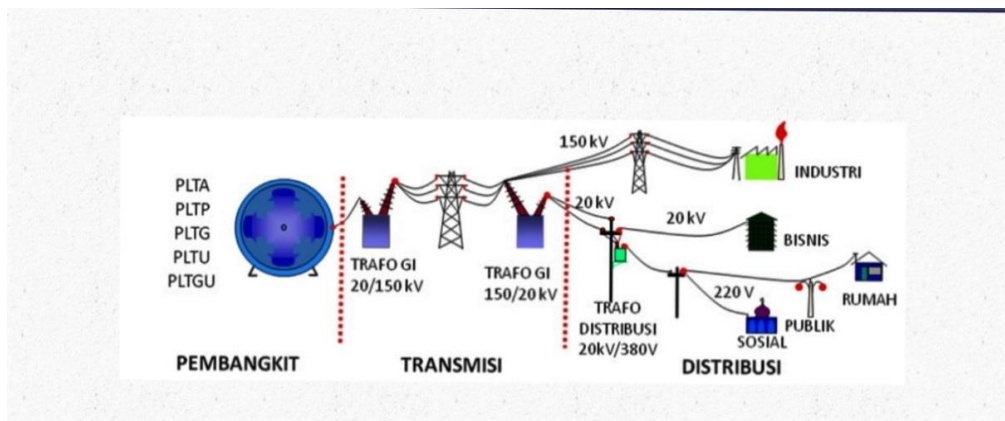


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Tenaga Listrik

Secara umum sistem tenaga listrik dapat dikatakan terdiri dari tiga bagian utama, yaitu : pembangkit tenaga listrik, penyaluran tenaga listrik, dan distribusi tenaga listrik, sistem tenaga listrik moderen merupakan sistem yang komplek yang terdiri dari pusat pembangkit, saluran transmisi dan jaringan distribusi yang berfungsi untuk menyalurkandayadari pusat pembangkit ke pusat beban. Untuk memenuhi tujuan operasi sistem tenaga listrik, ketiga bagian yaitu pembangkit, penyaluran, dan distribusi tersebut satu degan yang lainnya tidak dapat dipisahkan seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Diagram satu garis sistem tenaga listrik

Energi listrik dibangkitkan oleh pembangkit tenaga listrik, disalurkan melalui saluran transmisi dan kemudian di distribusikan ke beban. Sistem tenaga listrik sering pula anya disebut degan sistem tenaga, bakan kadang kala cukup hanya dengan sistem. Penamaan suatu sistem tenaga listrik biasanya menggunakan daerah cakupan dilistriki.

2.2 Sistem Jaringan Distribusi

Distreibusi tenaga listrik adalah tahap akhir dalam pengiriman tenaga listrik; ini merupakan proses membawa listrik dari sistem transmisi listrik menuju ke konsumen listrik. Gardu distribusi terhubung ke sistem trasmisi dan menurunkan tegangan trasmisinya dengan menggunakan travo. Distribusi ini dibagi menjadi dua bagian yaitu :

2.2.1 Jaringan Distribusi Primer

Yaitu jaringan distribusi yang berasal dari jaringan trasmisi yang diturunkan tegangannya di Gardu Induk (GI) menjadi Tegangan Menengah (TM) dengan nominal tegangan 20 Kv yang bisa disebut JTM (Jaringan Tegangan Menengah) lalu disalurkan ke lokasi-lokasi pelanggan listrik kemudian diturunkan tegangannya di travo pada gardu distribusi untuk di salurkan ke pelaanggan

1.2.2 Jaringan Distribusi Sekunder

Yaitu jaringan distribusi dari gardu distribusi untuk disalurkan ke pelanggan dengan klarifikasi tegangan rendah yaitu 220V atau 380V (antar fasa). Pelanggan yang memakai tegangan rendah ini adalah pelanggan paling banyak karena daya yang dipakai tidak terlalu banyak, jaringan dari gardu distribusi dikenal dengan JTR (Jaringan Tegangan Rendah), lalu dari JTR dibagi-bagi untuk kerumah pelanggan, saluran yang masuk dari JTR kerumah pelangan disebut Sambungan Rumah (SR). Pelanggan tegangan ini banyaknya menggunakan listrik 1fasa, walau ada beberapa yang memakai listrik 3 fasa konsumen rumah tangga maupun komersil biasanya terhubung dengan jaringan distribusi sekunder melalui sambungan rumah listrik. Konsumen yang membutuhkan tegangan yang lebih tinggi dapat mengajukan permohonan untuk langsung terhubung dengan jaringan distribusi primer, atau ke level suptrasmisi.

