

**PEMELIHARAAN JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV SALURAN UDARA  
TEGANGAN MENENGAH (SUTM ) DAN PEMELIHARAAN JARINGAN  
TEGANGAN RENDAH (JTR), DI PLN ULP RIMO, ACEH SINGKIL**

**DISUSUN OLEH**

**REY JOSEF REPRENDIM SINAGA**

**18.812.0004**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2021**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/11/22

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

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN AKHIR PELAKSANAAN KERJA PRAKTEK  
PEMELIHARAAN JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV SALURAN UDARA  
TEGANGAN MENENGAH (SUTM ) DAN PEMELIHARAAN JARINGAN  
TEGANGAN RENDAH (JTR), DI PLN ULP RIMO, ACEH SINGKIL

Disusun Oleh :

Nama : REY JOSEF REPRENDIM  
NPM : 188120004  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Dosen Pembimbing

Pembimbing Lapangan

(Ir. Zulkifli Bahri, MT)



(Adolf Pratama )

Ketua Program Studi Teknik Elektro



(Syarifah Muthia Putri, ST, MT)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa , karna berkat kebaikannya kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan kerja praktek (KP) serta dapat menyelesaikan laporan dengan lancar dan tanpa adanya halangan yang berarti .laporan kerja praktek ini disusun berdasarkan kegiatan yang dilakukan pada saat di lapangan yakni pada “ PT . PLN ULP Rimo, Aceh Singkil” yang beralamat di jalan handel,Rimo, kec. Gunung Meriah Aceh singkil, Aceh. Di mulai pada tanggal.

Kerja praktek merupakan syarat wajib yang harus di penuhi dalam program studi teknik elektro , selain itu untuk memenuhi persyaratan program studi yang di tempuh oleh penulis, maka dari itu kerja praktek ini sangat memberikan banyak sekali manfaat bagi penulis baik dari segi akademis maupun pclajaran yang tida di dapatkan saat berada di bangku kuliah.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas segala bantuan yang telah di berikan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan laporan kerja praktek ini ,terutama kepada :

1. Orang tua yang telah memberi support baik dari segi materi dan moral hingga selesainya penyusunan Laporan kerja Praktek ini.
2. Bapak Dr. Rahmatsyah S.Kom M.Kom ,selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Ibu Syarifah Muthhia Putri ST,MT, selaku Kepala Program Studi Terknik Elektro Universitas Medan Area
4. Bapak Ir.Zulkifli Bahri, MT selaku dosen pembimbing kerja praktek jurusan Teknik Elektro Universitas Medam Area
5. Bapak Adolf Pratama selaku Supervisor teknik
6. Pihak dari PLN ULP Rimo yang telah memberikan ilmu kepada penulis
7. Teman-teman kerja praktek yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan kerja praktek di PT. PLN ULP Rimo

penulis selalu memiliki banyak kesalahan dan kekurangan apabila ada kekeliruan dalam penulisan laporan kerja praktek ini penulis mengharapkan kritik dan saranya. Akhir kata semoga laporan kerja praktek ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua.

Medan, 15 Desember 2021



REY JOSEF REPRENDIM S



Memasuki era modern listrik telah menjadi kebutuhan utama bagi manusia baik dalam mendukung aktifitas kegiatan sehari-hari maupun dalam pekerjaan, energi listrik itu sendiri di konversi menjadi berbagai macam guna mendukung kegiatan manusia, agar terpenuhinya kebutuhan listrik bagi manusia maka dari itu di butuhkan sistem energi listrik yang handal dan dapat bekerja secara berkelanjutan mulai dari pembangkit, transmisi, hingga distribusi. PT PLN ULP Rimo sering kali mengalami gangguan pada jaringan distribusi yang berakibat tidak tersalurkanya energi listrik kepada konsumen secara berkelanjutan.

Mengacu pada jalur distribsui jaringan listrik yang melawati kawasan hutan dan juga perkebunan warga, jaringan distribusi paling terjadi gangguan karena pada jaringan distribusi terdapat peralatan-peralatan yang sensitive dan kurangnya wawasan warga tentang distribusi listrik sehingga terkadang dalam beberapa kasus gangguan distribusi listrik sering di sebabkan oleh masyarakat itu sendiri dan mengakibatkan trip saat terjadi gangguan sehingga saat terjadi gangguan maka perlu di adakan pemeliharaan yang bertujuan untuk mempersingkat waktu gangguan. dan untuk menghindari untuk menghindari gangguan yang mengakibatkan trip pada jaringan distribusi maka perlu di adakan pemeliharaan secara berkala. Pemeliharaan ini juga perlu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas dari penyaluran listrik. PT. PLN ULP Rimo juga senantiasa melakukan pemeliharaan pada jaringan rendah agar tersalurkanya energy listrik bagi seluruh masyarakat karena mengingat kembali bahwa energi listrik merupakan kebutuhan utama bagi masyarakat di era modern maka dari itu baik dari PT. PLN ULP Rimo maupun warga perlu bekerja sama dalam pemeliharaan jaringan distribus dan pemeliharaan jaringan tegangan rendah

**Kata kunci: Pemeliharaan Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 Kv Dan Pemeliharaan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)**

