

**LAPORAN KERJA PRAKTEK  
PEMELIHARAAN JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PADA JARINGAN UDARA  
DI PT. PLN (PERSERO) ULP MEDAN JOHOR**

**DISUSUN OLEH :  
MHD.GHAFFAR RAMADHAN  
17.812.0015**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2020**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 29/11/22

Access From (repository.uma.ac.id)29/11/22

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN AKHIR PELAKSANAAN KERJAPRAKTEK PEMELIHARAAN  
JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PADA JARINGAN UDARA DI PT. PLN  
(PERSERO) ULP MEDAN JOHOR

DISUSUN OLEH :

NAMA : Mhd. Ghaffar ramadhan

NPM : 17.812.0015

PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS : TEKNIK

Dosen Pembimbing Kerja Praktek

Pembimbing Lapangan



( Moranain Mungkin ST, M.Si )

NILAI :  
A



( Reni Aprilliana )

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Syarifah Muthia Putri, ST, MT

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Kerja Praktek (KP) serta dapat menyelesaikan laporannya dengan lancar dan tanpa adanya halangan yang berarti. Laporan kerja praktek ini disusun berdasarkan kegiatan yang dilakukan pada saat dilapangan yakni pada " PT. PLN ULP Medan Johor " yang beralamat di Jln. Karya Jaya Ujung, Kec. Namorambe, Deli Serdang, Sumatera Utara. Dimulai tanggal 24 Agustus 2020 s/d 06 Oktober 2020.

Kerja praktek ini merupakan syarat wajib yang harus dipenuhi dalam Program Studi Teknik Elektro, selain untuk memenuhi persyaratan program studi yang penulis tempuh, kerja praktik ini juga banyak memberikan manfaat kepada penulis baik dari segi akademis maupun untuk pelajaran yang tidak didapatkan penulis pada saat berada di bangku kuliah.

Pada kesempatan kali ini juga penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan laporan kerja praktik ini, terutama kepada :

1. Orang tua yang telah memberi dukungan moril/spiritual kepada penulis.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.



4. Bapak Moranain Mungkin, ST, M.Si, selaku dosen pembimbing kerja praktek jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
5. Ibu Reni Apriliana selaku Supervisor Teknik.
6. Pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
7. Teman-teman kelompok kerja praktek yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan kerja praktek di PT. PLN (Persero) ULP Medan Johor.

Penulis tidaklah sempurna, apabila nantinya terdapat kekeliruan dalam penulisan laporan kerja praktik ini penulis mengharapkan kritik dan sarannya.

Akhir kata semoga laporan kerja praktek ini dapat memberikan banyak manfaat untuk kita semua.

Medan, 25 Oktober 2020



Mhd Ghaffar Ramadhan

## ABSTRAK

Saat ini listrik merupakan suatu kebutuhan utama sebagai penunjang kepentingan dan pekerjaan manusia. Listrik digunakan untuk hampir semua pekerjaan seperti bisnis, industri, maupun sosial. Supaya kebutuhan listrik bagi masyarakat terpenuhi, dibutuhkan sistem tenaga listrik yang handal dan dapat bekerja secara berkelanjutan, mulai dari pembangkit, transmisi, hingga distribusi. PT PLN (Persero) ULP Medan joho hampir tiap bulannya mengalami gangguan sebanyak 3 sampai 4 kali. Hal ini mengakibatkan tenaga listrik tidak tersalur ke konsumen secara berkelanjutan, dan jaringan yang paling sering terkena gangguan adalah jaringan distribusinya, karena pada jaringan distribusi terdapat peralatan-peralatan yang sensitif yang mengakibatkan terjadinya trip saat terjadi gangguan sehingga saat sudah terjadi gangguan perlu diadakan pemeliharaan yang bertujuan untuk mempersingkat waktu gangguan. Dan untuk menghindari terjadinya gangguan yang mengakibatkan trip pada jaringan distribusi perlu diadakan pemeliharaan secara preventif. Pemeliharaan ini juga perlu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas dari penyaluran tenaga listrik. Dari proses pemeliharaan yang dilakukan secara preventif menunjukkan bahwa proses penyaluran tenaga listrik 20 kv tetap berjalan dengan baik dan dapat minimalisir kerusakan pada peralatan-peralatan jaringan 20 kv.

**Kata kunci : Pemeliharaan Jaringan Distribusi 20kv Pada jaringan Udara**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Dan Obyektif.....	1
1.2 Ruang Lingkup.....	2
1.3 Metodologi.....	2
<b>BAB II STUDI KASUS</b> .....	2
2.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	3
2.2 Macam-macam Jaringan Distribusi Primer.....	4
2.2.1 Jaringan Radial.....	4
2.2.2 Jaringan Distribusi Loop / Ring.....	4
2.2.3 Jaringan Distribusi Spindle.....	5
2.2.4 Jaringan Distribusi Kluster.....	6
2.3 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM).....	6
2.4 Komponen-Komponen Saluran Udara Tegangan Menengah.....	7
2.4.1 Penghantar.....	7
2.4.2 Tiang pada SUTM.....	8
2.4.3 Cross Arm.....	9
2.4.4 Isolator.....	11
2.4.5 Peralatan Hubung (Switching).....	13
2.4.6 Lightning Arrester.....	13
2.4.7 Fuse Cut Out (FCO).....	15
2.4.8 Recloser.....	16
2.4.9 Load Break Switch (LBS).....	17
2.4.10 Transformator Distribusi.....	18
2.6 Gangguan pada jaringan SUTM.....	19
2.6.1 Klasifikasi gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi adalah :.....	19
2.6.2 Penyebab Gangguan.....	20
2.7 Pemeliharaan.....	23



2.7.1	Pengertian Pemeliharaan.....	23
2.7.2	Tujuan Pemeliharaan.....	23
2.8	Jenis-Jenis Pemeliharaan.....	24
2.8.1	Berdasarkan waktu pelaksanaanya :.....	24
2.8.2	Berdasarkan metodenya.....	24
2.8	Jadwal Pemeliharaan.....	28
<b>BAB III PENGUMPULAN DATA.....</b>		<b>31</b>
3.1	Pemeliharaan Kabel SUTM.....	34
3.2	Pemeliharaan Penghantar.....	35
3.3	Perbaikan Travers Saluran Udara Tegangan Menengah.....	36
3.4	Perampalan Pohon.....	37
3.5	Pemeliharaan Lightning Arrester.....	38
3.6	Penggantian pin isolator yang terkena flashover.....	39
<b>BAB IV ANALISIS.....</b>		<b>42</b>
4.1	Pemeliharaan JTM (Jaringan Tegangan Menengah).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1	Proses Pemeliharaan JTM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Konstruksi tiang JTM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>44</b>
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>45</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik.....	3
Gambar 2 2 Konfigurasi Jaringan Radial .....	4
Gambar 2 3 Konfigurasi Jaringan Loop .....	5
Gambar 2 4 Konfigurasi Jaringan Spindel .....	5
Gambar 2 5 Konfigurasi Jaringan Kluster .....	6
Gambar 2 6 Penghantar SUTM .....	8
Gambar 2 7 Cross Arm Double support on single pole.....	9
Gambar 2 8 Cross Arm Double Support on Single pole .....	10
Gambar 2 9 Cross Arm Double Support double pole .....	10
Gambar 2 10 Cross Arm double support double pole .....	11
Gambar 2 11 Isolator Gantung.....	12
Gambar 2 12 Isolator pasak .....	12
Gambar 2 13 Peralatan Hubung .....	13
Gambar 2 14 Lightning Arrester.....	14
Gambar 2 15 Fuse Cut Out.....	15
Gambar 2 16 Recloser .....	16
Gambar 2 17 Load Break Switch.....	17
Gambar 2 18 Trafo distribusi.....	18
Gambar 3 1 pemeliharaan penghantar.....	36
Gambar 3 3Sebelum Perbaikan Traves .....	36
Gambar 3 4 Perampalan pohon yang mengenai SUTM.....	37
Gambar 3 6 Arrester yang di gunakan PLN .....	38
Gambar 3 7 Pemeliharaan Lightning Arrester .....	39
Gambar 3 8Mengganti Pin Isolator .....	40
Gambar 3 10Setelah pemasangan pin isolator .....	40
Gambar 3 11 Pengecekan kembali pin isolator.....	40



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Dan Obyektif

Listrik bisa dikatakan sebagai salah satu kebutuhan utama bagi penunjang dan pemenuhan kebutuhan hidup umat manusia. Beberapa tantangan besar yang dihadapi dunia pada masa kini antara lain, bagaimana menemukan sumber energi baru, mendapatkan sumber energi yang pada dasarnya tidak akan pernah habis untuk masa mendatang, menyediakan energi dimana saja diperlukan, dan mengubah energi dari satu ke lain bentuk, serta memanfaatkannya tanpa menimbulkan pencemaran yang dapat merusak lingkungan hidup. Dibanding dengan sumber energi lain, listrik merupakan salah satu bentuk energi yang praktis dan sederhana. Listrik juga mudah disalurkan dari jarak yang berjauhan, mudah didistribusikan untuk area yang luas, mudah diubah kedalam bentuk energi lain, dan bersih (ramah lingkungan). Oleh karena itu, manfaat listrik telah dirasakan oleh masyarakat, baik pada kelompok perumahan, sosial, bisnis atau perdagangan industri dan publik.