2.2.3 Pengertian Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi adalah suatu satuan saluran atau jaringan yang menghubungkan dari sumber daya listrik besar (gardu induk) atau pemakai listrik baik itu pabrik, industri, atau rumah tangga dengan ini jelas bahwa sistem jaringan distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

1.3.1 Komponen Jaringan Tegangan Menengah

Konstruksi jaringan distribusi tegangan menengah merupakan rangkaian komponen yang terpasang membentuk satu kesatuan dalam konstruksi JTM. Komponen jaringan distribusi adalah semua material yang terpasang pada konstruksi jaringan distribusi. material distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), terdiri dari 2 bagian yaitu, Material Distribusi Utama (MDU) dan material pelengkap. Disebut dengan material distribusi utama karena, material tersebut fungsinya sangat penting pada konstruksi, sehingga merupakan bagian yang tidak bisa tergantikan. Sedangkan disebut material pelengkap, karena merupakan bagian pelengkap. Untuk menunjang pemasangan material distribusi utama pada suatu konstruksi. Komponen pada jaringan distribusi tegangan menengah adalah :

-  Tiang
-  Isolator
-  Penghantar
-  Kabel
-  Traves/ Cross Arm

A. Tiang

Sebagai penyangga kawat agar berada diatas tiang dengan jarak aman sesuai dengan ketentuan terbuat dari bahan yang kuat menahan beban tarik maupun tekanan yang berasal dari kawat atau pun tekanan angin. Menurut bahannya tiang listrik terdiri dari ; Tiang besi, Tiang beton, Tiang kayu.

❖ **Tiang besi**

Tiang besi dari bahan baja (*still*) terdiri dari dua atau tiga susunan pipa dengan ukuran berbeda bagian atas lebih kecil dari bagian bawahnya, setiap pipa di sambung, bagian yang lebih kecil dimasukan ke bagian dalam bagian yang lebih besar sepanjang 50 cm dipasan pen dan dilas.

❖ **Tiang beton**

Tiang beton dari bahan campuran semen, pasir dan batu split, dicor dengan kerangka besi baja. Bentuk tiang beton ada dua macam yaitu berbentuk profil H dan berbentuk bulat. Tiang berbentuk profil H konstruksi kerangkah besi yang diregangkan dengan kekuatan tertentu sesuai dengan kekuatan tiang, dicor dengan bahan campuran beton menggunakan cetakan. Bahan campuran beton dipres sampai padat pada cetakannya, dipanasi sampe beberapa saat sampai mengeras. Kekuatan tiang berada pada dua sisi yang tidak sama besarnya.

❖ **Tiang kayu**

Tiang kayu dari kayu yang tahan perubahan cuaca (*panas, hujan*) dan tidak mudah rapu olah bahan-bahan lain yang ada didalam tanah, tidak dimakan rayap atau binatang pengerat. Nama kayu yang banyak dipakai menjadi tiang antara lain kayu rasa mala. Pada saat ini tiang kayu ini sudah jarang digunakan lagi dengan alasan ekonomis, yaitu tiang dari bahan beton lebih mudah harganya.