**LEMBAR PENGESAHAN** ..... i

**KATA PENGANTAR** ..... ii

**ABSTRAK**..... iv

**DAFTAR ISI**..... v

**BAB I PENDAHULUAN**..... 1

    1.1 Latar Belakang Dan Obyektif..... 1

    1.2 Ruang Lingkup ..... 2

    1.3 Metodologi..... 2

**BAB II Studi Kasus**..... 3

    2.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik ..... 3

    2.2 Jaringan Disitribusi Premier ..... 3

        2.2.1 Jaringan Distribusi 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 Jaringan Distribusi Sekunder..... 6

    2.4 Saluran Udara Tegangan Menengah..... 7

    2.5 Komponen-Komponen SUTM..... 7

        2.5.1 Penghantar ..... 8

        2.5.2 Tiang SUTM..... 8

        2.5.3 Cross Arm..... 9

        2.5.4 Isolator ..... 11

2.5.5 Peralatan Hubung ( Switching).....	12
2.5.6 Lightning Arrester .....	12
2.5.7 Fuse Cut Out (FCO) .....	14
2.5.8 Recloser .....	14
2.5.9 Load Break Switch .....	15
2.5.10 Transformator Distribusi .....	16
2.6 Komponen-Komponen (JTR).....	17
2.6.1 Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB TR) .....	17
2.6.2 Tap Connector .....	18
2.6.3 Penghantar .....	19
2.6.4 Suspnsion Clamp Bracket .....	20
2.6.5 Suspension Clamp .....	20
2.6.6 Tension Bracket.....	20
2.6.7 Strain Clamp.....	21
2.7 Gangguan Pada Jaringan Distribusi .....	21
2.7.1 Klasifikasi Gangguan Distribusi.....	21
2.7.2 Penyebab Gangguan .....	23
2.8 Pemeliharaan .....	26
2.8.1 Pengertian Peliharaan .....	26
2.8.2 Tujuan Pemeliharaan .....	26
2.8.3 Jenis-Jenis Pemeliharaan .....	28
<b>BAB III PENGUMPULAN DATA .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Peralatan Pemeliharaan SUTM .....</b>	<b>33</b>

## UNIVERSITAS MEDAN AREA

3.1.1 Stuck Aduan.....	34
3.1.2 Enggrek Kelapa Sawit.....	34
3.1.3 Tangga.....	34
3.1.4 Tali Panjat.....	34
3.2 Peralatan Pemeliharaan Jaringan Tegangan Rendah.....	35
3.2.1 Tang.....	35
3.2.2 Digital Clamp Meter.....	35
3.2.3 Test Pen.....	36
3.3 Pemeliharaan SUTM 20 KV.....	36
3.3.1 Pemeliharaan Penghantar.....	36
3.3.2 Pemeliharaan Traves SUTM.....	37
3.3.3 Pemeliharaan SUTM Dari Dahan Kelapa Sawit.....	38
3.3.4 Pemeliharaan FCO.....	38
3.4 Pemeliharaan Jaringan Tegangan Rendah.....	39
3.4.1 Pemeliharaan Connector JTR.....	39
3.4.2 Pemeliharaan NH Fuse PHB TR.....	40
<b>BAB IV ANALISA DATA.....</b>	<b>41</b>
4.1 Pemeliharaan Penghantar.....	41
4.2 Pemeliharaan Traves Pada SUTM.....	41
4.3 Pemeliharaan Sutm Dari Dahan Kelapa Sawit.....	41
4.4 Pemeliharaan FCO.....	42
4.5 Pemeliharaan Connector Jaringan Tegangan Rendah ( JTR ).....	42
4.6 Pemeliharaan NH Fuse PHB TR.....	42

Rey, Josef Repondin Sinaga Laporan Kerja Praktek Pereliharaan Jaringan....	43
<b>BAB V RESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>43</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
Lampiran .....	45
Lampiran 1. Lembar Kegiatan .....	45
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Kerja Praktek .....	46
Lampiran 3. Nilai kp dari PT PLN ULP RIMO .....	49
Lampiran 3. Latar Belakang Perusahaan .....	50



## 1.1 Latar Belakang Dan Obyektif

Listrik merupakan salah satu dari kebutuhan utama bagi masyarakat, dan beberapa tantangan besar yang kita hadapi saat ini anatara 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 menimbulkan gangguan seperti link pada FCO yang terbakar hingga putus, yang muncul karena adanya gangguan antar fasa yang mempengaruhi perlengkapan-perlengkapan pada jaringan distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV menjadi panas.

Sedangkan pada jaringan tegangan rendah kondisi kerja perlengkapan seperti connector, mcb, Kwh meter sangat rawan mengalami gangguan ini dapat di timbulkan dari batas pemakaian dari perlengkapan dari jaringan tegangan rusak, maupun beban yang berlebih dan petir seringkali yang sering kali menimbulkan

Revisi: Josep Reprudin Sinaga, Laporan Kerja Praktek Pemeliharaan dan perlengkapan jaringan tegangan rendah

Di PT PLN (Persero) ULP Rimo hampir tiap bulannya sering mengalami gangguan baik pada jaringan distribusi maupun jaringan tegangan rendah. Dan untuk menghindari terjadinya gangguan yang mengakibatkan trip pada jaringan distribusi serta tidak tersalurnya energi listrik ke masyarakat maka perlunya diadakanlah suatu kegiatan yang disebut dengan pemeliharaan

## 1.2 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam kerja praktek ini antara lain sebagai berikut :

1. Memahami bagaimana proses dari pemeliharaan yang dilakukan di PT. PLN ULP Rimo.
2. Memahami bagaimana Standar Operasional (SOP) yang dilakukan pihak PLN ULP Rimo untuk keamanan dalam melakukan pemeliharaan jaringan listrik.
3. Membahas seputar peralatan yang digunakan pada jaringan udara 20 kV dan pemeliharaan jaringan tegangan rendah pada saat melakukan proses pemeliharaan

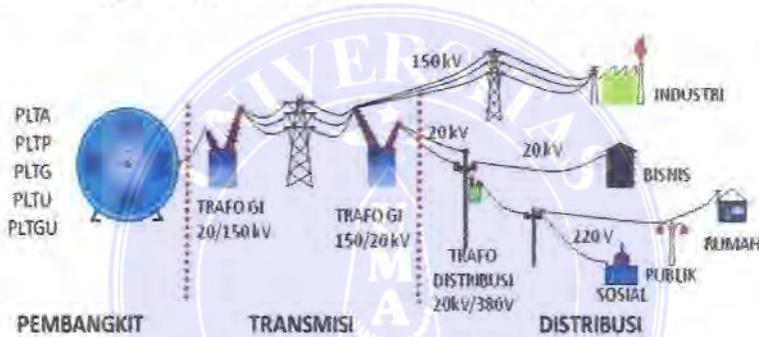
## 1.3 Metodologi

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 dari proses pemeliharaan jaringan listrik yang didampingi oleh pembimbing lapangan di PT. PLN (Persero) ULP Rimo

## STUDI KASUS

## 2.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

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 kecrugian 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.