Kondisi kerja perlengkapan distribusi seperti isolator, konduktor, trafo maupun sambungan pada saluran udara sangat rawan mengalami gangguan dan kerusakan yang ditimbulkan oleh arus beban. Arus beban dapat menimbulkan rugi-rugi dan meningkatkan suhu pada peralatan sistem distribusi sehingga menurunkan tingkat efisiensi dan umur dari peralatan yang ada. Selain adanya arus beban yang mengganggu, kerusakan peralatan distribusi juga dapat ditimbulkan oleh percikan bunga api (flashover) yang muncul karena adanya gangguan antar fasa yang mempengaruhi perlengkapan-perengkapan pada jaringan distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV menjadi panas.

Di PT PLN (Persero) ULP Medan Johor hampir tiap bulannya mengalami gangguan yaitu sebanyak 3 sampai 4 kali. Dan untuk menghindari terjadinya gangguan yang mengakibatkan trip pada jaringan distribusi tersebut diadakanlah suatu kegiatan yang disebut dengan pemeliharaan.

## 1.2 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam kerja praktek ini antara lain sebagai berikut :

1. Mengerti bagaimana proses pemeliharaan yang dilakukan di PT. PLN ULP Medan Johor.
2. Memahami bagaimana Standar Operasional (SOP) yang dilakukan pihak PLN ULP Medan Johor untuk keamanan dalam melakukan pemeliharaan.
3. Membahas seputar peralatan yang digunakan pada jaringan udara 20 kV pada saat melakukan proses pemeliharaan di PLN ULP Medan Johor.

## 1.3 Metodologi

Metode penelitian yang dilakukan penulis dalam penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut :

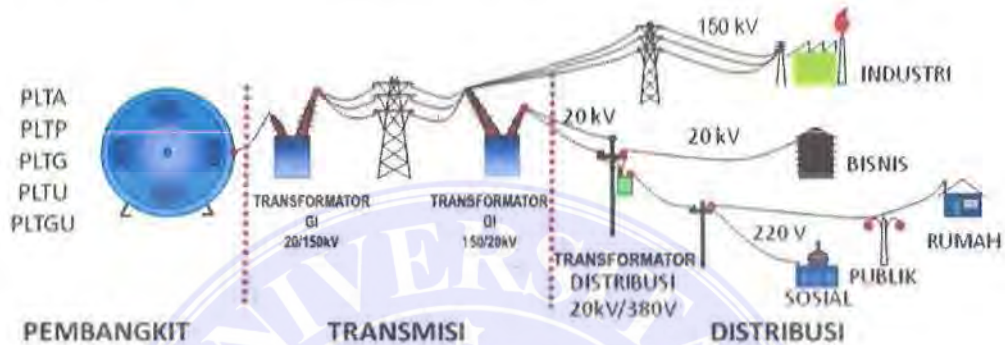
1. Data-data studi yang penulis dapatkan dari sumber tertulis lainnya baik dari dalam perusahaan, e-book, laporan atau jurnal online penulisan yang pernah dibuat maupun dari media internet yang terkait dengan topik penulisan laporan kerja praktek ini.
2. Pengamatan secara langsung yang didampingi oleh pembimbing lapangan di PT. PLN (Persero) ULP Medan Johor.



## BAB II

### STUDI KASUS

#### 2.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik



Gambar 2 1 Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

(sumber: www.academia.edu)

Tenaga Listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan 11 kv sampai 24 kv dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kv, 154 kv, 220 kv atau 500 kv. Kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil keergian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ( $I^2 R$ ) dengan daya yang sama bila nilai tegangan diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula.

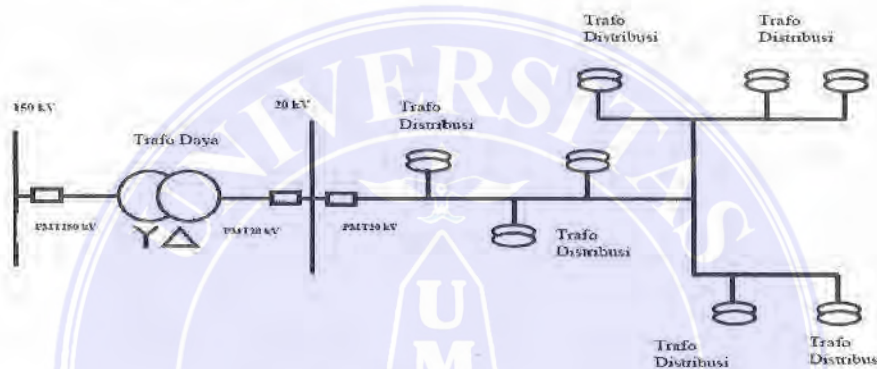
Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kv dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah yaitu 220/380 Volt. Selanjutnya disalurkan oleh distribusi sekunder konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik .



## 2.2 Macam-macam Jaringan Distribusi Primer

### 2.2.1 Jaringan Radial

Merupakan jaringan sistem distribusi primer yang sederhana dan murah biaya investasinya. Pada jaringan ini arus yang paling besar adalah yang paling dekat dengan Gardu Induk. Tipe ini dalam penyaluran energi listrik kurang handal karena bila terjadi gangguan pada penyulang maka akan menyebabkan terjadinya pemadaman pada penyulang tersebut.



Gambar 2.2 Konfigurasi Jaringan Radial

(Sumber: [www.academia.edu](http://www.academia.edu))

Secara Sederhana Sistem Radial Mempunyai Kelebihan dan Kekurangan;

#### Kelebihan

1. Lebih Murah Biaya Investasinya
2. Lebih Sederhana Pengendalian dan Sistemnya

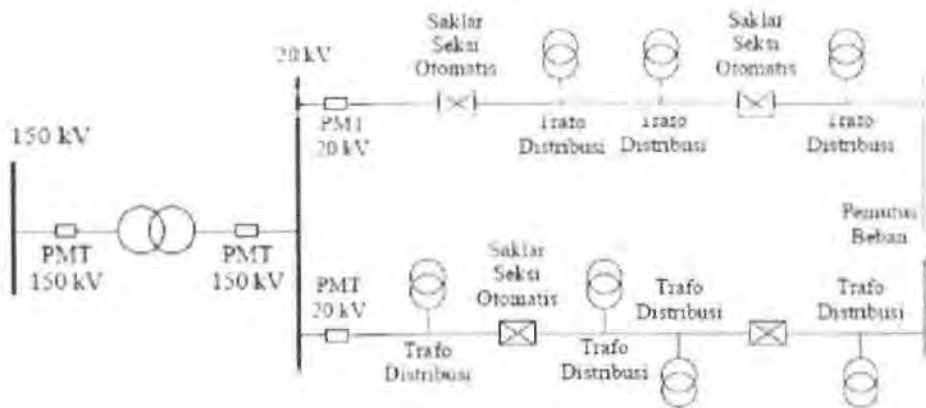
#### Kekurangan

1. Kualitas Listrik Kurang Baik
2. Jika Mengalami gangguan pada satu titik maka titik yang lain tidak akan teraliri listrik

### 2.1.2 Jaringan Distribusi Loop / Ring

Tipe ini merupakan jaringan distribusi primer, gabungan dari dua tipe jaringan radial dimana ujung kedua jaringan dipasang PMT. Pada keadaan normal tipe ini bekerja secara radial dan pada saat terjadi gangguan PMT dapat dioperasikan sehingga gangguan dapat terlokalisir. Tipe ini lebih handal dalam penyaluran tenaga

listrik dibandingkan tipe radial namun biaya investasi lebih mahal.



Gambar 2. 3 Konfigurasi Jaringan Loop  
(sumber: www.academia.edu)

### 2.2.3 Jaringan Distribusi Spindle

Jaringan ini merupakan jaringan distribusi primer gabungan dari struktur radial yang ujung-ujungnya dapat disatukan pada gardu hubung dan terdapat penyulang ekspres. Penyulang ekspres (expressfeeder) ini harus selalu dalam keadaan bertegangan, dan siap terus menerus untuk menjamin bekerjanya system dalam menyalurkan energi listrik ke beban pada saat terjadi gangguan atau pemeliharaan. Dalam keadaan normal tipe ini beroperasi secara radial.