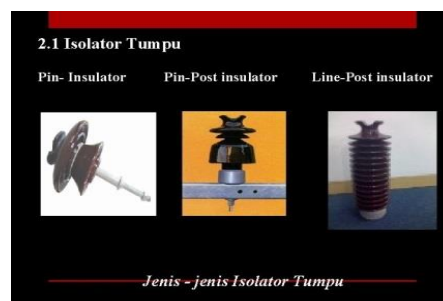
Gambar 2.2 Tiang

B. Isolator

Isolator adalah alat untuk mengisolasi penghantar dari tiang listrik atau Cross Arm. Jenis-jenis isolator yang dipakai biasanya dipakai untuk SUTM adalah isolator tumpu. Isolator tarik biasanya dipasang ditang tar atau akhir dan isolator tumpu biasanya dipasang pada tiang penyangga. Dan fungsi utamanya adalah sebagai penyekat listrik pada pengantar lainya dan pengantar terhadap tanah. Tetapi karena penghantar yang disekatkan tersebut mempunyai gaya mekanis berupa berat dan gaya tarik yang berasal dari berat penghantar itu sendiri, dari tarikan dan karena perubahan akibat temperatur dan angin maka isolator harus mempunyai kemampuan untuk menahan beban mekanis yang harus dipulikan. Untuk penyekatan antara tanah berarti menghandalkan kemampuan isolasi antara kawat dan batang besi. Konstruksi isolator pada pada umumnya disebut dengan bentuk lekukan-lekukan yang bertujuan untuk memperjauh jarak hambatan, sehingga pada kondisi hujan maka ada bagian permukaan isolator yang tidak ditempati air hujan. Berdasarkan beban yang di pikulnya. Isolator dibagi menjadi 2 jenis :

1. Isolator Tumpu (*Pin Isolator*)

Benda yang dipikul oleh isolator berupa beban berat penghantar, jika penghantar dipasang dibagian atas isolator (topside) untuk tarikan dengan sudut maksimal 2° dan beban tarik ringan jika pengantar dipasang dibagian sisi (leher) isolator untuk tarikaan denngan sudut maksimal 18° . Isolator dipasang teagak lurus diatas tr



Gambar 2.3 isolator tumpu

2. Isolator Tarik (*Strain Isolator*)

Beban yang dipikul oleh isolator berupa beban berat penghantar ditambah dengan beban akibat pengencangan (tarikan) penghantar, seperti pada konstroksi tiang awal atau akhir, tiang sudut, tiang percabangan, dan tiang penengah. Isolator dipasang dibagian sisi traves atau searah dengan tarikan penghantar. Penghantar diikat dengan strain klem dengan pengeencang mur bautnya.



Gambar 2.4 Isolator Tarik

C. Penghantar

Penghantar berfungsi untuk menghantarkan arus listrik. Penghantar untuk saluran udara biasanya disebut kawat yaitu penghantar tanpa isolasi (*telanjang*), sedangkan saluran dalam tanah atau saluran udara berisolasi biasanya disebut dengan kabel. Penghantar baik harus mempunyai sifat antara lain :

- Konduktivitas tarik tinggi.
- Kekuatan tarik tinggi.
- Fleksibilitas tinggi.
- Ringan .
- Tidak rapu.

Untuk mendapatkan penghantar dengan persyaratan diatas ditinjau dari segi ekonomis masih menguntungkan, maka bahan penghantar yang banyak digunakan sebagai saluran tenaga listrik adalah logam aluminium dan tembaga. Untuk penghantar ukuran kecil penghantar bisa terdiri terdiri dari satu kawat, tetapi untuk ukuran yang besar terdiri dari beberapa kawat yang di pilih menjadi satu. Hal itu

selain untuk keperluan kelenturan, maka kuat tarik dan daya hantar akan menjadi lebih besar dibandingkan dengan penghantar yang terdiri dari satu kawat.



Gambar 2.5 penghantar

D. Kabel

Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) untuk lebih meningkatkan keamanan dan keandalan penyaluran tenaga listrik, penggunaan penghantar telanjang atau penghantar berisolasi setengah pada konstruksi jaringan saluran udara tegangan menengah 20kv, dapat juga digantikan dengan konstruksi penghantar berisolasi penuh yang dipilin. Isolasi penghantar tiap fase tidak perlu dilindungi dengan pelindung mekanis. Berat kabel pilian menjadi pertimbangan terhadap pemilihan kekuatan beban kerja tiang beton penopangnya.



