

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Pengertian Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Jaringan Tegangan Menengah (JTM) sering disebut juga jaringan primer distribusi adalah suatu bagian dari pada tenaga listrik antara gardu induk dan gardu distribusi. Dalam penyaluran tenaga listrik pada jaringan distribusi primer menggunakan 3 sistem saluran diantaranya saluran kawat udara saluran kabel atau areal cable dan sistem kabel tanah.

Jaringan Tegangan Menengah yang digunakan oleh PLN yaitu 12 KV dan 20 KV. Adapun konstruksi Jaringan Tegangan Menengah (JTM) terdiri dari :

#### A. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Merupakan konstruksi termurah yang digunakan untuk penyaluran tenaga listrik pada daya yang sama. Konstruksi ini paling banyak digunakan di Indonesia untuk konsumen jaringan tegangan menengah.

SUTM juga disebut jaringan kawat yang tidak berisolasi. Ciri paling utama pada jaringan ini yaitu penggunaan penghantar yang telanjang yang di topang dengan isolator pada tiang besi atau beton. Bagian-bagian utama dari jaringan ini adalah tiang beton atau besi, *Cross Arm* serta konduktor. Biasanya konduktor yang digunakan yaitu aluminium atau AAAC yang berukuran 240 mm<sup>2</sup>, 150mm<sup>2</sup>, 70mm<sup>2</sup>, dan 35mm<sup>2</sup>.

#### B. Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)

Konstruksi SKTM atau saluran kabel tegangan menengah ini termasuk konstruksi yang aman dan andal untuk pendistribusian tenaga listrik tegangan menengah, namun relative mahal untuk penyaluran data yang sama. Perbandingan dengan SUTM atau saluran tegangan menengah , menggunakan SKTM akan memperkecil atau meminimalisir angka resiko kegagalan operasi akibat faktor eksternal atau meningkatkan safety atau keamanan ketenagalistrikan.

Kabel yang sering digunakan pada jaringan ini adalah berisolasi EXLPE. Dimana kabel ini ditanam langsung ditanah pada kedalaman yang di tentukan serta di berikan pelindung terhadap pengaruh mekanisme dari luar. Kabel tanah ini memiliki isolasi yang mampu menahan tegangan tembus yang akan di timbulkan[5].

## 2.2 **Penjelasan Inspeksi Jaringan Tegangan Menengah (JTM)**

Pengertian inspeksi dalam pekerjaan inspeksi jaringan tegangan menengah adalah mengecek peralatan yang ada pada jaringan tegangan menengah tersebut yang tidak sesuai atau sudah tidak layak untuk dipergunakan lagi, maka dari itu dalam pekerjaan inspeksi ini butuh ketelitian untuk melihat alat-alat yang ada pada jaringan tegangan menengah tersebut. Selain itu diperlukan standar-standar dalam berkerja untuk inspeksi jaringan tegangan menengah ini supaya alat-alat yang dicek itu nanti akan diganti atau diperbaiki dengan petugas yang mengeksekusinya[6].

## 2.3 **Komponen Dan Cara Inspeksi Jaringan Tegangan Menengah (JTM)**

Adapun pengertian komponen dan cara ispeksi di setiap bagian jaringan tegangan menengah adalah sebagai berikut :

### 1. Tiang

Tiang listrik merupakan salah satu komponen saluran udara tegangan rendah dan saluran udara tegangan menengah yang mempunyai fungsi utama menyangga konduktor listrik. Ada beberapa jenis tiang listrik yang biasa digunakan oleh PT. PLN yaitu:

#### a. Tiang Beton

Tiang beton merupakan tiang pratekan berpenampang bulat konis berongga di tenggahnya yang pembuatannya menggunakan mesin putar. Tiang jenis ini yang banyak di pakai PT PLN karena harga nya yang lebih murah dari tiang besi.