Gambar 2 4 Konfigurasi Jaringan Spindel

(sumber: www.academia.edu)

Keuntungan pola jaringan ini adalah :

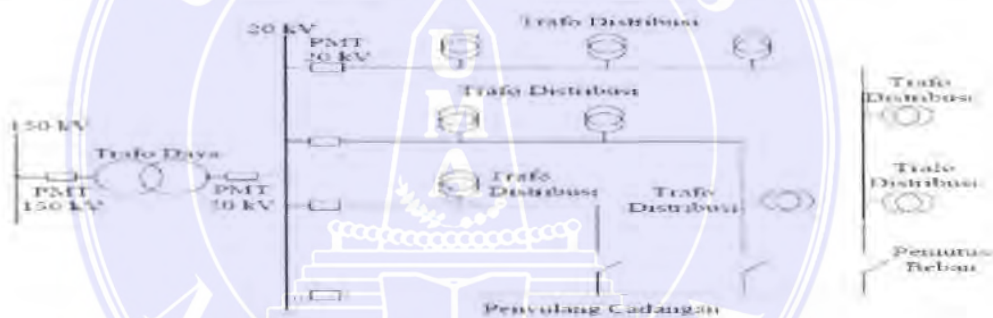
- A. Sederhana dalam hal teknis pengoperasiannya seperti pola radial.
- Kontinuitas pelayanan lebih baik dari pada pola radial maupun loop.



- B. Pengecekan beban masing-masing saluran lebih mudah dibandingkan dengan pola grid.
- C. Penentuan bagian jaringan yang terganggu akan lebih mudah dibandingkan dengan pola grid. Dengan demikian pola proteksinya akan lebih mudah.
- D. Baik untuk dipakai di daerah perkotaan dengan kerapatan beban yang tinggi.

#### 2.2.4 Jaringan Distribusi Kluster

Jaringan Distribusi Kluster ini merupakan hampir mirip dengan sistem spindle. Dalam sistem kluster tersedia satu express feeder yang merupakan feeder atau penyulang tanpa beban yang digunakan sebagai titik manufer beban oleh feeder atau penyulang lain dalam sistem cluster tersebut. Proteksi yang diperlukan untuk sistem ini relatif sama dengan sistem open loop atau sistem spindle.



Gambar 2.5 Konfigurasi Jaringan Kluster

(sumber: [www.academia.edu](http://www.academia.edu))

Dimana penyulang ini berfungsi bila ada gangguan yang terjadi pada salahsatu penyulang konsumen maka penyulang inilah yang menggantikan fungsi suplai ke konsumen

#### 2.3 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Saluran udara tegangan menengah adalah jaringan distribusi yang tergelar dialam bebas, dimana banyak gangguan-gangguan listrik yang dialaminya seperti petir, pohon atau binatang. Untuk ini perlu diperhatikan antara lain :



- a) Sistem pentanahan/pembumian yang terpasang pada tiang SUTM paling tinggi dari lingkungannya. Gunanya bila jaringan kena gelombang petir akan tersalur ke tanah melalui pentanahan tersebut.
- b) Batas ROW (Road Of Wide) dengan pohon atau bangunan (1m)
- c) Arrester dan petanahan nya (tahanan tanah 3 ohm)
- d) Sambungan antar kawat

## 2.4 Komponen-Komponen Saluran Udara Tegangan Menengah

Komponen 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 jaring distribusi Material distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah ( SUTM ), terdiri dari 2 (dua) 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.

Dibawah ini merupakan komponen dari Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

### 2.4.1 Penghantar

1. Penghantar Telanjang AAAC atau (BC : Bare Conductor)

Konduktor dengan bahan utama aluminium (Al) yang di pilin bulat padat, sesuai SPLN 42 -10 : 1986 dan SPLN 74 : 1987

2. Penghantar Berisolasi Setengah AAAC-S

Konduktor dengan bahan utama aluminium ini diisolasi dengan material XLPE (croslink polyethylene langsung), dengan batas tegangan 6 kV dan harus memenuhi SPLN No 43-5-6 tahun 1998



Gambar 2.6 Penghantar SUTM

(Sumber: electriccabel.cc)

#### 2.4.2 Tiang pada SUTM

Tiang listrik adalah salah satu komponen utama dari jaringan listrik tegangan rendah atau tegangan menengah yang menyangga hantaran listrik serta perlengkapannya yang pemakaiannya tergantung keadaan lapangan. Dibawah ini merupakan jenis-jenis tiang listrik berdasarkan kegunaannya :

a) Tiang Kayu

berisikan tentang Tiang Kayu untuk jaringan distribusi, kekuatan, ketinggian dan pengawetan kayu sehingga pada beberapa wilayah perusahaan PT PLN Persero bila suplai kayu memungkinkan, dapat digunakan sebagai tiang penopang penghantar penghantar

SUTM.

b) Tiang besi

Adalah jenis tiang terbuat dari pipa besi yang disambungkan hingga diperoleh kekuatan beban tertentu sesuai kebutuhan. Walaupun lebih mahal, pilihan tiang besi untuk area/wilayah tertentu masih diijinkan karena bobotnya lebih ringan dibandingkan dengan tiang beton. Pilihan utama juga dimungkinkan bilamana total biaya material dan transportasi lebih murah dibandingkan dengan tiang beton akibat diwilayah tersebut belum ada pabrik tiang beton

c) Tiang beton



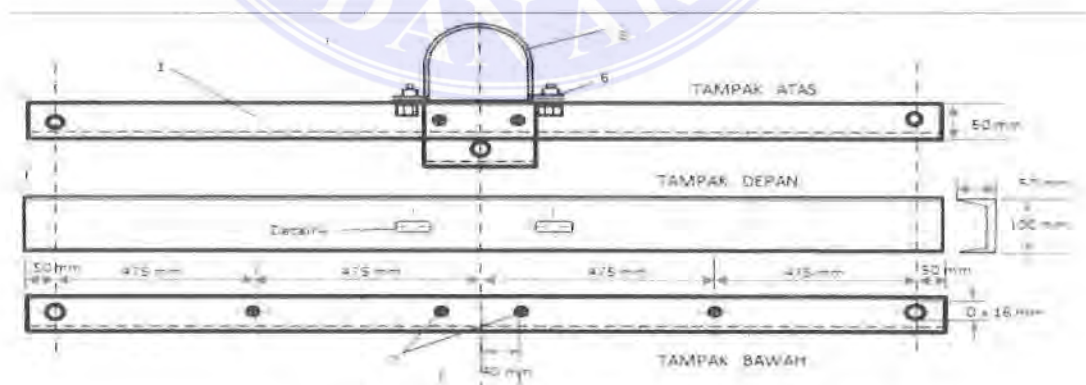
Untuk kekuatan sama, pilihan tiang jenis ini dianjurkan digunakan di seluruh PLN karena lebih murah dibandingkan dengan jenis konstruksi tiang lainnya termasuk terhadap kemungkinan penggunaan konstruksi rangkaian besi profil.

### 2.4.3 Cross Arm

Cross arm dipakai untuk menjaga penghantar dan peralatan yang dipasang diatas tiang. 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 di bor terlebih dahulu untuk membuat lubang-lubang baut.

a. Single support on single pole ( Tipe A1)

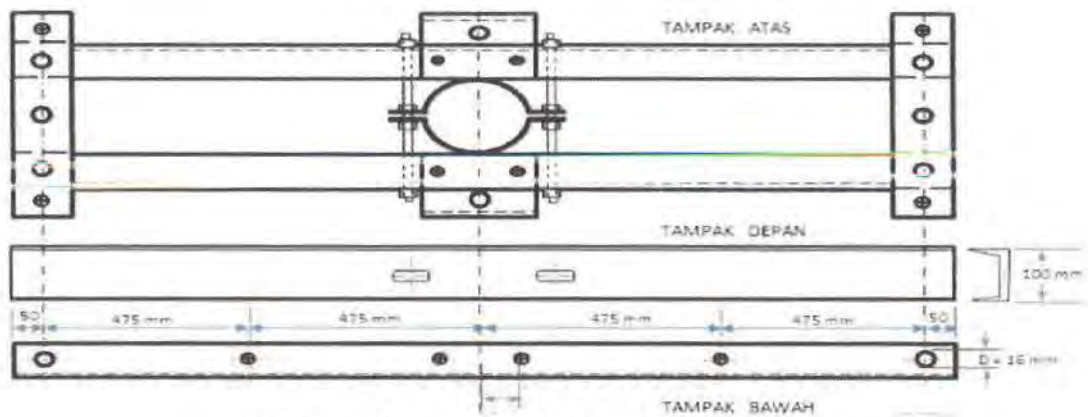
Konstruksi ini digunakan untuk tarikan lurus dengan sudut  $0^{\circ}$ -  $10^{\circ}$ . Menggunakan tiga buah isolator jenis tumpu dan tidak memakai treckschoor



Gambar 2 7 Cross Arm Double support on single pole

(sumber: [www.academia.edu](http://www.academia.edu))





Gambar 2 8 Cross Arm Double Support on Single pole

(Sumber: [www.academia.edu](http://www.academia.edu))

Konstruksi ini digunakan untuk tiang tikungan dengan sudut  $10^{\circ}$  sampai  $30^{\circ}$ . Menggunakan double traves dan double isolator dan satu set track schoor, sesuai gambar 3 dibawah

b. Type A 3 (Double support on single/double pole)



Gambar 2 9 Cross Arm Double Support double pole

(Sumber : [www.academia.edu](http://www.academia.edu))

Konstruksi ini digunakan pada tarikan lurus untuk penegang konduktor, mempunyai double traves. Isolator yang digunakan enam buah jenis suspension insulator dan tiga buah isolator jenis pin insulator



*Gambar 2 10 Cross Arm double support double pole*

(Sumber : [www.academia.edu](http://www.academia.edu))

Konstruksi digunakan untuk tarikan dengan bentangan panjang (100ms/d 200m) menggunakan 3 isolator tumpu dan 6 isolator tarik.