Gambar 2.6 Kabel SKUTM

E. Traves

Traves/ cros Arm dipakai untuk menjaga penghantar dan peralatan yang perlu dipasang diatas tiang. Material Cross Arm terbuat dari besi. Cross Arm dipasang pada tiang. Pemasangan dapat dengan memasang klem-klem, disekrup degan baut dan mur secara langsung. Pada Cross Arm ini dibor terlebih dahulu untuk membuat lubang-lubang baut.



Ganbar 2.7 Traves/Cross Arm

2.4 Pengertian Dan Tujuan Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan suatu pekerjaan yang dimaksudkan untuk mendapatkan jaminan bahwa suatu sistem atau peralatan akan berfungsi secara optimal, umur teknisnya meningkat dan aman baik bagi personil maupun bagi, masyarakat umum. Kegiatan pokok pemeliharaan rutin ini ditentukan berdasarkan periode atau waktu pemeliharaan yaitu bulanan, triwulan, seemesteran atau tahunan.

Tujuan dilakukannya pemeliharaan antara lain adalah :

- a) Mendapatkan jaaminan bahwa sistem atau peralatan dapat dioprasikan secara optimal.
- b) Mendapat jaminan bahwa keandalan dan mutu tenaga listrik akan mempunyai nilai tinggi.
- c) Mendapat jaminan bahwa umur teknis sistem atau peralatan dapat dipertahankan.
- d) Meendappat jaminan bahwa sistem atau peralatan aman bagi personil maupun bagi masyarakat umum.

2.5 Jenis Pemeliharaan

Untuk jenis pemeliharaan terbagi dalam beberapa bagian yaitu :

- a) Pemeliharaan rutin (*preventif maintenace*) adalah pemeliharaan yang direncanakan terselenggara terus menerus secara prodik, merupakan pemeliharaan rutin dan ini suatu usaha atau kegiatan yang dimaksudkan untuk mempertahankan kondisi sistem dalam keadaan baik dengan keandalan dan daya guna yan Contoh : pengecatan kembali kerangka PHB-TR dan Busbar, perbaikan instalasi PHB-TR,
- b) Pemeliharaan khusus (*korektif maintanace*)
Merupakan pemeliharaan yang dimaksudkan untuk memperbaiki kerusakan atau untuk mengadakan perubahan atau penyempurnaan. Bertujuan unttuk mempertahankan untukm mengembalikan kondisi sistem atau peralatan yang mengalami gangguan atau kerusakan sampe kembali pada keadaan semula dengan kapasitas yang sama.
Contoh : penggantian peralatan sampai peralatan PHB-TR yang terbakar, peemeliharaan darurat (*emergency maintanace*) pemeliharaan yang dimaksudkan untuk memmperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh bencana alam seperti gempa bumi, banjir, angin, badai, longsor, danpekerjaan yang tidak direncanakan.

2.6 Teknik Pemeliharaan

1. Peralatan grounding

Gunanya untuk menghubungkan saluran yang sudah tidak bertegangan lagi ke bumi, terhindar adanya kecelakaan akibat ada tegangan pada saluran yang timbul karena salah operasi, terinduksi jaringan, sambaran petir.

2. Bagian-bagian SUTM yang perlu diperiksa atau di pelihara adalah kawat penghantar, tiang, isolator, Cross Arm (*traves*), join dan jamper.

Sedangkan bagian-bagian SKUTM yang perlu dipelihara adalah kabel, tiang, pole breket dan perlengkapannya, suspension atau strain klem, sambungan-sambungan. Pembedaan

2.7 Pemeliharaan Andongan

1. yang dimaksud dengan andongan ialah jarak antara posisi terendah dari penghantar yang direntangkan dengan posisi dimana penghantar tersebut ditumpang atau digantung pada tiang.
2. Bagan lendutan (*SAG*)
Menurut tegangan tarik (*tension*) dan rentangan (*span*) sebenarnya.
3. Andongan harus disesuaikan dengan standar kuat tarik antaran, jarak antaran, lebar bentangan antar tiang
4. Andongan harus senagtiasa dijaga agar tidak terlalu kencang maupun terlalu kendor. Karena jika terlalu kencang dapat mengakibatkan tarikan hantaran mempengaruhi impedansi atau daya hantar akibat penyaluran pada saat penghantar panas oleh beban listrik pelanggan. Dan jika terlalu kendor antar penghantar dapat berimpit atau hubung singkat karena angin atau benang layangan.