Tiang beton pada jaringan tegangan menengah yang sudah lapuk sebaiknya diganti dengan yang baru. Tiang beton yang condong atau miring akan diperbaiki dengan cara

menarik dengan *track schoor* (topang tarik) supaya tiang tegak kembali dengan sempurna menopang kabel TM.

b. Tiang Kayu

Pada beberapa wilayah perusahaan PT PLN bila suplai kayu memungkinkan kayu dapat digunakan sebagai tiang penopang penghantar listrik. Akan tetapi untuk saat ini penggunaan tiang kayu sangat jarang dipakai dikarenakan mudah lapuk dan tidak bertahan lama.

c. Tiang Besi

Jenis tiang yang terbuat dari pipa besi yang disambungkan hingga diperoleh kekuatan beban tertentu sesuai kebutuhan. Walaupun lebih mahal pilihan tiang besi untuk area/wilayah tertentu masih diizinkan karena bobotnya lebih ringan dibandingkan dengan tiang beton jika di wilayah tersebut belum ada pabrik tiang beton.

Tiang besi pada jaringan tegangan menengah yang sudah lapuk dan bengkok sebaiknya diganti dengan yang baru, sedangkan tiang besi yang berkarat atau ada bekas tempelan brosur liar, tiang tersebut akan diperbaiki dengan di cat ulang agar hilang karat dan bekas brosur pada tiang[7].

2. *Cross Arm* (Lengan Tiang)/*Travers*

*Cross Arm* (Lengan Tiang) atau *Travers* dipakai untuk menjaga penghantar dan peralatan yang perlu dipasang diatas tiang dan berfungsi untuk tempat pemasangan isolator. Material *Cross Arm* terbuat dari besi. *Cross Arm* dipasang pada tiang. Pemasangan dapat dengan memasang klem-klem, disekrup dengan baut dan mur secara langsung. Pada *Cross Arm* dipasang baut-baut penyangga isolator dan peralatan lainnya, biasanya *Cross Arm* ini dibor terlebih dahulu untuk membuat lubang-lubang baut.

Pemasangan *Cross Arm* pada tiang diikat dengan klem dan mur-baut, tetapi pada tiang beton tidak diperlukan klem, karena baut langsung bias menembus tiang dan *Cross Arm*. Untuk menjaga agar

*Cross Arm* tidak miring setelah dibebani isolator dan kawat, maka dipasang konstruksi berupa besi penyangga.

Adapun Inspeksi *Cross Arm* / *travers* yang dilakukan ialah mengecek *Cross Arm* / *travers* yang salah satu bagian penting dalam jaringan tegangan menengah karena *Cross Arm* ini gunanya menompang kabel dari insulator dan kabel TM. Apabila *Cross Arm* tersebut sudah lapuk atau tidak layak maka petugas PLN akan menggantikan dengan *Cross Arm* yang baru agar bisa menahan beban tegangan yang dihantar oleh kabel TM.

### 3. Isolator

Fungsi utamanya adalah sebagai penyekat listrik pada penghantar terhadap penghantar lainnya dan penghantar 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 dipikulnya. Untuk penyekatan terhadap tanah berarti mengandalkan kemampuan isolasi antara kawat dan batang besi. Isolator dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

#### a. Isolatur Tumpu (*Pin Insulator*)

Beban yang dipikul oleh isolator berupa beban berat penghantar, jika penghantar dipasang di bagian atas isolator (top side) untuk tarikan dengan sudut maksimal  $2^\circ$  dan beban tarik ringan jika penghantar dipasang dibagian sisi ( leher ) isolator untuk tarikan dengan sudut maksimal  $18^\circ$ . Isolator dipasang tegak-lurus di atas *Travers*[8].