#### **2.4.4 Isolator**

Isolator adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi untuk mengisolasi konduktor atau penghantar. Menurut fungsinya isolator dapat menahan berat dari konduktor / kawat penghantar, mengatur jarak dan sudut antar konduktor serta menahan adanya perubahan pada kawat penghantar akibat temperatur dan angin.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan isolator yang banyak digunakan pada sistem distribusi tenaga listrik adalah isolator dari bahan porselin / keramik dan isolator dari bahan gelas.

Ada beberapa jenis konstruksi isolator dalam sistem distribusi, antara lain :

a) Isolator Gantung



*Gambar 2 11 Isolator Gantung*

(Sumber: penulis)

gandengan isolator gantung pada umumnya dipakai pada saluran transmisi tegangan tinggi. ada dua jenis isolator gantung, yaitu jenis clevis dan jenis ball-and-socket.

b) Isolator Pasak (Pin Isolator)



*Gambar 2 12 Isolator pasak*

(Sumber : [www.academia.edu](http://www.academia.edu))

isolator pasak adalah isolator yang memiliki pasak baja yang disekrup pada bagian bawahnya. Digunakan untuk keperluan sendiri-sendiri, karena kekuatan mekanisnya rendah sehingga tidak dibuat dalam ukuran-ukuran yang besar.



### 2.4.5 Peralatan Hubung (Switching)

Pada percabangan atau pengalokasian pada jaringan SUTM untuk maksud kemudahan operasional harus dipasang Pemutus Beban (Load Break Switch : LBS), selain LBS dapat juga dipasangkan Fused Cut-Out (FCO)



Gambar 2 13 Peralatan Hubung

(Sumber : [www.academia.edu](http://www.academia.edu))

### 2.4.6 Lightning Arrester

Lightning arrester adalah alat proteksi bagi peralatan listrik terhadap tegangan lebih, yang disebabkan oleh petir atau surja hubung (switching surge). Alat ini bersifat sebagai by-pass disekitar isolasi yang membentuk jalan dan mudah dilalui arus kilat ke sistem pentanahan sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih yang tinggi dan tidak merusak isolasi peralatan listrik. By-pass ini harus sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran daya sistem frekuensi 50 Hz. Jadi pada keadaan normal arrester berlaku sebagai isolator, bila timbul tegangan surja alat ini bersifat sebagai konduktor yang tahanannya relatif rendah, sehingga dapat mengalirkan arus yang tinggi ke tanah. Setelah surja hilang, arrester harus dapat dengan cepat kembali menjadi isolasi. Sesuai dengan fungsinya, yaitu arrester melindungi peralatan listrik pada sistem jaringan terhadap tegangan digardu induk besar ada bedanya pada trafo dipasang arrester, untuk menjamin terlindungnya trafo dan peralatan lainnya dari tegangan lebih .



Gambar 2 14 Lightning Arrester

(Sumber : penulis)

### Bagian-bagian dari Lightning Arrester

#### 1. Elektroda

Elektroda - elektroda ini adalah terminal dari arrester yang dihubungkan dengan bagian yang bertegangan di bagian atas, dan elektroda bawah dihubungkan dengan tanah

#### 2. Sela percik

Apabila terjadi tegangan lebih oleh sambaran petir atau surya hubung pada arrester yang terpasang maka pada sela percik akan terjadi loncatan busur api. Yang terjadi tersebut ditiup keluar oleh tekanan gas yang timbulkan oleh tabung fiber yang terbakar

#### 3. Tahanan katup

Tahanan yang dipergunakan dalam arrester ini adalah suatu jenis material yang sifat tahanan dapat berubah bila mendapatkan perubahan tegangan pada gambar

### Prinsip Kerja Lightning Arrester

Arrester petir disingkat arrester, atau sering juga disebut penangkal petir adalah alat pelindung bagi peralatan sistem tenaga listrik terhadap surja petir. Ia berlaku sebagai jalan pintas (by – pass) sekitar isolasi. Arrester membentuk jalan yang mudah dilalui oleh arus kilat atau petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih yang tinggi pada peralatan.

Jalan pintas itu harus sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran arus daya sistem 50 hertz. Jadi pada kerja normal arrester itu

dan bila timbul surja dia berlaku sebagai konduktor, jadi melewatkan aliran arus yang tinggi. Setelah surja hilang, arrester harus dengan cepat kembali menjadi isolator sehingga pemutus daya tidak sempat membuka.

#### 2.4.7 Fuse Cut Out (FCO)

Fuse Cut Out adalah sebuah alat pemutus rangkaian listrik yang berbeban pada jaringan distribusi yang bekerja dengan cara meleburkan bagian dari komponennya (fuse link) yang telah dirancang khusus dan disesuaikan ukurannya untuk itu.



Gambar 2 15 Fuse Cut Out

(Sumber : [www.academia.edu](http://www.academia.edu))

Keterangan :

1. Rangka pemegang CO
2. Terminal (untuk penghantar)
3. Pegangan resin (resin holder)
4. Kontak atas ( moveable)
5. Kontak statis
6. Kait penutup
7. Resin / CO
8. Engsel dari brass
9. Terminal bawah (untuk penghantar)
10. Isolator (porselin)



#### 2.4.8 Recloser

Recloser adalah rangkaian listrik yang terdiri pemutus tenaga yang dilengkapi kotak kontrol elektronik (Electronic Control Box) recloser, yaitu suatu peralatan elektronik sebagai kelengkapan recloser dimana peralatan ini tidak berhubungan dengan tegangan menengah dan pada peralatan ini recloser dapat dikendalikan cara pelepasannya. Dari dalam kotak kontrol inilah pengaturan (setting) recloser dapat ditentukan.



*Gambar 2 16 Recloser*  
(Sumber: penulis)

#### Cara kerja recloser

1. Pada saat terjadi gangguan, arus yang mengalir melalui Recloser sangat besar sehingga menyebabkan kontak Recloser terbuka (trip) dalam operasi cepat (fast trip) Saklar dan Pengaman.
2. Kontak Recloser akan menutup kembali setelah melewati waktu reclose sesuai setting Tujuan memberi selang waktu ini adalah untuk memberikan waktu pada penyebab gangguan agar hilang, terutama gangguan yang bersifat temporer.

3. Jika gangguan bersifat permanen, Recloser akan membuka dan menutup balik sesuai dengan settingnya dan akan lock-out (terkunci).
4. Setelah gangguan dihilangkan oleh petugas, baru Recloser dapat dimasukkan kesistem

#### 2.4.9 Load Break Switch (LBS)

Swich pemutus beban (Load Break Switch, LBS) merupakan saklar atau pemutus arus tiga fase untuk penempatan di luar ruas pada tiang, yang dikendalikan secara elektronis. Switch dengan penempatan di atas tiang ini dioptimalkan melalui control jarak jauh dan skema otomatisasi. Swich pemutus beban juga merupakan sebuah sistem penginterupsi hampa yang terisolasi oleh gas SF<sub>6</sub> dalam sebuah tangki baja anti karat dan disegel.

Sistem kabelnya yang full-insulated dan sistem pemasangan pada tiang yang sederhana yang membuat proses instalasi lebih cepat dengan biaya yang rendah. Sistem pengendalian elektroniknya ditempatkan pada sebuah kotak pengendali yang terbuat dari baja anti karat sehingga dapat digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan. Panel pengendali (user-friendly) dan tahan segala kondisi cuaca. Sistem monitoring dan pengendalian jarak jauh juga dapat ditambahkan tanpa perlu menambahkan Remote Terminal Unit (RTU)



*Gambar 2 17 Load Break Switch*

*(Sumber :oeipower.com)*



#### 2.4.10 Transformator Distribusi

Trafo Distribusi adalah merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Kerusakan pada Trafo Distribusi menyebabkan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen akan terganggu (terjadi pemutusan aliran listrik atau pemadaman). Pemadaman merupakan suatu kerugian yang menyebabkan biaya-biaya pembangkitan akan meningkat tergantung harga KWH yang tidak terjual. Pemilihan rating Trafo Distribusi yang tidak sesuai dengan kebutuhan beban akan menyebabkan efisiensi menjadi kecil, begitu juga penempatan lokasi Trafo Distribusi yang tidak cocok mempengaruhi drop tegangan ujung pada konsumen atau jatuhnya/turunnya tegangan ujung saluran/ konsumen. Transformator atau trafo adalah komponen elektromagnet yang dapat merubah tegangan tinggi ke rendah atau sebaliknya dalam frekuensi sama. Agar dapat berfungsi dengan baik, maka trafo harus dipelihara dan dirawat dengan baik menggunakan sistem dan peralatan yang tepat. Trafo dapat dibedakan berdasarkan tenaganya, trafo 500/150 kv dan 150/70 kv biasa disebut trafo Interbus Transformator (IBT) dan trafo 150/20 kv dan 70/20 kv disebut trafo distribusi. Trafo pada umumnya ditanahkan pada titik netral sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan atau proteksi. Sebagai contoh trafo



*Gambar 2 18 Trafo distribusi*

(Sumber : eaton.com)

150/20 kv ditanahkan secara langsung di sisi netral 150 kv dan trafo 70/20 kv ditanahkan dengan tahanan rendah atau tahanan tinggi atau langsung di sisi netral 20 kv. Transformator distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan transmisi



menengah 20kv ketegangan distribusi 220/380V sehingga peralatannya adalah unit trafo( 3 phase).