2.8 Pemeliharaan Tiang

1. sebagai penyangga penghantar, kedudukan tiang adalah untuk memperhatikan, karena gangguan yang disebabkan oleh rusaknya robohnya tiang adalah merupakan hal yang sangat membahayakan, terutama terhadap keselamatan umum.
2. Hal-hal yang bisa dilakukan pada pelaksanaan pemeliharaan tiang adalah pemeriksaan atau pemeliharaan terhadap kondisi fisik tiang, yaitu adanya kemungkinan keroposnya tiang besi oleh karena karat atau adanya kerekatan pada tiang tersebut dari beton.

Pemeriksaan atau perbaikan terhadap letak kedudukan tiang yang berubah karena tidak kuatnya pondasi.

Pemeriksaan atau perbaikan terhadap kemiringan karena tarikan penghantar.

Penggantian tiang yang rusak atau keropos, pengecatan tiang besi, perbaikan atau pemberian nomor tiang sesuai ketentuan.

2.9 Pemeliharaan Isolator

isolator merupakan salah satu alat yang berfungsi untuk mengisolasi antara kawat dengan kawat dan kawat dengan traves atau tiang selain untuk tempat pengikatan kawat.

Isolator untuk penghantar udara yang tidak berisolasi diantaranya :

1. isolator TR-isolator tumpu : RM 1, 2, 3, 4.
 - Isolator akhir : afsan, campiknon
2. Isolator TM-isolator tumpu : post isolator. Long rood isolator.

Periksaan isolator perlu diperhatikan dengan seksama karena isolator sering menjadi biang kendali dari gangguan operasi yang memusingkan petugas pengurus gangguan. Dengan pemeriksaan isolator secara lebih teliti, mutu penyaluran tenaga listrik dapat diperbaiki dan disamping itu dapat meringankan petugas pengurus atau mencari letak gangguan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemeriksaan isolator diantaranya adalah :

1. kondisi fisik isolator
2. tempat kedudukan isolator
3. pengikatan pada isolator

2.10 Pemeliharaan Pembumian Atau Pertanahan

pemeliharaan pembumian (pantanahan) dilaksanakan minimal sekali dalam setahun. Dikatakan pengukuran nilai pembumian pada musim kemarau, karena pada kondisi tersebut nilai tahanan pembumian akan menunjaknya nilai sebenarnya. Jika nilai pembumian, pada pengukuran dimusim kemarau sudah kecil, maka dimusim penghujanaan akan semakin kecil.

2.11 Pemeliharaan Ligting Arrester

1. selain instalasi pembumian untuk Ligting Arrester (LA), yang perlu dipelihara untuk pengaman pada jtm adalah Ligting Arrester itu sendiri dipelihara secara periodik.
2. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan Ligting Arrester adalah :
 - a. Pegujian tahanan isolasi atau tegangan tembus dari ligting Arrester.
 - b. Pemeriksaan kondisi fisik dari ligting Arrester, apakah isolasi keramiknya pecah atau retak atau siriknya gompel, jika perlu diganti baru.
 - c. Jika titik LA ada kotoran debu atau lumut atau penggaraman atau karat maka dibersihkan.
 - d. Penggencangan klem atau baut-baut pengikat dan jamper.
 - e. Pengukuran pembumian, diupayakan perbaikan nilai tahanan sesuai ketentuan yang bberlaku.