Gambar 2.1: Sistem Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

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 jaringan 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 dan berikut jenis jenis jaringan distribusi

## 2.2 Jaringan Distribusi Primier

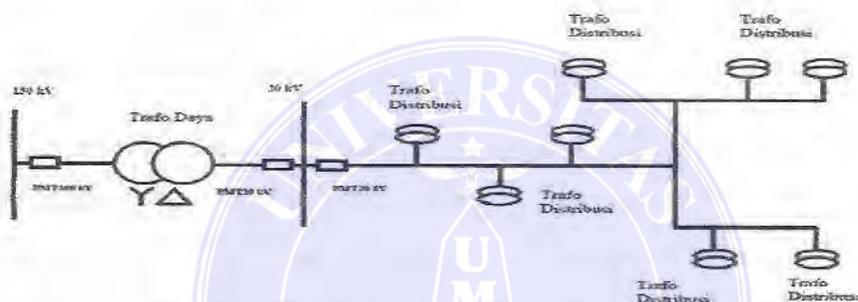
Sistem distribusi primer digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari

UNIVERSITAS MEDAN AREA beban. Sistem ini dapat menggunakan saluran udara,

kabel udara, maupun kabel tanah sesuai dengan tingkat keandalan yang diinginkan dan kondisi serta situasi lingkungan. Saluran distribusi ini direntangkan sepanjang daerah yang akan di suplay tenaga listrik sampai ke pusat beban, berikut jenis-jenis dari jaringan distribusi

### 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



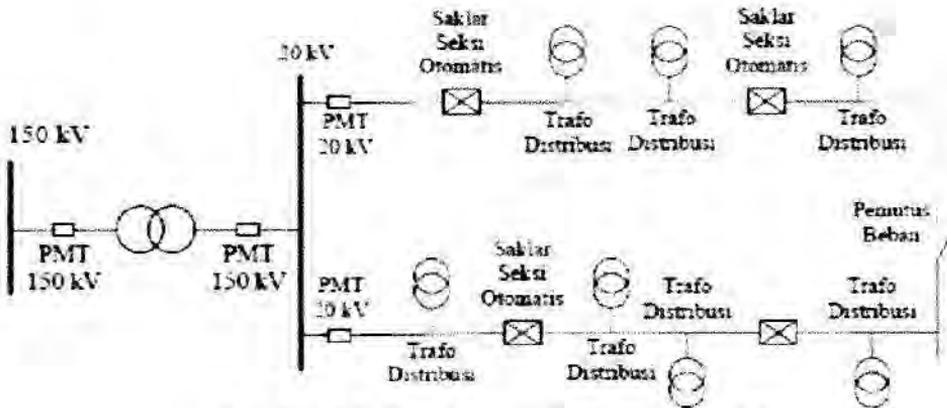
Gambar 2.2:Konfigurasi Jaringan Radial

Secara Sederhana Sistem Radial Mempunyai Kelebihan yakni ,lebih Murah Biaya Investasinya dann Lebih Sederhana Pengendalian namun memiliki Kekurangan dimana Kualitas Listrik Kurang Baik dan Jika Mengalami gangguan pada satu titik maka titik yang lain tidak akan teraliri listrik

### 2.2.2 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

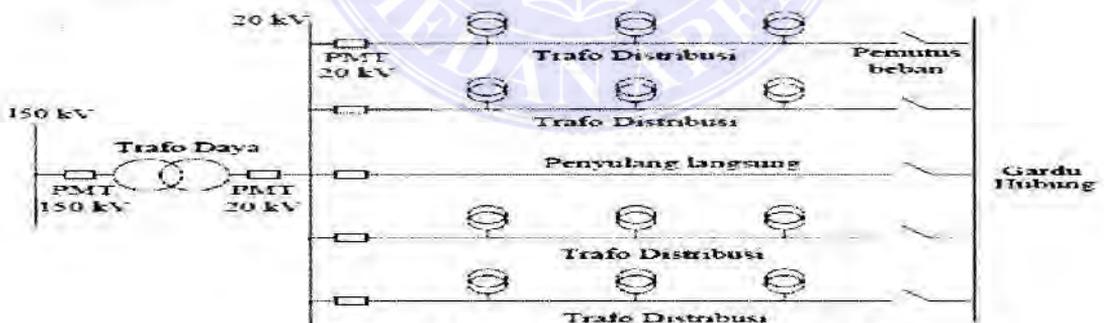
penyaluran tenaga listrik dibandingkan tipe radial namun biaya investasi lebih mahal.



Gambar 2.3: Konfigurasi Jaringan Loop / Ring

### 2.2.3 Jaringan Distribusi Spindel

Jaringan ini merupakan jaringan distribusi primer gabungan dari struktur radial yang ujung-ujungnya dapat disatukan pada gardu hubungdan 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

Keuntungan pola jaringan ini adalah :

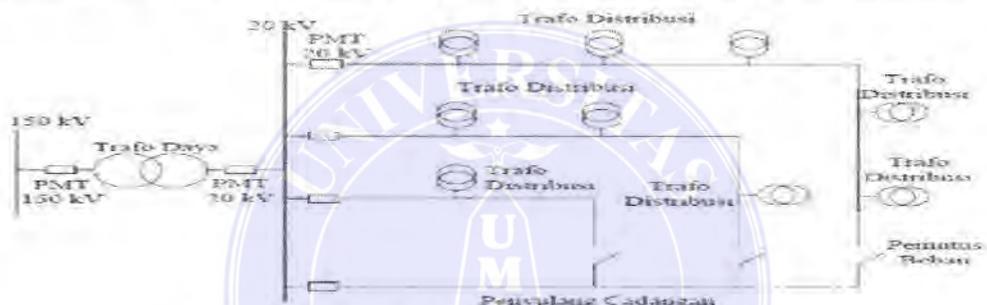
- a. Sederhana dalam hal teknis pengoperasiannya seperti pola radial.  
Kontinuitas pelayanan lebih baik dari pada pola radial maupun loop.
- b. Pengecekan beban masing-masing saluran lebih mudah dibandingkan dengan pola grid.

