan pemeriksaan atau pengecekan perbaikan maupun penggantian peralatan, tetapi masih dalam kurun waktu pemeliharaan.

3. Jadwal Pemeliharaan

Pemeliharaan rutin atau terencana adalah cara yang baik untuk mencapai suatu tujuan pemeliharaan karena mencegah dan menghindari kerusakan peralatan . Dalam pelaksanaan pemeliharaan rutin perlu direncanakan dengan baik berdasarkan hasil pengamatan dan catatan serta pengalaman pemeliharaan terdahulu sehingga akan mendapatkan hasil yang lebih baik untuk itu perlu dibuat jadwal pemeliharaan. Jadwal pemeliharaan dalam kurun waktu yang berbeda

sesuai dengan kebutuhan dan umur dari peralatan yang di pelihara, waktu tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Pemeliharaan Mingguan.
 - b. Pemeliharaan Bulanan.
 - c. Pemeliharaan Triwulan.
 - d. Pemeliharaan Semesteran.
 - e. Pemeliharaan Tahunan.
4. Pemeliharaan dalam keadaan bebas tegangan.

Pemeliharaan peralatan atau perlengkapan jaring distribusi TM atau TR yang dilaksanakan dimana obyeknya dalam keadaan tanpa tegangan atau pemadaman. Hal ini bukan berarti disekitar obyek pemeliharaan benar-benar sama sekali tidak bertegangan. Alasan dilaksanakan pemeliharaan dalam keadaan tanpa tegangan :

- a. Pemeliharaan dengan metoda PDKB memang belum dimungkinkan.
- b. Instalasi dilengkapi dengan sistem cadangan sehingga tidak mengganggu suplai tenaga listrik.
- c. Jaringan yang akan dipelihara secara ekonomis tidak terlalu menguntungkan dan secara sosial tidak berdampak negatif.
- d. SDM dan sarana yg diperlukan untuk pemeliharaan dengan PDKB belum tersedia.

Keuntungan pemeliharaan tanpa tegangan :

- a. Terjadinya kecelakaan terhadap sentuhan tegangan listrik dapat dihindarkan.
- b. Pekerjaan dimungkinkan dapat dilaksanakan dengan kondisi cuaca hujan.
- c. Peralatan kerja, alat bantu kerja dan peralatan K3 harganya lebih murah.
- d. Biaya pekerjaan pemeliharaan lebih murah.

Kerugian pemeliharaan tanpa tegangan :

Akibat pemadaman berarti energi tidak tersalurkan atau terjual menjadi lebih besar sebanding dengan lamanya pekerjaan.

Ketentuan bekerja pada keadaan tidak bertegangan

- a. Pelaksanaan pekerjaan harus mempunyai kompetensi yang dibutuhkan.
- b. Perlengkapan listrik yang dipekerjakan harus bebas dari tegangan.
- c. Sarana pemutusan sirkit dipasang rambu peringatan.
- d. Melaksanakan pemeriksaan tegangan untuk memastikan keadaan bebas tegangan.
- e. Perlengkapan yang dikerjakan harus dibumikan secara baik.
- f. Petugas untuk pembebasan tegangan harus mempunyai surat tugas dari atasan yang berwenang.
- g. Mengunci peralatan yang mungkin dapat dimasukkan atau dikeluarkan.
- h. Bagian perlengkapan yang telah dibebaskan dari tegangan dan akan dibuang sisa muatan listriknya, harus diperiksa secara teliti.

5. Pemeliharaan dalam keadaan bertegangan (PDKB).

Pemeliharaan peralatan atau perlengkapan jaringan distribusi yang dilaksanakan dimana obyeknya dalam keadaan aktif bekerja atau bertegangan. Ketentuan bekerja pada keadaan bertegangan :

- a. Petugas atau pelaksana pekerjaan mempunyai kompetensi yang dibutuhkan.
- b. Memiliki surat ijin kerja dari yang berwenang.
- c. Dalam keadaan sehat, sadar, tidak mengantuk atau tidak dalam keadaan mabuk.
- d. Saat bekerja harus berdiri pada tempat atau mempergunakan perkakas yang berisolasi dan andal.
- e. Menggunakan perlengkapan badan yang sesuai dan diperiksa setiap dipakai sesuai petunjuk yang berlaku.