## 2.6 Gangguan pada jaringan SUTM

Pada dasarnya gangguan yang sering terjadi pada sistem distribusi saluran 20 kv dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem. Gangguan yang berasal dari luar sistem disebabkan oleh sentuhan daun/pohon pada penghantar, sambaran petir, manusia, binatang, cuaca dan lain-lain. Sedangkan gangguan yang datang dari dalam sistem dapat berupa kegagalan dari fungsi peralatan jaringan, kerusakan dari peralatan jaringan, kerusakan dari peralatan pemutus beban dan kesalahan pada alat pendeteksi.

2.6.1 Klasifikasi gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi adalah :

- a. Dari jenis gangguannya
  1. Gangguan dua fasa atau tiga fasa melalui hubungan tanah
  2. Gangguan fasa ke fasa
  3. Gangguan dua fasa ke tanah
  4. Gangguan satu fasa ke tanah atau gangguan tanah
- b. Dari lamanya gangguan
  - a. Gangguan yang bersifat temporer

Gangguan yang bersifat temporer ini apabila terjadi gangguan, maka gangguan tersebut tidak akan lama dan dapat normal kembali. Gangguan ini dapat hilang dengan sendirinya atau dengan memutus sesaat bagian yang terganggu dari sumber tegangannya. Kemudian disusul dengan penutupan kembali peralatan hubungannya. gangguan temporer sering terjadi dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan dan akhirnya menimbulkan gangguan yang bersifat permanen. Salah satu contoh gangguan yang bersifat temporer adalah gangguan akibat sentuhan pohon yang tumbuh disekitar jaringan, akibat binatang seperti burung kelelawar, ular dan layangan. Gangguan ini dapat hilang dengan sendirinya yang disusul dengan penutupan kembali peralatan hubungannya. Apabila gangguan

temporer sering terjadi maka hal tersebut akan menimbulkan kerusakan pada peralatan dan akhirnya menimbulkan gangguan yang bersifat permanen.

b. Gangguan yang bersifat permanen

Gangguan permanen tidak akan dapat hilang sebelum penyebab gangguan dihilangkan terlebih dahulu. Gangguan yang bersifat permanen dapat disebabkan oleh kerusakan peralatan, sehingga gangguan ini baru hilang setelah kerusakan ini diperbaiki atau karena ada sesuatu yang mengganggu secara permanen. Untuk membebaskannya diperlukan tindakan perbaikan atau menyingkirkan penyebab gangguan tersebut. Terjadinya gangguan ditandai dengan jatuhnya pemutus tenaga, untuk mengatasinya operator memasukkan tenaga secara manual. Contoh gangguan ini yaitu adanya kawat yang putus, terjadinya gangguan hubung singkat, dahan yang menimpa kawat fasa dari saluran udara, adanya kawat yang putus, dan terjadinya gangguan hubung singkat.

## 2.6.2 Penyebab Gangguan

Gangguan biasanya diakibatkan oleh kegagalan isolasi di antara penghantar fasa atau antara penghantar fasa dengan tanah. Secara nyata kegagalan isolasi dapat menghasilkan beberapa efek pada sistem yaitu menghasilkan arus yang cukup besar, atau mengakibatkan adanya impedansi diantara konduktor fasa atau antara penghantar fasa dan tanah. Secara umum gangguan dibedakan pada dua kondisi tegangan saat terjadinya gangguan, yaitu gangguan terjadi pada tegangan normal dan gangguan terjadi pada tegangan lebih.

### 1. Gangguan Terjadi Pada Kondisi Tegangan Normal

Gangguan pada kondisi tegangan normal terjadi dikarenakan pemerosotan dari isolasi dan kejadian-kejadian tak terduga dari benda asing. Pemerosotan isolasi dapat terjadi karena polusi dan penuaan. Saat ini batas ketahanan isolasi tertinggi (high insulation level) sekitar 3-5 kali nilai tegangan nominalnya. Tapi dengan adanya pengotoran (pollution) pada isolator yang biasanya disebabkan oleh penumpukan jelaga (soot) atau debu (dust) pada daerah industri dan penumpukan garam (salt) karena angin yang mengandung uap garam



menyebabkan kekuatan isolasi akan menurun. Hal inilah yang menyebabkan penurunan resistansi dari isolator dan menyebabkan kebocoran arus. Kebocoran arus yang kecil ini mempercepat kerusakan isolator. Selain itu pemuaian dan penyusutan yang berulang ulang dapat juga menyebabkan kemerosotan resistansi dari isolator

## 2. Gangguan Terjadi Pada Kondisi Tegangan Lebih

Gangguan pada kondisi tegangan lebih salah satunya disebabkan sambaran petir yang tidak cukup teramankan oleh alat-alat pengaman petir. Petir menghasilkan surja tegangan yang sangat tinggi pada sistem tenaga listrik, besarnya tegangan dapat mencapai jutaan volt dan ini tidak dapat ditahan oleh isolasi. Surja ini berjalan secepat kilat pada jaringan listrik, faktor yang membatasinya adalah impedansi dan resistansi dari saluran. Untuk mengatasi surja petir ini sehingga tidak mengakibatkan kerusakan pada isolasi dan peralatan sistem tenaga lainnya, diperlukan suatu peralatan proteksi khusus untuk dapat mengatasi surja petir ini

## 3. Gangguan hubung singkat

- a. Gangguan hubung singkat dapat terjadi antar fase (3 fase atau 2 fase) atau 1 fase ketanah dan sifatnya bisa temporer atau permanen
- b. Gangguan permanen : Hubung singkat pada kabel, belitan trafo, generator, (tembusnya isolasi)
- c. Gangguan temporer : Flashover karena sambaran petir, flashover dengan pohon, tertiuip angi

## 4. Gangguan beban lebih



Gangguan beban lebih terjadi karena pembebanan sistem distribusi yang melebihi kapasitas sistem terpasang. Gangguan ini sebenarnya bukan gangguan murni, tetapi bila dibiarkan terus- menerus berlangsung dapat merusak peralatan. Beban lebih adalah sejumlah arus yang mengalir yang lebih besar dari arus nominal. Hal ini terjadi karena penggunaan daya listrik oleh konsumen melampaui kapasitas nominal mesin. Hal ini tidaklah segera merusak perlengkapan listrik tetapi mengurangi umur peralatan listrik. Untuk waktu yang singkat arus lebih tidaklah membawa akibat yang jelek terhadap perlengkapan listrik, umpamanya pada waktu menjalankan motor-motor, arus mulanya cukup besar dalam waktu yang singkat tetapi tidak banyak berpengaruh terhadap peralatan listrik.

#### 5. Gangguan tegangan lebih

Gangguan tegangan lebih termasuk gangguan yang sering terjadi pada saluran distribusi. Berdasarkan penyebabnya maka gangguan tegangan lebih ini dapat dikelompokkan atas 2 hal:

- a. Tegangan lebih power frekwensi. Pada sistem distribusi hal ini biasanya disebabkan oleh kesalahan pada AVR atau pengatur tap pada trafo distribusi.
- b. Tegangan lebih surja Gangguan ini biasanya disebabkan oleh surja hubung atau surja petir. Dari ketiga jenis gangguan tersebut, gangguan yang lebih sering terjadi dan berdampak sangat besar bagi sistem distribusi adalah gangguan hubung singkat. Sehingga istilah gangguan pada sistem distribusi lazim mengacu kepada gangguan hubung singkat dan peralatan proteksi yang dipasang cenderung mengatasi gangguan hubung singkat ini

## 2.7 Pemeliharaan

### 2.7.1 Pengertian Pemeliharaan

Pemeliharaan adalah kegiatan yang meliputi rangkaian tahapan kerja mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pengendalian dan evaluasi pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal (schedule) ataupun tanpa jadwal.