Penentuan bagian jaringan yang tegangan 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.

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



Gambar 2.5: Konfigurasi Jaringan Kluster

### 2.3 Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Melihat letaknya, sistem distribusi ini merupakan bagian yang langsung berhubungan dengan konsumen, jadi sistem ini berfungsi menerima daya listrik dari sumber daya (trafo distribusi), juga akan mengirimkan serta mendistribusikan daya tersebut ke konsumen. mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen, maka kualitas listrik selayaknya harus sangat diperhatikan. Sistem penyaluran daya listrik pada Jaringan Tegangan Rendah dapat dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut: - Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) Jenis

penghantar yang dipakai adalah kabel telanjang (tanpa isolasi) seperti kabel AAAC, kabel ACSR.

#### 2.4. 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

#### 2.5. Komponen-Komponen Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

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)

## 2.5.1 Penghantar

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



Gambar 2.6: Penghantar SUTM Jenis AAAC

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 (crosslink polyetilene langsung), dengan batas tegangan 6 kV dan harus memenuhi SPLN No 43-5-6 tahun 1998



Gambar 2.7: Penghantar SUTM Jenis AAACS

## 2.5.2 Tiang STUM

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 :

## UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/11/22

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

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

## A. Tiang Kayu

Rey Josef Reprendim Sinaga - Laporan Kerja Praktek Pemeliharaan Jaringan....

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

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

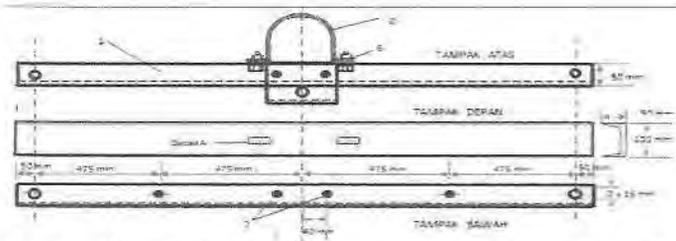
Untuk kekuatan sama, pilihan tiang jenis ini dianjurkan digunakan di seluruh PLN karena lebih murah dibandingkan dengan jenis konstruksi tiang lainnya termasuk terhadap kemungkinan penggunaan konstruksi rangkaian besi profil

### 2.5.3 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)

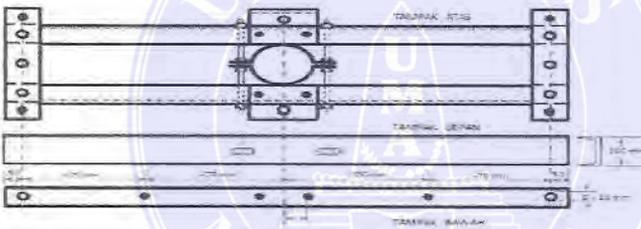
Konstruksi ini digunakan untuk tarikan lurus dengan sudut  $0^{\circ}$ -  $10^{\circ}$ . Menggunakan tiga buah isolator jenis tumpu dan tidak memakai treckschoor .



Gambar 2.8: Cross Arm Double Support On Single Pole Tipe A 1

### B.Double support on single pole ( Tipe A2)

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

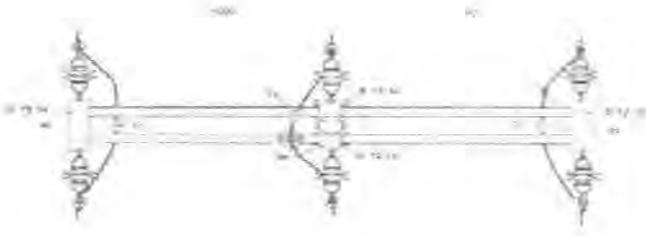


Gambar 2.9: Cross Arm Double Support On Single Pole Tipe A 2

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

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



Gambar 2.10 Cross Arm Double Support double pole

#### 2.5.4 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

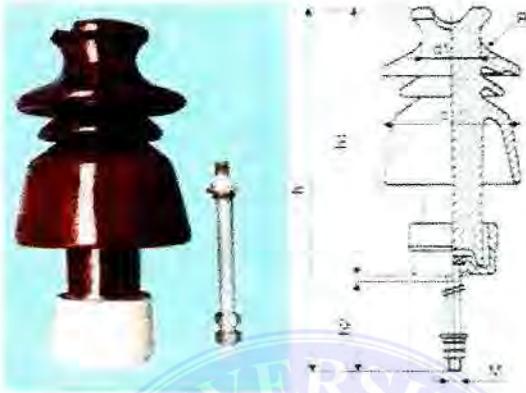
Isolator gantung pada umumnya dipakai pada saluran transmisi tegangan tinggi. ada dua jenis isolator gantung, yaitu jenis clevis dan jenis ball-and-socket.



Gambar 2.11: Isolator Gantung

## B. Isolator Pasak (Pin Isolator Isolator Pasak (Pin Isolator)

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.



Gambar 2.12: Gambar Isolator Pasak

### 2.5.5 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

### 2.5.6 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 ketanah. 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

#### A. Elektroda

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

#### B. 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

#### C. Tahanan katup

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

#### D. 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 jalanyang mudah dilalui oleh arus kilat atau petir, sehingga tidak timbul tegangan lebihyang 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 melewatkanaliran arus yangtinggi. Setelah surja hilang, arrester harus dengan cepat kembali menjadi isolatorsehingga pemutus daya tidak sempat membuka.