- f. Dilarang menyentuh perlengkapan listrik yang bertegangan dengan tangan telanjang.
- g. Keadaan cuaca tidak mendung atau hujan.
- h. Dilarang bekerja di ruang dengan bahaya kebakaran atau ledakan, lembab dan sangat panas.

2.2.4. Energi Listrik Terselamatkan

Average Energi Not Supplied (AENS).

AENS merupakan jumlah rata-rata energi listrik yang tidak tersalurkan dalam suatu sistem energi distribusi tiap tahun. Hal ini didefinisikan sebagai rasio dari total energi yang tidak diberikan untuk jumlah pelanggan.

$$AENS = \frac{\text{Energi total yang tidak tersalurkan sistem}}{\text{Total pelanggan yang dilayani}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana AENS dapat dikerucutkan menjadi indeks *Energi Not Supplied / Sale (ENS)* yang merupakan penjumlahan dari daya yang tidak tersuplai selama periode satu tahun. Ini didefinisikan sebagai penjumlahan energi tidak diberikan karena gangguan terhadap pasokan daya selama periode tahun.

$$ENS = \sum [\text{Gangguan (KW)} \times \text{Durasi (Hour)}] \dots \dots \dots (2.2)$$

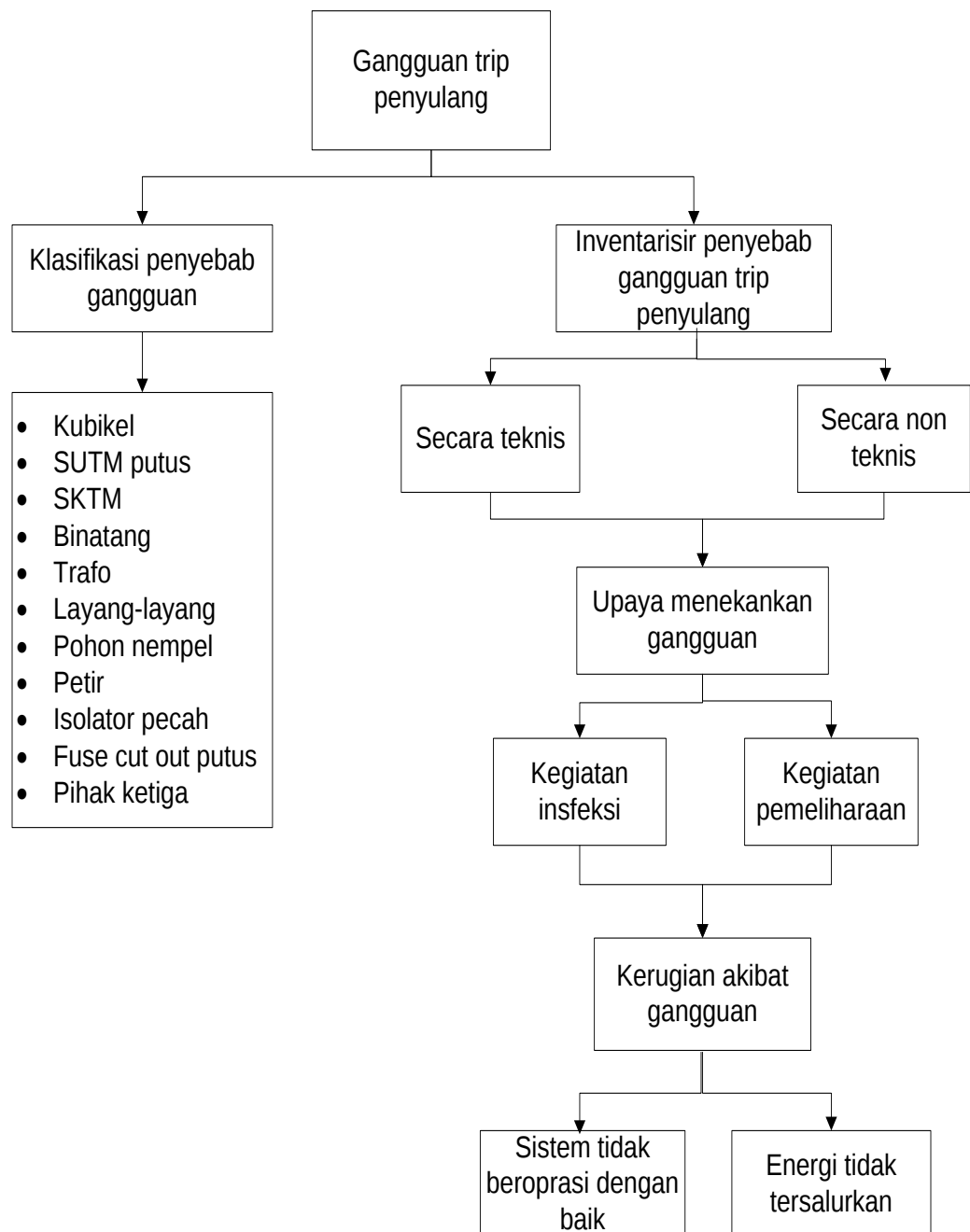
$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \quad (\text{watt}) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