### 2.7.2 Tujuan Pemeliharaan

Dengan dasar Surat Edaran Direksi PT.PLN (Persero) Nomor 040.E/152/DIR/1999 maksud diadakannya kegiatan pemeliharaan jaringan distribusi, tujuan utama dari pelaksanaan pemeliharaan distribusi adalah untuk :

1. Menjaga agar peralatan/komponen dapat dioperasikan secara optimal berdasarkan spesifikasinya sehingga sesuai dengan umur ekonomisnya.
2. Menjamin bahwa jaringan tetap berfungsi dengan baik untuk menyalurkan energi listrik dari pusat listrik sampai ke sisi pelanggan.
3. Menjamin bahwa energi listrik yang diterima pelanggan selalu berada dalam tingkat keandalan dan mutu yang baik.
4. Mendapatkan jaminan bahwa system/peralatan distribusi aman baik bagi personil maupun bagi masyarakat umum.
5. Untuk mendapatkan efektivitas yang maksimum dengan memperkecil waktu tak jalan peralatan sehingga ongkos operasi yang menyertai diperkecil
6. Menjaga kondisi peralatan atau sistem dengan baik, sehingga kualitas produksi atau kualitas kerja dapat dipertahankan.
7. Mempertahankan nilai atau harga diri peralatan atau system, dengan mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan.
8. Untuk menjamin keselamatan bagi karyawan yang sedang bekerja dan seluruh peralatan dari kemungkinan adanya bahaya akibat kerusakan dan kegagalan suatu alat.



9. Untuk mempertahankan seluruh peralatan dengan efisiensi yang maximum.
10. Dan tujuan akhirnya yaitu untuk mendapatkan suatu kombinasi yang ekonomis antar berbagai factor biaya dengan hasil kerja yang optimum.

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 berikut :

- A. a.sistem harus direncanakan dengan baik dan benar memakai bahan / peralatan yang berkualitas baik sesuai standar yang berlaku
- B. b.sistem distribusi yang baru dibangun harus dipeiksa secara teliti, apabila terdapat kerusakan kecil segera diperbaiki pada saat itu juga
- C. c.staf/ 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 / 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 pekerjaan pemeliharaan berikutnya

## 2.8 Jenis-Jenis Pemeliharaan

### 2.8.1 Berdasarkan waktu pelaksanaanya :

- a. Pemeliharaan terencana (planned maintenance) : preventif dan korektif
- b. Pemeliharaan tidak direncanakan (unplanned maintenance)

### 2.8.2 Berdasarkan metodenya

- a. Pemeliharaan berdasarkan waktu ( time base maintenance)



- b. Pemeliharaan berdasarkan kondisi (on condition base maintenance)
- c. Pemeliharaan darurat / khusus ( break down maintenance) Bila dilihat dari macam – macam pemeliharaan tersebut digabungkan, maka pemeliharaan dibedakan menjadi :

- a. pemeliharaan rutin

merupakan pemeliharaan yang terencana berdasarkan waktu yang terjadwal

- b. Pemeliharaan Korektif

Merupakan pemeliharaan yang terencana dikarenakan faktor waktu dimana peralatan memerlukan perbaikan atau pemeliharaan yang tidak terencana tetapi berdasarkan kondisi Peralatan yang menunjukkan gejala kerusakan ataupun sudah terjadi kerusakan

- c. Pemeliharaan darurat

Merupakan pemeliharaan karena keadaan yang darurat tanpa diketahui gejala kerusakan sebelumnya

- 1. 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 :

- a. Pemeriksaan / inspeksi rutin
- b. Pemeliharaan rutin
- c. Pemeriksaan prediktif
- d. Perbaikan / penggantian peralatan

- e. Perubahan / penyempurnaan jaringan

Contoh pemeriksaan rutin :

- a. Inspeksi gardu distribusi : memeriksa dan melaporkan keadaan instalasi gardu distribusi ; sipil, ruang gardu, kubikel trafo, PHB-TR, terminasi kabel, sepatu kabel.
- b. Pemeriksaan instalasi dengan infrared / thermo vision
- c. Pemeriksaan partial discharge pada terminal kabel 20 kv di kubikel
- d. Test trip pada PMT kubikel pengaman beban
- e. Pemeriksaan kondisi FCO
- f. Pemeriksaan sistem pembumian
- g. Pengukuran tahanan isolasi, tahanan kontak dan keserempakan pada kubikel
- h. Pemeriksaan suhu trafo, kabel, fuse TR
- i. Pengukuran tegangan ujung pada JTR
- j. Pengukuran beban jurusan PHB-TR

Contoh pemeliharaan rutin :

- a. Pengecatan tiang pada gardu portal
  - b. Pengencangan pengikatan mur baut pengikat sepatu kabel dengan terminal trafo, kubikel dan busbar kubikel
  - c. Pengecatan gardu sipil
  - d. Revisi instalasi gardu distriibusi
2. Pemeliharaan korektif

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

Contoh perbaikan kerusakan :

- a. Penggantian fuse-link pada FCO
  - b. Penggantian NH-Fuse yang putus
  - c. Penggantian terminasi kabel incoming, outgoing
  - d. Penggantian terminasi kabel trafo
  - e. Penggantian trafo
  - f. Perbaikan trafo
  - g. Perbaikan PHB-TR
  - h. Penggantian bushing trafo distribusi yang pecah
3. Pemeliharaan darurat

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

Contoh pemeliharaan darurat :

- a. Perbaikan / penggantian instalasi gardu yang rusak akibat kebakaran
- b. Perbaikan / penggantian instalasi gardu yang rusak akibat banjir
- c. Perbaikan / penggantian instalasi gardu yang rusak akibat huru-hara



## 2.8 Jadwal Pemeliharaan

Pemeliharaan rutin / 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 perlu direncanakan 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 triwulanan
- d. Pemeliharaan semesteran
- e. Pemeliharaan tahunan

Karena volume fisik dari haringan distribusi ini cukup banyak maka dalam pelaksanaannya perlu diatur waktunya disesuaikan dengan kemampuan yang ada.

## 2.9 Standing Operation Procedure (SOP)

Standing operation procedure adalah suatu bentuk ketentuan tertulis berisi prosedur atau langkah-langkah kerja yang dipergunakan untuk melaksanakan suatu kegiatan. Dalam bahasa Indonesia SOP disebut dengan Prosedur Tetap dan disingkat Protap.

SOP Pemeliharaan distribusi berarti ketentuan tentang prosedur / langkah-langkah kerja untuk memelihara distribusi pada Gardu Induk, Gardu Hubung dan Gardu Distribusi.

### **2.9.1 Tujuan standing operation procedure**

Pemeliharaan distribusi berarti melakukan pemeriksaan atau perbaikan yang menyebabkan perlunya pemadaman listrik atau tidak. Pada saat pelaksanaan pemeliharaan dengan pemadaman berarti memerlukan koordinasi dengan pihak operasi agar tidak sampai terjadi gangguan atau kecelakaan kerja pada saat pembukaan alat hubung yang akan dipelihara maupun penormalannya kembali.

Hasil dari pemeliharaan adalah berupa kondisi / unjuk kerja peralatan harus memenuhi ketentuannya, yaitu aman dioperasikan kembali, maka untuk itu perlu diatur cara melakukan pemeliharaan, peralatan untuk mengukur kondisi peralatan kubikel, perkakas kerja yang digunakan pada waktu pemeliharaan.

Penyimpangan dari ketentuan berarti hasil pemeliharaan tidak sesuai dengan ketentuan dan dampaknya akan menyebabkan permasalahan dalam pengoperasian bahkan dapat terjadi kecelakaan kerja.

Untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan dalam pekerjaan maka dibuatlah SOP yang berisi prosedur langkah-langkah yang tertata guna melaksanakan kegiatan.

### **2.9.2 Komponen dalam SOP**

Beberapa komponen penting yang tertulis pada SOP Pemeliharaan distribusi antara lain:

a) Pihak yang terkait

Yaitu pihak-pihak yang berkepentingan dan terkena dampak akibat pemeliharaan 20 kV. Keterkaitan ini dilakukan dalam bentuk komunikasi yang dilakukan dapat berupa tertulis/surat ataupun komunikasi langsung/lisan bertujuan agar semua pihak berkoordinasi dapat mengantisipasi terjadinya kondisi kurang aman atau mencegah kerusakan material akibat dipeliharanya kubikel.



Dalam berkomunikasi baik lisan maupun tertulis dibuat berupa format yang standar untuk mencegah kesalahan persepsi dari pihak-pihak yang terkait. Waktu berkomunikasi/berkoordinasi yang digunakan selalu pada batas standar agar dalam mengambil keputusan tidak berlarut-larut.

Di Operasional Distribusi pengaturan tentang berkomunikasi ini dibuat menjadi SOP Komunikasi.