### 2.5.7 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 (FCO)

### 2.5.8 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

### Cara kerja recloser

- a) 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.
- b) Kontak Recloser akan menutup kembali setelah melewati waktu recloser sesuai setting Tujuan memberi selang waktu ini adalah untuk memberikan waktu pada penyebab gangguan agar hilang, terutama gangguan yang bersifat temporer.
- c) Jika gangguan bersifat permanen, Recloser akan membuka dan menutup balik sesuai dengan settingnya dan akan lock-out (terkunci).
- d) Setelah gangguan dihilangkan oleh petugas, baru Recloser dapat dimasukkan kesistem

### 2.5.9 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 elektronik. 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.



Gambar 2.17: Load Break Switch(LBS)

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)

#### 2.5.10 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.



Gambar 2.18: Trafo Distribsi

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

## 2.6. Komponen-Komponen Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

### 2.6.1 .Perlangkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)

PHB TR merupakan singkatan dari Panel Hubung Bagi dan termasuk bagian dari gardu distribusi. PHB TR adalah sebuah panel listrik yang ada di gardu distribusi dan merupakan tempat percabangan dari sirkit utama yang akan terbagi beberapa jurusan kemudian diteruskan ke pelanggan / konsumen. Fungsi PHB TR

Berikut ini merupakan fungsi dari Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah.

#### a) Penghubung

Fungsi pertama PHB TR adalah sebagai penghubung antara output transformator menuju ke sistem tenaga listrik tegangan rendah yang dihubungkan melalui kabel jurusan (opstyg cable).

#### b) Pembagian Jurusan

Fungsi PHB TR selanjutnya adalah tempat membagi energi listrik menjadi beberapa jurusan dengan melalui Rel tembaga pembagi yang ada di PHB TR.

c) Proteksi

PHB TR berfungsi sebagai proteksi (pelindung) yang akan memutuskan aliran listrik apabila terjadi gangguan. Komponen proteksi PHB TR adalah NH Fuse yang merupakan fuse lebur dan saklar utama.

d) Pengendalian

PHB TR berfungsi sebagai pusat pengendali JTR (Jaringan Tegangan Rendah) yang dapat menghubungkan dan memutuskan aliran listrik dengan cara mengoperasikan saklar utamanya. Pengendalian berupa pemutusan aliran listrik menggunakan saklar utama dilakukan ketika ingin melakukan perawatan / perbaikan JTR



Gambar 2.19: Kotak PHB-TR

## 2.6.2. Tap Connector

Tap Connector juga termasuk jenis konektor untuk kabel Sambungan Rumah (SR). Konektor ini terbuat dari bahan plastik / karet dibagian luar sedangkan gigi-gigi penghubungnya yang berada di dalam terbuat dari bahan aluminium.



Gambar 2.20: *Tap Connector*

### 2.6.3. Penghantar (Kabel)

Jenis kabel atau penghantar yang digunakan untuk jaringan distribusi tegangan rendah adalah LVTC (*Low Voltage Twisted Cable*) dengan luas penampang yang disesuaikan dengan arus beban penuh. Konfigurasi jaringan secara umum adalah radial, hanya pada kasus khusus dipergunakan sistem tertutup (loop).



Gambar 2.21: Penghantar Jaringan Tegangan Rendah

Saluran Udara Tegangan Rendah memakai penghantar jenis Kabel Twisted / kabel pilin (NFAAX-T) dengan penampang berukuran luas penampang 35 mm<sup>2</sup>, 50 mm<sup>2</sup> dan 70 mm<sup>2</sup> serta penghantar tak berisolasi All Aluminium Conductor (AAC), All Aluminium Alloy Conductor (AAAC) dengan penampang 25 mm<sup>2</sup>, 35 mm<sup>2</sup> dan 50 mm<sup>2</sup>. Kabel udara yang dipergunakan pada JTR merupakan kabel berinti tunggal dengan bentuk konduktor dipilin bulat, instalasi kabel ini sedemikian rupa sehingga hantaran kabel membentuk kabel pilin dimana beberapa kabel berinti tunggal saling dililitkan sehingga saling membentuk suatu kelompok kabel yang disebut dengan kabel twisted

#### 2.6.4. Suspension Clamp Bracket

Suspension bracket merupakan komponen jaringan tegangan rendah yang berfungsi sebagai penggantung komponen suspension Clamp pada tiang jaringan lurus



Gambar 2.22: Suspension Clamp Bracket

#### 2.6.5. Suspension Clamp

Suspension clamp merupakan komponen jaringan tegangan rendah yang berfungsi untuk menggantung penghantar netral kabel LVTC. Suspension clamp terbuat dari bahan logam yang dilapisis bahan sintetis (karet).



Gambar 2.23: Suspension Clamp

#### 2.6.6. Tension Bracket

Tension Bracket merupakan komponen jaringan tegangan rendah yang fungsinya sama dengan suspension clamp (untuk menggantung penghantar netral). Bedanya, tension bracket dipasang pada tiang sudut atau belokan.



Gambar 2.24: Tension Bereket

### 2.6.7 Strain Clamp

Strain clamp merupakan komponen jaringan tegangan rendah yang berfungsi sebagai penggantung untuk menahan konduktor. Bagian luar strain clamp terbuat dari bahan logam sedangkan bagian dalam terbuat dari bahan plastic yang tahan cuaca



Gambar 2.25: Strain Clamp

## 2.7 Gangguan Pada Jaringan Distribusi

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 yang akan berdampak juga pada jaringan tegangan rendah.

### 2.7.1 Klasifikasi Gangguan Yang Terjadi Pada Jaringan Distribusi adalah :

Dari jenis gangguannya

2. Gangguan fasa ke fasa

3. Gangguan dua fasa ke tanah

4. Gangguan satu fasa ke tanah atau gangguan tanah

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. Terjadinyagangguan

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 phasa dari saluran udara, adanya kawat yang putus, dan terjadinya gangguan hubung singkat.