Adapun Inspeksi Isolator Tumpu yang dilakukan ialah Mengecek Isolator tumpu / Pin agar memastikan isolator tersebut tidak rusak atau pecah untuk menahan beban kabel TM, kencangkan baut- baut pada isolator agar tidak goyang. Apabila isolator pin pecah atau rusak maka wajib

menggantikan dengan isolator yang baru agar dapat menahan beban kabel TM[6].

b. Isolator Tarik (*Strain Insulator*)

Beban yang dipikul oleh isolator berupa beban berat penghantar ditambah dengan beban akibat pengencangan (tarikan) penghantar, seperti pada konstruksi tiang awal/akhir, tiang sudut, tiang percabangan dan tiang penegang. Isolator dipasang dibagian sisi travers atau searah dengan tarikan penghantar penghantar diikat dengan strain clamp dengan pengencangan mur bautnya dipasang menggantung di bawah travers dan sebagai pengikat[8].

Adapun Inspeksi Isolator Tumpu yang dilakukan ialah Mengecek isolator ini sama dengan mengecek isolator tumpu untuk memastikan isolator tersebut tidak rusak atau pecah untuk menahan beban kabel TM, kencangkan baut-baut pada isolator agar tidak goyang. Apabila isolator tarik / hang pecah atau rusak maka wajib menggantikan dengan isolator yang baru agar dapat menahan beban kabel TM[6].

4. Penghantar/kabel

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

- a. Konduktivitas/ Daya Hantar Tinggi
- b. Kekuatan Tarik Tinggi
- c. Fleksibilitas Tinggi
- d. Ringan[8]

Adapun Inspeksi Penghantar/Konduktor yang dilakukan ialah Mengecek kabel TM atau konduktor yang rusak atau kendor dengan cara menelusuri jaringan tegangan menengah yang ada disetiap jalan jaringan.

Apabila kabel TM atau konduktor rusak segera petugas PLN memperbaiki atau mengganti kabel TM yang baru, dan kabel yang kendor akan diperbaiki dengan cara menaring kabel TM yang sudah dimatikan jaringan agar pekerjaan dengan selamat[6].

#### 5. *Fuse Cut Out* (FCO)

*Fuse Cut Out* (sekring) adalah suatu alat pengaman yang melindungi jaringan terhadap gangguan penyulang berupa arus beban lebih (*over load current*) yang mengalir melebihi dari batas maksimum, yang disebabkan karena hubung singkat (*short circuit*) atau beban lebih (*over load*). Konstruksi dari *Fuse Cut Out* ini jauh lebih sederhana bila dibandingkan dengan pemutus beban (*circuit breaker*) yang terdapat di Gardu Induk (*sub-station*). Akan tetapi *Fuse Cut Out* ini mempunyai kemampuan yang sama dengan pemutus beban *circuit breaker*. *Fuse Cut Out* ini hanya dapat memutuskan satu saluran kawat jaringan di dalam satu alat. Apabila diperlukan pemutus saluran tiga fasa maka dibutuhkan *Fuse Cut Out* sebanyak tiga buah. Merupakan *Fuse Cut Out* sebagai pengaman jaringan yang akan masuk ke trafo distribusi. *Fuse Cut Out* akan lebur pada saat terjadi gangguan karena *overload current* maupun *short circuit*, karena *fuse link* yang didalam tabung holder akan meleleh karena sudah melebihi batas titik leburnya[8].

Adapun Inspeksi Penghantar/Konduktor yang dilakukan ialah Mengecek FCO di tiang Jaringan Tegangan Menengah ada 3 buah FCO yang terpasang, gunanya pengaman FCO sama halnya dengan MCB rumah pelanggan Cuma FCO perawatan dan pengecekan amatlah teliti. CO yang dicek meliputi dari kabel *Fuse link* dan tabung FCO itu sendiri agar tidak rusak yang parah saat terjadinya trip[6].