Pihak yang terkait pada pemeliharaan Distribusi antara lain, Pengatur Distribusi/Piket Pengatur, pihak operasi dan Konsumen. Berkoordinasi dengan pihak adalah untuk mengetahui dan memastikan bahwa instalasi yang akan dipelihara dan dipadamkan sudah diantisipasi akibat pemadamannya. Berkoordinasi dengan Pengatur Distribusi/Piket Pengatur adalah agar keadaan jaringan dipastikan siap dipadamkan atau dibebani dan aman dari adanya kecelakaan kerja bagi personil di lokasi pemeliharaan dimaksud maupun di luar lokasi yang berhubungan dengan jaringan yang akan dipelihara. Sedangkan berkoordinasi dengan Konsumen bertujuan agar konsumen tahu akan adanya listrik pemadaman listrik di tempatnya.

b) **Perlengkapan Kerja**

Perlengkapan kerja untuk meleksanakan pemeliharaan dengan baik dan aman harus dipenuhi spesifikasi dan jumlahnya. Memaksakan bekerja dengan peralatan seadanya berarti mengabaikan adanya resiko bahaya kecelakaan dan kerusakan yang bakal terjadi. Pemeriksaan terhadap jumlah dan kondisi perlengkapan kerja harus dilakukan secara rutin agar selalu siap kapanpun digunakan.

Yang dimaksud dengan perlengkapan kerja adalah sebagai berikut :

- 1) Perkakas kerja
- 2) Alat bantu kerja
- 3) Alat Ukur
- 4) Material/bahan
- 5) Alat Pelindung Diri (APD) atau Alat K3
- 6) Berkas Dokumen Instalasi Distribusi yang akan dioperasikan
- 7) Lembaran Format berupa Check-List Pelaksanaan dan Pelaporan.



c) **Prosedur Komunikasi**

Berisi tentang urutan berkomunikasi dengan pihak yang terkait dengan dari mulai persiapan pemeliharaan, saat pemeliharaan sampai pelaporan pekerjaan.

Peralatan yang digunakan untuk berkomunikasi dapat berupa telepon atau handy-talky (HT) dengan menggunakan bahasa yang sudah distandarkan. Penyimpangan terhadap ketentuan berkomunikasi dapat menyebabkan terjadinya gangguan operasi bahkan kecelakaan kerja.

d) **Prosedur Langkah-langkah Kerja**

Berisi tentang urutan dalam melaksanakan pekerjaan di lokasi pengoperasian, mulai dari persiapan pekerjaan, pelaksanaan pekerjaan, pemeriksaan pekerjaan sampai pelaporan pekerjaan.

Setiap langkah dilaksanakan secara berurutan sesuai tertulis di SOP. Penyimpangan terhadap langkah-langkah tersebut dapat menyebabkan kegagalan pemeliharaan bahkan dapat terjadi kecelakaan kerja.

Hasil Pemeliharaan harus dilaporkan ke Pengatur Distribusi/Piket Pengatur dan melaporkan secara lisan guna memutuskan dioperasikannya kembali dan melaporkan secara tertulis setelah pelaksanaan dilokasi selesai.

### BAB III

#### PENGUMPULAN DATA

Pemeliharaan adalah suatu usaha atau kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan atau menjaga kondisi sistem dalam keadaan baik ataupun normal. Baik selama beroperasi maupun tidak sedang dioperasikan. Pada dasarnya tidak ada suatu sistem yang benar-benar free maintenance. Jadi setiap sistem memerlukan pemeliharaan. Adapun Jenis pemeliharaan yang dilakukan di PLN ULP Medan johor adalah :

1. Korektif Pemeliharaan korektif adalah pekerjaan pemeliharaan dengan maksud untuk memperbaiki kerusakan yaitu suatu usaha untuk memperbaiki kerusakan hingga kembali kepada kondisi/kapasitas semula
2. Preventif, yakni mengacu pada penggantian komponen sesuai perkiraan waktu umur,

#### 3.1 Peralatan pada pemeliharaan

Peralatan bukan saja menjadi kebutuhan alat bantu tetapi juga menjadi alat bantu pada setiap pekerjaan salah satu nya juga berfungsi sebagai alat bantu pada pemeliharaan jaringan saluran utama tegangan menengah (SUTM) .ada beberapa alat jenis peralatan pada saat melakukan pemeliharaan jaringan :

##### 1. CALMET TE 30



Gambar 3 1 calmet TE 30

Calmet TE 30 adalah peralatan yang berfungsi mengukur kaliberasi tegangan pada saat melakukan pemeliharaan dan nilai tegangan nya akan langsung muncul pada layar.



## 2. MOTOR OVERLOAD RELAY DAN CIRCUIT BREAKER TEST



Gambar 3 2Motor over load relay dan circuit breaker

Motor over load relay dan circuit breaker test berfungsi untuk mengukur crenct injeksi pada saat melakukan pemeliharaan

## 3. Stick AUTM



Gambar 3 3stick autm

Berfungsi sebagai inconeck FCO dan LBS /motorise . pada saat melakukan pemeliharaan

## 4. Tangga



Gambar 3 4 tangga

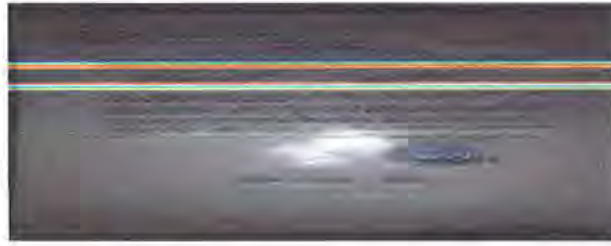
Berfungsi sebagai alat mempermudah dalam melakukan pemeliharaan jika tiang pada SUTM sangat banyak penghalan contoh kabel

### 3.2 sandart operasiol (sop)

SOP adalah suatu pedoman atau acuan untuk melaksanakan tugas pekejaan sesuai dengan fungsi dan alat penilaian kinerja bagi instansi pemerintah maupun non-pemerintah, usaha maupun non-usaha, berdasarkan indikator-indikator teknis,



administratif, dan prosedural sesuai tata kerja, prosedur kerja dan sistem kerja pada unit kerja yang bersangkutan.



*Gambar 3 5 Standar Oprasional*

Selain nama-nama pelaku atau pekerja di dalam surat standart oprasional juga ada bagian lain, yaitu:

1. peralatan yang di gunakan.
2. hal-hal apa saja yang di lakukan petugas dalam melakukan pemeliharaan.
3. waktu atau jam oprasional pekerja pemeliharaan.

### **3.3 Pemeliharaan Kabel SUTM**

Pada saat melakukan pemeliharaan pada kabel jaringan sering di jumpain bahayanya bermain dengan terlalu dekat pada kabel jaringan terutama bagi adek-adek yang berlibur saat pandemi saat ini.

- a. Sosialisasi di daerah potensi bermain layangan yang tinggi untuk menghindari bermain layangan di dekat jaringan PLN
- b. Pemasangan/penyebaran spanduk mengenai bahaya bermain layangan di dekat jaringan PLN Berkordinasi dengan kepala desa setempat untuk menjadikan perhatian khusus terhadap penggunaan layangan yang tidak sewajarnya (dari segi dimensi dan bahan benang yang digunakan).
- c. Melaksanakan patroli gabungan dengan pihak kepolisian bila terdapat daerah khusus yang rawan menyebabkan potensi gangguan
- d. Mensosialisasikan langsung kepada pengguna dan produsen layangan mengenai kerugian yang akan timbul bila bermain layangan tidak pada tempatnya serta penggunaan bahan layangan yang tidak seharusnya Secara rutin .

### 3.4 Pemeliharaan Penghantar

Penyebab dari penyulang mengalami trip adalah karena kendornya kabel antara kabel andongan dan kabel SUTM. Sebagai alat penyalur tenaga listrik, penghantar harus terpasang dengan baik yaitu tidak menyebabkan kerugian listrik yang besar serta aman terhadap peralatan dan orang dari bahaya akibat listrik (tegangan menengah). Oleh karena itu, maka pelaksanaan pemeliharaan di ULP Medan Johor untuk pemeliharaan penghantar adalah :

- A. Jarak aman
- B. Andongan kawat / lendutan
- C. Kondisi fisik
- D. Jumper / joint
- E. Pengikat penghantar pada isolator / klem.

Bagan lendutan (SAG) menurut Tegangan tarik (Tension) dan Rentangan (SPAN) sebenarnya.

Andongan harus disesuaikan dengan standard kuat tarik hantaran, jarak antar hantaran, lebar bentangan antar tiang. Andongan harus senantiasa dijaga agar tidak terlalu kencang maupun terlalu kendur. Karena jika terlalu kencang dapat mengakibatkan tarikan hantaran mempengaruhi impedansi/ daya hantar akibat pemuluran pada saat penghantar panas oleh beban listrik pelanggan. Dan jika terlalu kendur antar penghantar dapat berhimpit/ hubung singkat karena angin/ benang layangan.