## 2.7.2 Penyebab Gangguan

Gangguan biasanya diakibatkan oleh kegagalan isolasi di antara penghantar phasa atau antara penghantar phasa dengan tanah. Secara nyata kegagalan isolasi dapat menghasilkan beberapa efek pada sistem yaitu menghasilkan arus yang cukup besar, atau mengakibatkan adanya impedansi diantara konduktor phasa atau antara penghantar phasa 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.

### A. 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 pemuaiian dan penyusutan yang berulang-ulang dapat juga menyebabkan kemerosotan resistansi dari isolator

## B. Gangguan Terjadi Pada Kondisi Tegangan Lebih

Gangguan pada kondisi tegangan lebih salah satunya disebabkan sambaran petir yang tidak cukup diamankan oleh alat-alat pengamanan 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

## C. Gangguan hubung singkat

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

## D. 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.

#### E. 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:

1. Tegangan lebih power frekwensi. Pada sistem distribusi hal ini biasanya disebabkan oleh kesalahan pada AVR atau pengatur tap pada trafo distribusi
2. 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

#### F. Kualitas Peralatan atau Material Pada JTR

Kualitas peralatan atau material yang kurang baik, misalnya: pada JTR yang memakai Twisted Cable dengan mutu yang kurang baik, sehingga isolasinya mempunyai tegangan tembus yang rendah, mudah mengelupas dan tidak tahan panas. Hal ini juga akan menyebabkan hubung singkat antar fasa.

## 2.8 Pemeliharaan

### 2.8.1 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.

### 2.8.2 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) Sistem harus direncanakan dengan baik dan benar memakai bahan / peralatan yang berkualitas baik sesuai standar yang berlaku
- b) Sistem distribusi yang baru dibangun harus dicek secara teliti, apabila terdapat kerusakan kecil segera diperbaiki pada saat itu juga
- 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

### 2.8.3 Jenis-Jenis Pemeliharaan

Berdasarkan Waktu Pelaksanaanya :

1. Pemeliharaan terencana preventiv dan korektif
2. Pemeliharaan tidak direncanakan (unplanned maintenance)

#### A. Pemeliharaan Preventif

Pemeliharaan Rutin 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 :

- Pemeriksaan / inspeksi rutin
- Pemeliharaan rutin
- Pemeriksaan prediktif
- Perbaikan / penggantian peralatan
- Perubahan / penyempurnaan jaringan

Contoh Pemeriksaan Rutin :

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

### Contoh Pemeliharaan Rutin :

- Pengecetan tiang pada gardu portal
- Pengencangan pengikatan mur baut pengikat sepatu kabel dengan terminal trafo, kubikel dan busbar kubikel
- Pengecetan gardu sipil
- Revisi instalasi gardu distribusi

### B. 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 :

- Penggantian fuse-link pada FCC
- Penggantian NH-Fuse yang putus
- Penggantian terminasi kabel incoming, outgoing
- Penggantian terminasi kabel trafo
- Penggantian trafo
- Perbaikan trafo
- Perbaikan PHB-TR
- Penggantian bushing trafo distribusi yang pecah

### C. 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.

#### D. 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.

#### E. Komponen dalam SOP

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

##### 1. 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 pemdadaman listrik di tempatnya.

## 2. 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

:

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

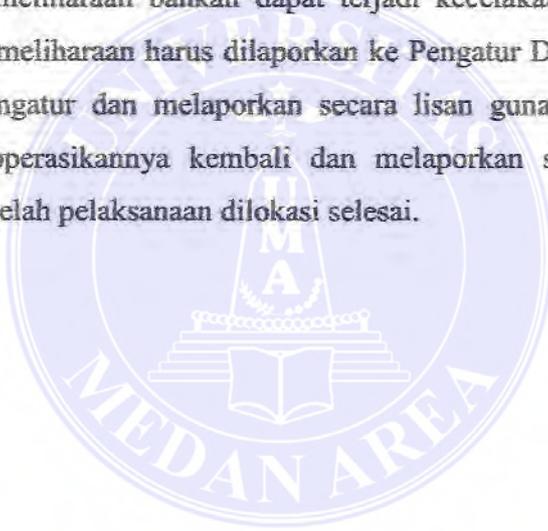
## 3. Prosedur Komunikasi

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.

### 3. 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 merupakan suatu kegiatan yang di lakukan untuk mempertahankan atau menjaga agar kondisi dari suatu sistem dalam keadaan baik ataupun berjalan dengan normal, baik selama beroperasi maupun tidak sedang di operasikan.berikut merupakan jenis dari pemeliharaan yang dilakukan ulp rimo adalah:

#### 1. Pemeliharaan kolertif

Pemeliharaan korektif adalah pemeliharaan dengan maksud memperbaiki kerusakan yaitu suasu usaha untuk memperbaiki kerusakan hingga kembali ke kondisi normal

#### 2. Pemmeliharaan preventif

Pemeliharaan preventif adalah pemeliharaan dengan maksud pergantian komponen yang tidak bisa di perbaiki ataupun telah habis masa aktif pemakaian

#### 3.1 peralatan pemeliharaan saluran udara tegangan tinggi

Peralatan pemeliharaan menjadi bagian pendukung dalam dilaksankannya kegiatan pemeliharaan sebagai alat bantu bagi para pekerja

##### 3.1.1 Stick Autm

Berfungsi sebagai inconect fco dan lbs / motorise . pada saat melakukan pemeliharaan jaringan



Gambar 3.1: Stick Autm

### 3.1.2 Enggrek kelapa Sawit

Eggrek berfungsi sebagai alat pemotong pelepah sawit saat melakukan pemeliharaan jaringan



Gambar 3.2: Enggrek Kelapa Sawit

### 3.1.3 Tangga

Tangga memiliki fungsi untuk mempermudah dalam melakukan kegiatan pemeliharaan jika pada tiang sumtu memiliki banyak penghalang contohnya kabel Saluran Rendah (SR)



Gambar 3.3: Tangga PLN

### 3.1.4 Tali Panjang

Tali panjang berfungsi untuk mempermudah pekerja saat melakukan pemeliharaan jaringan sumtu ketika penggunaan tangga tidak dapat digunakan