- ENS = Energi Not Sale (kWH)
- P = Daya (watt)
- V = Tegangan (volt)
- I = Arus (Ampere)
- Cos ϕ = Faktor daya (0,85)
- t = Waktu (Hour)

2.3. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan dukungan landasan teori yang di peroleh dari eksplorasi teori yang dijadikan suatu konsep dari penelitian, maka dapat disusun kerangka pemikiran sebagai berikut



Gambar 2.5 Alur Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran ini dibuat agar penelitian yang dilakukan dapat dilakukan dengan baik dimana kerangka pemikiran ini meliputi beberapa tahapan yaitu :

1. Tahap 1

Mengetahui data trip penyulang per tahun dan potensi penyebab gangguannya. Dimana pada tahap ini peneliti harus mengetahui

jumlah trip penyulang dan potensi penyebab gangguan yang terjadi setiap tahunnya agar dapat mengevaluasi dan menindak lanjuti gangguan tersebut dan sebagai patokan terhadap gangguan yang terjadi agar dapat menekan gangguan pada tahun berikutnya

2. Tahap 2

Inventarisir penyebab gangguan trip penyulang. Pada tahap ini peneliti harus menginventaris gangguan yang terjadi agar dapat mengetahui jumlah gangguan secara keseluruhan

3. Tahap 3

Klasifikasi penyebab gangguan trip penyulang secara teknis atau pun non teknis. Semua data gangguan di klasifikasikan sesuai dengan gangguan yang terjadi baik secara teknis yaitu gangguan yang disebabkan oleh adanya kerusakan sistem peratan ataupun karena umur dari peralatan, dan secara non teknis dimana gangguan tersebut terjadi akibat gangguan alam atau gangguan terhadap lingkungan disekitar.

4. Tahap 4

Pada tahap ini yaitu melakukan upaya menekan gangguan yang terjadi agar sistem jaringan dapat beroperasi kembali dan untuk meningkatkan kehandalan, dimana kegiatan ini meliputi kegiatan inspeksi dan kegiatan pemeliharaan pada setiap penyulang yang mengalami gangguan trip penyulang

5. Tahap 5

Kemudian pada tahap selanjutnya yaitu mengevaluasi kerugian sebelum dan sesudah dilakukan kegiatan pemeliharaan akibat gangguan, baik dampak pada sistem distribusi maupun kerugian terhadap energi yang tidak tersalurkan.