2.12 Pemeliharaan Gardu Distribusi

Dilihat dari rencana maupun perencanaannya pemeliharaan gardu distribusi dapat dilaksanakan dalam tiga macampemeliharaan yaitu :

1. Pemeliharaan rutin gardu distribusi.
 2. Pemeliharaan korektif gardu distribusi.
 3. Pemeliharaan darurat gardu distribusi.
- a. Pemeliharaan rutin gardu distrribusi.
- Pekerjaan pemeliharaan rutin gardu distribusi dilaksanakan dalam 2 jenis pemeriksaan yaitu :
1. Pemeriksaan rutin gardu distribusi.
 2. Pemeriksaan rutin sistematis gardu distribusi
- Pemeriksaan rutin gardu distribusi dilaksanakan dalam 2 kegiatan yaitu :
1. Pemeriksaan gardu keadaan bertegangan
 2. Pemeriksaan gardu bebas tegangan

Pemeriksaan gardu bertegangan adalah kegiatan pemeliharaan dimana gardu diperiksa secara visual dengan menggunakan cek lis, hal ini dimaksudkan untuk menemukan hal-hal atau kelainan –kelainan yang dikawatirkan dapat menyebabkan terjadinya gangguan sebelum periode pemeriksaan berikutnya terselenggarakan.

Sedangkan pemeriksaan rutin gardu bebas tegangan adalah kegiatan pemeliharaan rutin dimana dilakukan kegiatan-kegiatan pembersihan, perbaikan, penyetelan, pengukuran, dan sebagainya, kecuali pekerjaan yang sifatnya penyempurnaan atau perubahan.

Pemeriksaan rutin sistematis dalam keadaan bebas tegangan dan jangkauan pekerjaannya lebih luas dan lebih teliti bisa sampai tahap bongkar pasang.

1. Pemeliharaan korektif gardu distribusi

Dimaksud untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan yang diakibatkan adanya gangguan atau mengadakan perubahan/ penyempurnaan, sebagai tindak lanjut dari pelaksanaan pemeriksaan rutin (inspeksi)

2. Pemeliharaan darurat gardu distribusi

Dimaksud untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh bencana alam seperti gempa bumi, banjir, dan sebagainya.

Komponen-komponen peralatan gardu distribusiyang perlu mendapatkan perhatian pada waktu pelaksanaan kegiatan pemeliharaan tahunan (rutin) beban tegangan diantaranya adalah :

1. Instalasi tegangan menengah
2. Rak tegangan rendah
3. Peralatan pelindung

Pekerjaan-pekerjaan yang diprioritaskan adalah :

1. Pekerjaan pembersih dan perbaikan instalasi TM/TR
2. Pekerjaan pembersihan dan perbaikan pengaman/ fault induktor
3. Pekerjaan minyak travo
4. Pekerjaan perbaikan instalasi pengaman gardu

5. Pekerjaan pembersih ruangan gardu dan halaman gardu
6. Pekerjaan perbaikan bangunan sipil gardu
7. Pekerjaan pengecatan gardu

2.13 Faktor-Faktor apa saja yang menyebabkan gangguan pada jaringan

Adapun berbagai gangguan yang terjadi pada Jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) diakibatkan oleh beberapa faktor, diantaranya

- Sambaran petir yang mengenai jaringan (*flash over*)

Karena ujung tiang biasanya lebih tinggi maka diharapkan sambarang langsung jarang terjadi, kalau pun terjadi dan tahanan tanah tiang cukup tinggi, bisa *flash over* ke konduktor fasa menyebabkan gangguan.



Gambar 2.8 Gangguan akibat *flash over*

- Menempelnya layang-layang pada kabel jaringan.



Gambar 2.9 Gangguan Akibat layang-laya

- Binatang

Burung kelelawar, kodok besar, ular besa menjadi penyebab gangguan hubung singkat 1fasa ke tanah, 2 fasa bahkan 3 fasa.



Gambar 2.10 Gangguan akibat sarang burung

- Pohon atau ranting yang menempel pada kabel jaringan.



Gambar 2.11 Gangguan akibat pohon

- Hilang atau putusnya kawat netral



Gambar 2.12 Hilang atau putusnya kawat