Gambar 3 6 pemeliharaan penghantar

### 3.5 Perbaikan Travers Saluran Udara Tegangan Menengah

Travers adalah adalah bagian dari saluran udara tegangan menengah (SUTM) yang digunakan untuk tempat isolator untuk memisahkan fasa dengan jarak yang telah ditentukan. Pada kegiatan ini travers SUTM mengalami kemiringan. Kemiringan pada SUTM dapat menyebabkan gangguan short circuit antar fasa. Kemiringan ini disebabkan oleh baut penyangga travers mengalami kebengkokan. Sehingga pada kegiatan ini dilakukan penggantian baut agar travers lurus kembali.



Gambar 3 8 Sesudah Perbaikan Traves



Gambar 3 7 Sebelum Perbaikan Traves

### 3.6 Perampalan Pohon

Salah satu yang harus di lakukan 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 bagian ranting atau cabang pohon tersebut untuk mencapai jarak aman yaitu 2 m dari saluran udara tegangan menengah. Inspeksi dari 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 terlebih lagi pada saat melakukan pemeliharaan lainnya



*Gambar 3 9 Perampalan pohon yang mengenai SUTM*





*Gambar 3 10 Perampalan pohon yang mengenai SUTM*

### **3.7 Pemeliharaan Lightning Arrester**

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



*Gambar 3 11 Arrester yang di gunakan PLN*



*Gambar 3 12 Pemeliharaan Lightning Arrester*

Pada keadaan normal arrester berlaku sebagai isolator, bila timbul gangguan surja, alat ini berfungsi sebagai konduktor yang tahanannya relative rendah agar dapat mengalirkan arus yang tinggi ke tanah. Setelah surja hilang, arrester dengan cepat kembali menjadi isolasi. Besaran-besaran yang perlu dipertimbangkan dalam pemeliharaan arrester :

1. Rumah isolator , periksa rumah isolator secara visual apakah ada keretakan.
2. Tahanan pentanahan , Ukur tahanan pentanahan dari arrester apakah masih memenuhi persyaratan.
3. Pengukuran tahanan antara elektroda dengan elektroda apakah masih memenuhi persyaratan .

### **3.8 Penggantian pin isolator yang terkena flashover**

Isolator merupakan salah satu peralatan yang sangat penting dalam sistem penyaluran energi listrik. Karena pentingnya isolator dalam sistem penyaluran energi 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 flashover. Tegangan flashover 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 flashover di antaranya yaitu karena pengotoran permukaan isolator, surja hubung, dan surja petir. Pada kasus pengotoran permukaan isolator, umumnya disebabkan karena adanya bahan yang menempel pada permukaan isolator seperti bahan debu, abu terbang, pasir.



*Gambar 3 13Mengganti Pin Isolator*

*Gambar 3 15Setelah pemasangan pin isolator*



*Gambar 3 16 Pengecekan kembali pin isolator*

Dengan digantinya pin isolator yang baru akan mengoptimalkan kerja dari suatu jaringan tersebut. Maka pemeliharaan yang dilakukan pada kasus tersebut adalah pemeliharaan preventif atau biasa disebut pemeliharaan rutin yang berarti pemeliharaan terencana berdasarkan faktor waktu yang terjadwal yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan yang lebih parah dan untuk mempertahankan kerja jaringan agar tetap beroperasi dengan keandalan dan efisiensi yang tinggidengan pemeliharaan yang mengacu pada penggantian

komponen baru (pin isolator). Biasanya pemeliharaan yang dilakukan untuk penggantian pin isolator di PT PLN (Persero) ULP Medan Selatan dilakukan seminggu sekali di penyulang yang berbeda – beda tergantung dari hasil inspeksi jaringan yang dilakukan oleh tim teknik sebelum dilakukannya pemeliharaan.





## BAB IV

### ANALISIS

#### 4.1 Pemeliharaan Kabel SUTM

Salah satu penyebab gangguan di PLN ULP Medan Johor khususnya pada penyulang yang lumayan sering terjadi di kabel SUTM adalah layang-layang. Daerah yang mayoritas pada beberapa daerah warganya yang gemar melakukan kegiatan bermain layang-layang maka kemungkinan Jaringan Tegangan

Menengah dihinggapi sampah berupa kerangka layangan serta benang pun semakin besar. Untuk layangan dengan dimensi yang besar serta menggunakan bahan berupa benang yang dapat menghantarkan aliran listrik, bila mengenai jaringan PLN 20 kv bisa mengakibatkan gangguan pada penyulang tersebut. Sedangkan untuk layang-layang biasa pun tetap berpotensi menyebabkan terjadinya gangguan penyulang dimana pada saat kondisi hujan maka sampah berupa kerangka layangan atau benang tersebut dapat membuat trip fasa atau antara fasa dan ground.

#### 4.2 Pemeliharaan Penghantar

Pada saat melakukan pemeliharaan yaitu memperhatikan andongan kawat / lendutan yang ada jaringan distribusi untuk menggasih jarak aman terhadap rumah , gedung perkantoran , maupun ruko untuk mengantisipasi andongan tetap berada di jarak aman.

No	Uraian/Objek	Jarak Aman
1.	Terhadap permukaan jalan	$\geq 6$ meter
2.	Pohon	$\geq 2,5$ meter
3.	Atap rumah/bangunan	$\geq 2,5$ meter
4.	Antena TV/radio	$\geq 2,5$ meter
6.	Antara TM-TM	$\geq 1$ meter
7.	Antara TM-TR	$\geq 1$ meter

#### **4.3 Perbaikan Travers Saluran Udara Tegangan Menengah**

Pada saat melakukan pemeliharaan travers yaitu juga memperbaiki tiang penyangga atau braket pada tiang listrik yang biasa di sebut dengan Traves bertujuan agar tidak miring tetap menjaga lendutan dari tiang satu ke tiang yang lain dan tidak miring pada saat hujan angin sehingga terhindar dari short cut atau hubungan pasha ke pasha .

#### **4.4 Perampalan Pohon**

Pada saat melakukan pemeliharaan perampalan pohon yaitu bertujuan agar pepohonan yang berada di pinggir jalan tidak mengenai jaringan saluran udara 20 kv yang pada saat hujan berlangsung dapat menyebabkan hubungan 1 pahasa ke tanah , dan dapat juga terjadi pada saat hujan angin pepohonan yang tinggi dapat menimpa kabel jaringan sehingga dapat mengakibatkan putus , sehingga pada penyaluran listrik 20 kv bisa terganggu.

#### **4.5 Pemeliharaan Lightning Arrester**

Pada saat melakukan pemeliharaan lightning arrester bertujuan agar untuk meredakan surja sehingga jika terjadi surja akan langsung di lepas ke tanah sehingga lightning arrester dapat kembali berkerja dengan semula sebelum terjadi nya beban lebih kembali untuk menghidari trabel short.

#### **4.6 Penggantian pin isolator yang terkena flashover**

Pada saat melakukan pemeliharaan penggantian islator yang terkena flashover / sambaran petir dan pemeliharaan ini bertujuan untuk menjaga isolator dari debu yang menyebab kan isolator dapat retak sehingga mengurangi optimal pada isolator tersebut.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil kerja praktek yang saya lakukan yaitu:

1. pada saat melakukan kerja praktek bukan hanya mengetahui cara kerja atau standar operasional (SOP) yang di gunakan pihak PLN ULP Johor tetapi mengegetahui bagaimana ke disiplin yang di terapkan agar sesuatu yang di capai atau inginkan bisa di dapat.
2. pada saat melakukan kerja praktek mengetahui peralatan apa saja yang di gunakan pihak PLN ULP Johor dalam melakukan pemeliharaan SUTM.
3. pada saat melakukan kerja praktek yang di bantu dengan pengawas juga mengetahui bagaimana cara yang di lakukan pihak PLN ULP Johor untuk melakukan pemeliharaan pada jaringan SUTM.

#### 5.2 Saran

1. Pemeliharaan pada jaringan distribusi bukanlah pekerjaan yang tanpa resiko selain berpotensi terkena aliran listrik tetapi juga berpotensi terjatuh pada saat melakukan pemeliharaan hal ini juga di harus diperhatikan secara fisik dan rohani apakah pekerja pada pemeliharaan siap untuk melakukan tugas nya saat melakukan pemeliharaan.
2. terlebih lagi terkadang ada petugas yang kurang memahami hinga kurang nya pengaman pada petugas yang melakukan perbaikan pada pemeliharaan jaringan contoh:
  - Kurang paham cara penggunaan tali pengaman pada saat melakukan pemeliharaan
  - kurang menguasain peralatan saat pemeliharaan ke pemukiman penduduk

## DAFTAR PUSTAKA

- A.S.Pabla.1994.Sistem Distribusi Daya Listrik. Jakarta . Erlangga
- B.L.Theraja.2005.A textbook of Electrical Technology.
- Readysal, Syufrijal,2014, JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
- Tri Wrahatnolo, Suhadi,2008TEKNIK DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
- PT. PLN (Persero), Company Profile Persuhaan Listrik Negara
- Berkah Dwiandanu Yudho.2016.Pcmeliharaan jaringan distribusi tegangan menengah.