Gambar 3.3 : Tali Panjang

## 3.2 Peralatan Pemeliharaan Jaringan Tegangan Rendah

### 3.2.1. Tang

Memiliki banyak fungsi yang beragam mulai dari membuat simpul kabel , pengencangan connector dan lain lain



Gambar 3.4: Tang

### 3.2.2 Digital Clamp Meter

Digunakan untuk mengukur tegangan listrik selain itu juga dapat mengukur arus listrik



Gambar 3.5: Digital Clamp Meter

### 3.2.3 Test Pen

Test pen berfungsi untuk mengecek ada dan tidak arus dan tegangan listrik yang mengalir



Gambar 3.6: Test Pen

## 3.4 Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kv

### 3.4.1 Pemeliharaan Penghantar

Penyebab dari penyulang mengalami trip terkadang di akibatkan kendornya kabel antara kabel andongan dan kabel sutm namun terkadang pengikat penghantar dengan pin longgar sehingga mengakibatkan penghantar jatuh ke traves . sebagai alat penyalur tenaga listrik kabel harus terpasang dengan baik agar tidak menyebabkan kerugian listrik yang besar serta aman terhadap peralatan dan aman dari bahaya akibat listrik ( tegangan menengah ) oleh karena itu perlu di perhatikan beberapa hal yakni :

- A. Jarak aman penghantar terhadap area sekitar pada kisaran 3m
- B. Andongan kawat / lendutan
- C. Kondisi fisik penghantar
- D. Pengikat penghantar pada isolator





Gambar 3.7: Propes Penikan Kabel Sutm Yang Terlepas Dari Pin Isolator

### 3.4.2 Perbaikan traves pada saluran udara tegangan menengah

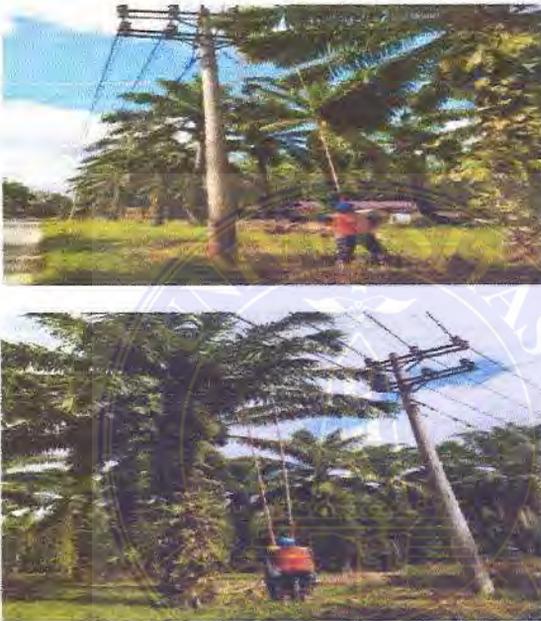
Traves adalah bagian dari saluran udara tegangan menengah (SUTM) yang digunakan sebagai tempat isolator untuk memisah fasa dengan jarak yang telah di tentukan . Pada kegiatan ini travers SUTM mengalami kemiringan. Kemiringan pada SUTM dapat menyebabkan gangguan short circuit antar fasa. Kemiringan ini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



Gambar 3.8: Proses Pemeliharaan Traves

### 3.4.3 Pemeliharaan SUTM Dari Dahan Kelapa Sawit

Pelepah kelapa sawit baik milik warga maupun dari lahan perkebunan terkadang menimpa kabel penghantar yang kadang mengakibatkan gangguan sampai mengalami trip maka dari itu perlu dilakukan pemotongan pelepah kelapa sawit agar saluran udara tegangan menengah dapat beroperasi dengan normal



Gambar 3.9 : pemeliharaan sutm dari pelepah sawit

### 3.4.5 Pemeliharaan Fuse Cut Out ( FCO )

Terkadang saat terjadi gangguan pada penghantar maka akan link pada FCO akan terbakar hingga putus sehingga sebagian jaringan listrik ke konsumen akan terputus agar menghindari gangguan permanen maka perlukan pergantian fuse link pada FCO agar jaringan listrik pada wilayah yang mengalami gangguan dapat kembali normal



Gambar 3.10: Pemeliharaan FCO

### 3.5 Pemeliharaan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

#### 3.5.1 Pemeliharaan Connector JTR

Connector merupakan komponen pada saluran rumah yang terkadang saat mencapai batas usia pemakaian connector milik konsumen sering kali mengalami kelonggaran yang mengakibatkan putusnya salisura listrik dari pin kerumah warga dan mengakibatkan segala aktifitas konsumen menjadi terganggu maka dari itu perlu dilakukan pemeliharaan connector itu sendiri baik mengganti dengan connector yang baru atau pun dengan mengencangkan connector tersebut agar listrik konsumen dapat kembali berjalan dengan normal



Gambar 3.11 : Pengencangan Connector pada Saluran Rumah (SR) milik konsumen

### 3.5.2 Pemeliharaan NH fuse PHB-TR

PHB TR merupakan komponen jaringan tenaga rendah (JTR) yang memiliki banyak fungsi dan salah satu aset PLN yang menjadi bagian yang sangat di perhatikan mengenai upaya menanggulangi gangguan pada PHB TR. Supaya kontinuitas penyaluran listrik ke konsumen tidak terganggu maka diperlukan PHB TR gardu distribusi dengan mutu yang baik, sehingga tidak di dapati PHB TR atau komponennya yang mengalami kerusakan akibat beban berlebih maka perludi lakukan penggantian NH Fuse agar aliran listrik kembali normal