### 2.4 **Pemeliharaan Dan Gangguan Jaringan Tegangan Menengah (JTM)**

#### 2.4.1 **Pengertian Pemeliharaan**

Pemeliharaan atau perawatan (*maintenance*) adalah serangkaian aktivitas untuk menjaga fasilitas dan peralatan agar senantiasa dalam

keadaan siap pakai untuk melaksanakan produksi secara efektif dan efisien sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan dan berdasarkan standar (fungsional dan kualitas)

Berikut definisi dan pengertian pemeliharaan atau perawatan dari beberapa sumber antara lain :

- a. Menurut Kurniawan (2013), pemeliharaan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima.
- b. Menurut Sehwat dan Narang (2001), pemeliharaan adalah sebuah pekerjaan yang dilakukan secara berurutan untuk menjaga atau memperbaiki fasilitas yang ada sehingga sesuai dengan standar (fungsional dan kualitas).
- c. Menurut Assauri (2008), perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.
- d. Menurut Harsanto (2013), pemeliharaan adalah serangkaian aktivitas untuk menjaga agar fasilitas atau peralatan senantiasa dalam keadaan siap pakai.
- e. Menurut Heizer dan Render (2011), pemeliharaan adalah mencakup semua aktivitas yang berkaitan dengan menjaga semua peralatan sistem agar dapat tetap bekerja.
- f. Menurut Manzini (2010), perawatan adalah fungsi yang memonitor dan memelihara fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas kerja dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (*uptime*) dan meminimisasi selang waktu berhenti (*downtime*) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan maupun perbaikan.

### **2.4.2 Tujuan Pemeliharaan**

Pemeliharaan merupakan sebuah langkah pencegahan yang bertujuan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan. Menurut Assauri (2008), tujuan perawatan atau pemeliharaan adalah sebagai berikut:

- a. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
- b. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi tidak terganggu.
- c. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.
- d. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien keseluruhannya.
- e. Menghindari kegiatan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
- f. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau return of investment yang sebaik mungkin dan total biaya yang rendah[9].

### **2.4.3 Jadwal Pemeliharaan**

#### **2.4.3.1 Pemeliharaan Rutin**

Pemeliharaan rutin adalah cara yang baik untuk mencapai suatu tujuan suatu tujuan pemeliharaan karna mencegah dan menghindari kerusakan peralatan. Jadwal pemeliharaan mempunyai kurun waktu yang berbeda, waktu tersebut antara lain sebagai berikut:



- a. Pemeliharaan Mingguan
- b. Pemeliharaan Bulanan
- c. Pemeliharaan Tahunan

#### 2.4.3.2 Pemeliharaan Darurat

Pemeliharaan Darurat merupakan pemeliharaan karna keadaan darurat. Contohnya terjadi ledakan di trafo maka harus melakukan pemeliharaan/perbaikan.

#### 2.4.3.3 Pemeliharaan Korektif

Pemeliharaan Korektif merupakan pemeliharaan yang terencana karna peralatan memerlukan perbaikan atau pemeliharaan berdasarkan kondisi peralatan yang menunjukkan gejala atau terjadi kerusakan[5].

### **2.4.4 Penanggulangan Gangguan Melalui Pemeliharaan**

#### 2.4.4.1 ROW

Jarak aman/ROW merupakan hal yang penting dalam menjaga suatu sistem ketenagalistrikan dalam kondisi handal. Jarak aman adalah jarak antara bagian aktif/fase dari jaringan terhadap benda disekelilingnya.

#### 2.4.4.2 Pemeliharaan Kabel SUTM

Salah satu penyebab yang lumayan sering terjadi gangguan pada SUTM yaitu layang-layang. Bila mengenai jaringan PLN 20 KV bisa mengakibatkan gangguan pada penyulang tersebut. Dimana pada saat kondisi hujan maka sampah berupa kerangka layang atau benang tersebut dapat membuat trip fasa dan ground.

#### 2.4.4.3 Pemeliharaan Penghantar atau Konduktor

Adapun hal lain yang dapat membuat terjadinya trip yaitu karna kendornya kabel antara kabel andogan dengan kabel SUTM. Sebagai alat penyalur tenaga listrik, penghantar harus terpasang dengan baik. Andogan harus disesuaikan dengan standar kuat tarik hantaran, jarak antar hantaran, lebar bentangan antar tiang,. Andogan harus senantiasa dijaga agar

tidak kendur dan tidak kencang, karna jika terlalu kendur antar penghantar dapat berhimpit/hubung singkat karna angin/benang layang. sedengkan jika terlalu kencang dapat mengakibatkan tarikan hantaran mempengaruhi impedansi atau daya hantar akibat pemularan pada saat penghantar panas oleh beban listrik pelanggan.

#### 2.4.4.4 Pemeliharaan Trafo

Pemeliharaan transformator merupakan cara untuk mempertahankan penyaluran tenaga listrik ke pelanggan agar tidak terganggu apabila terjadi kerusakan pada transformator. Selain itu, bertujuan untuk mempertahankan kemampuan dan umur trafo tersebut agar perusahaan tidak mengeluarkan biaya yang sangat besar untuk pemeliharaan trafo tersebut.

#### 2.4.4.5 Pemeliharaan *Lightning Arrester*

Arrester adalah suatu alat pengaman yang melindungi jaringan dan peralatannya terhadap tegangan lebih yang terjadi karna sambaran petir ( *flash over* ) dan karna surja hubung ( *switching surge* ) di suatu jaringan.

#### 2.4.4.6 Pemeliharaan Korektif

##### a. Mengganti *Fuse Cut Out* (FCO)

Pemeliharaan terhadap penggantian *Fuse Cut Out* ini merupakan pemeliharaan korektif yang berarti pemeliharaan terencana . tujuan dari penggantian FCO untuk mengurangi terjadinya gangguan pada jaringan distribusi yang dapat merugikan pelanggan atau mengganggu kerja peralatan listrik serta menghindari terjadinya kerusakan pada peralatan-peralatan distribusi termasuk FCO itu sendiri. Disamping penggantian FCO perlu juga pemasangan *fuse link* nya harus sesuai dengan kapasitas trafo yang ter pasang dengan batas pengaman sisi tegangan menengah jaringan distribusi.

##### b. Penggantian Pin Isolator yang terkena *Flash Over*

Isolator merupakan salah satu peralatan yang sangat penting dalam sistem penyaluran energy listrik. Karena pentingnya isolator dalam sistem penyaluran energy listrik, maka perlu dijaga keandalannya. Pada isolator jenis keramik memiliki kekurangan permukaannya mudah menyerap air, sehingga lebih mudah terjadi arus bocor pada permukaan, yang akhirnya dapat menyebabkan terjadinya tegangan *flash over*. Tegangan *flash over* merupakan kegagalan isolasi yang disebabkan karena pembebanan medan listrik pada permukaan isolator melebihi kapasitas ketahanan elektriknya. Flashover ini dapat menimbulkan pemanasan dan dapat merusak isolator. Penyebab terjadinya *flash over* diantaranya yaitu karena pengotoran permukaan isolator, surya hubung, dan surya petir. Pada kasus pengotoran permukaan isolator, umumnya disebabkan karena adanya bahan polutan yang menempel pada permukaan isolator seperti bahan polutan debu, abu terbang, dan pasir.

c. Perampalan Pohon

Salah satu pemeliharaan kabel saluran udara tegangan menengah (SUTM) adalah dengan melakukan perampalan yaitu kegiatan pemeliharaan yang bertujuan untuk menghindari ranting atau cabang mendekati saluran udara tegangan menengah dengan cara memangkas ranting atau cabang pohon tersebut untuk mencapai jarak aman yaitu 2 meter dari saluran udara tegangan menengah. Inspeksi daei petugas dan juga kesadaran masyarakat sangat dibutuhkan untuk mengetahui bahwa ranting pohon sudah mendekati saluran udara tegangan menengah, karena tidak selamanya petugas selalu dapat memperhatikan hal tersebut[8].