Gambar 312: Penggantian Fuse Link Yang Rusak Akibat Beban Berlebih

## ANALISA DATA

### 4.1 Pemeliharaan penghantar

Pada saat melakukan pemeliharaan penghantar kita perlu memperhatikan agar andongan atau lendutan kawat penghantar pada jaringan distribu memberi jarak aman dari jangkauan kabel penghantar seperti rumah, gedung perkantoran dan lain-lain untuk mengantisipasi agar andongan atau lendutan kebel penghantar agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan maka harus di beri jarak aman pada andongan

no	objek	Jarak aman
1	Pohon /pelepah sawit	> 3 meter
2	Atap rumah	> 3 meter
3	Antena tv/ radio	> 3meter
4	Antara TM-TM	> 1 meter
5	Antara TM-TR	> 1 meter

### 4.2 Pemeliharaan Traves Pada Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)

Pada saat melakukan pemeliharaan travers yaitu juga memperbaiki tiang penyangga atau braket pada tiang listrik yang biasa di sebut dengan Traves bertujuan agar tidak dalam, posisi miring tetap menjaga lendutan pada penghantar saluran udara tegangan menengah (SUTM) dari tiang satu ke tiang yang lain dan tidak miring pada saat terjadi angin sehingga terhindar dari short cut atau hubungan fasa ke fasa .

### 4.3 Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) Dari Dahan Sawit

Pada pemeliharaan penghantar saluran udara tegangan menengah (SUTM) agar tidak terjadi gangguan di karenakan dahan kelapa sawit yang menimpa kabel penghantar yang menyebabkan gangguan fassa dengan fasa atau fasa

dengan ketanah maka perlu di lakukan pemeliharaan rutin dengan pemotongan pelepah sawit agar terhindar dari gangguan gangguan tersebut.

#### 4.4 Pemeliharaan Fuse Cut Out (FCO)

Pada saat pemeliharaan fuse link pada FCO seringkali terputus karena terjadi gangguan pada penghantar serta menghindari terjadinya gangguan temporer, pergantian fuse link di lakukan agar jaringan distribusi kembali berjalan normal.

#### 4.5 Pemeliharaan Connector Pada Saluran Rumah (SR)

Pada saat pemeliharaan ini seringkali connector mengalami kelonggaran yang diakibatkan perubahan cuaca sehingga perlu di lakukan pengencangan connector kembali atau bahkan di lakukan penggantian connector yang baru .

#### 4.6 Pemeliharaan NH fuse PHB-TR

PHB-TR merupakan komponen penting pada jaringan tegangan rendah (JTR) maka maka pada saat pemeliharaan di lakukan penggantian lai dari NH fuse pada PHB TR agar memastikan tahanan NH fuse terhadap beban karena jika terjadi akibat pemakaian beban berlebih dari konumen atau pun pemasangan listrik baru pada konsumen maka NH fuse akan rusak dan di lakukan pergantia NH-Fuse pada PHB-TR .

NO	Kapasitas trafo	Tegangan	Jumlah jurusan	Nilai NH fuse
	50 KV <sub>a</sub>	210 v	2	63 A
	100 KV <sub>a</sub>	210 v	2	125 A
	150 KV <sub>a</sub>	210 v	2	185,5 A
	160 KV <sub>a</sub>	210 v	2	200 A
	200 KV <sub>a</sub>	210 v	2	250 A

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Dari hasil kerja praktek yang saya lakukan yaitu:

1. Pada saat melakukan kerja praktek kita mengetahui cara kerja atau standar operasional (SOP) yang di gunakan pihak PLN ULP Rimo dan mengegetahui bagaimana ke disiplinian yang di terapkan agar sesuatu yang di capai atau inginkan bisa di dapat.
2. pada saat melakukan kerja praktek mengetahui peralatan yang di gunakan pihak PLN ULP Johor dalam melakukan pemeliharaan SUTM dan JTR.
3. Pada saat melakukan kerja praktek yang di bantu dengan pengawas juga mengetahui bagaimana cara yang di lakukan pihak PLN ULP Rimo untuk melakukan pemeliharaan pada jaringan SUTM dan JTR .
4. Pada melakukan kerja praktek di ULP Rimo kita megetahui bahwa kerja sama team sangat di perlukan untuk mencapai tujuan dan bertemu langsung dengan konsumen dimana terkadang terjadi pro dan kontra saat melakukan pemeliharaan jaringan distribusi

#### 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 tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) saat melakukan pemeliharaan yang terkadang membahayakan petugas seperti tidak memakai Helm proyek

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Soeprijanto, A. S. N. Studi Keandalan Sistem Distribusi 20kV di Bengkulu dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Teknik Pomits*, 2012
- Bini, T., Maajidah, A. N., & Putra, A. Analisis Jatuh Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah PT. PLN (Persero) Rayon Takalar. *Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang*, 2019
- Budhi Arsana, I. G., Ariastina, W. G., & Setiawan, I. N. Analisis Rugi Energi Pada Jaringan Tegangan Rendah Sehubungan Dengan Penggantian Jenis Connector. 2017
- Duyo, R., & Sulkiffi, A. ANALISIS JARINGAN DAN PEMELIHARAAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI DI PT.PLN WILAYAH CABANG PINRANG. *VERTEX ELEKTRO*, 2019
- Ta, I. K., Sangka, I. G. N., Wijaya, I. B. E. A., & Sudiartha, I. W. ANALISIS PERSENTASE PEMBEBANAN DAN DROP TEGANGAN JARINGAN TEGANGAN RENDAH PADA GARDU DISTRIBUSI GA 0032 PENYULANG WIBRATA. 2017
- Wicaksono, H. P., Hermananda, S., & Panangsang, O. Analisis Keandalan Sistem Distribusi Menggunakan Program Analisis Kelistrikan Transien dan Metode Section Technique. *Jurnal Teknik ITS*, 2012
- Wijaya, T. K.. ANALISA GANGGUAN PERALATAN PROTEKSI (SOLE FUSE) 20 KV PADA GARDU DISTRIBUSI TONGKANG KABIL PLN BATAM. *SIGMA TEKNIKA*, 2019
- Zebua, O., Soedjarwanto, N., & Anggara, J. Rancang Bangun Alat Deteksi Stabilitas Tegangan Jangka Panjang Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah. *Electrician*, 2019