

**INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN JARINGAN TENAGA LISTRIK
20 KV**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Ujung Pandang

DWINATA PUTRA
321 18 033

**PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal tugas akhir dengan judul **Inspeksi Dan Pemeliharaan Jaringan Tenaga Listrik 20 kV** oleh Dwi Nata Putra NIM 32118033 dinyatakan layak untuk diujikan. Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3) pada program studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2021

Pembimbing I



Bakhtiar, ST.,M.T.

NIP: 19700323 199601 1 001
NIP:197912092008121001

Pembimbing II



Ashar.AR.,S.T.,M.T.

Mengetahui,
Ketua program studi,
D-3 teknik listrik



Ruslan L, S.T.,M.T.



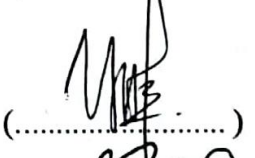


NIP:19640918 199003 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Rabu tanggal 15 September 2021, Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir telah menerima dengan baik Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa: Dwi Nata Putra NIM 321 18 033 dengan judul **Inspeksi Dan Pemeliharaan Jaringan Tenaga Listrik 20 kV**

Makassar,
September 2021

Tim Penguji Laporan Tugas Akhir:

- | | | |
|---|---------------------|---|
| 1. Ir. Syarifuddin, M.T. | Ketua | () |
| 2. Dr. Eng. Sarwo Pranoto, S.T., M.Eng. | Sekretaris | () |
| 3. Muh Imran Bachtiar, S.T., MT. | Anggota | () |
| 4. Bakhtiar, S.T., M.T. | Pengarah Utama | () |
| 5. Ashar AR, S.T., M.T. | Pengarah Pendamping | () |

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah wa syukurillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT., karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “**Inspeksi dan Pemeliharaan Jaringan Tenaga Listrik 20 kV**”.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan motivasi selama studi hingga terselesaikannya proposal tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa.
2. Kedua orangtua tercinta dan keluarga yang selalu memberikan doa, semangat dan dorongan baik secara moril maupun materi.
3. Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ruslan L, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Bakhtiar,ST.,M.T., selaku pengarah utama dan Ashar.AR.,S.T., selaku Pengarah Pendamping yang mana keduanya telah memberikan bimbingan, arahan, bantuan serta dorongan kepada kami dengan penuh kesabaran.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro yang selama kurun

waktu kurang lebih 3 tahun dengan ikhlas telah mendidik dan mengajar kami.

8. Saudara-saudari 3B D3 Teknik Listrik angkatan 2018 yang bersama-sama telah melalui kurun waktu kurang lebih 3 tahun ini dengan suka-duka yang ada dan selalu memberikan bantuan, kerjasama, motivasi dan semangat.
9. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bantuan dan motivasi.
10. Seluruh teman teman UKM KSR PMI unit 121 Politeknik Negeri Ujung Pandang periode 2020/2021 terkhusus pada angkatan 13 yang telah memberikan bantuan dan motivasi.

Semoga seluruh kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Atas segala kekurangan dan kesalahan yang terdapat dalam laporan ini, kami menyampaikan permohonan maaf, serta mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan ke depannya. Semoga laporan ini dapat memberikan ilmu dan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, September 2021

Penulis

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Nata Putra

NIM : 321 18 033

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **Inspeksi dan Pemeliharaan Jaringan Tenaga Listrik 20 kV Di PT. PLN (PERSERO) Rayon Kalumpang** merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam Laporan Tugas Akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 15 September 2021

Dwi Nata Putra
NIM: 321 18 086

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Konsep Dasar Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.2 Sistem Jaringan Distribusi.....	7
2.3 Komponen Utama Kontruksi SUTM	8
2.4 Pengertian, Tujuan Pemeliharaan dan Inpeksi	12
2.5 Jenis-jenis Pemeliharaan	14
2.6 Pemeliharaan dan Penghantar SUTM	16
2.7 Pemeliharaan Lighting Arrester	20
2.8 Pemeliharaan Fuse Cut Out (FCO)	21
2.9 Pemeliharaan Tiang.....	24

2.10 Peralatan Kerja Yang Digunakang.....	28
2.11 Kontruksi JTM	31
BAB III METODE KEGIATAN	38
3.1 Tempat dan Metode Kegiatan.....	38
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	39
3.3 Flowchart	40
BAB IV DESKRIPSI HASIL KEGIATAN.....	41
4.1 Deskripsi Hasil Kegiatan	41
4.2 Analisa Pemadaman Akibat Gangguan Layang-layang.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1 KESIMPULAN	57
5.2 SARAN	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	60



DAFTAR TABEL

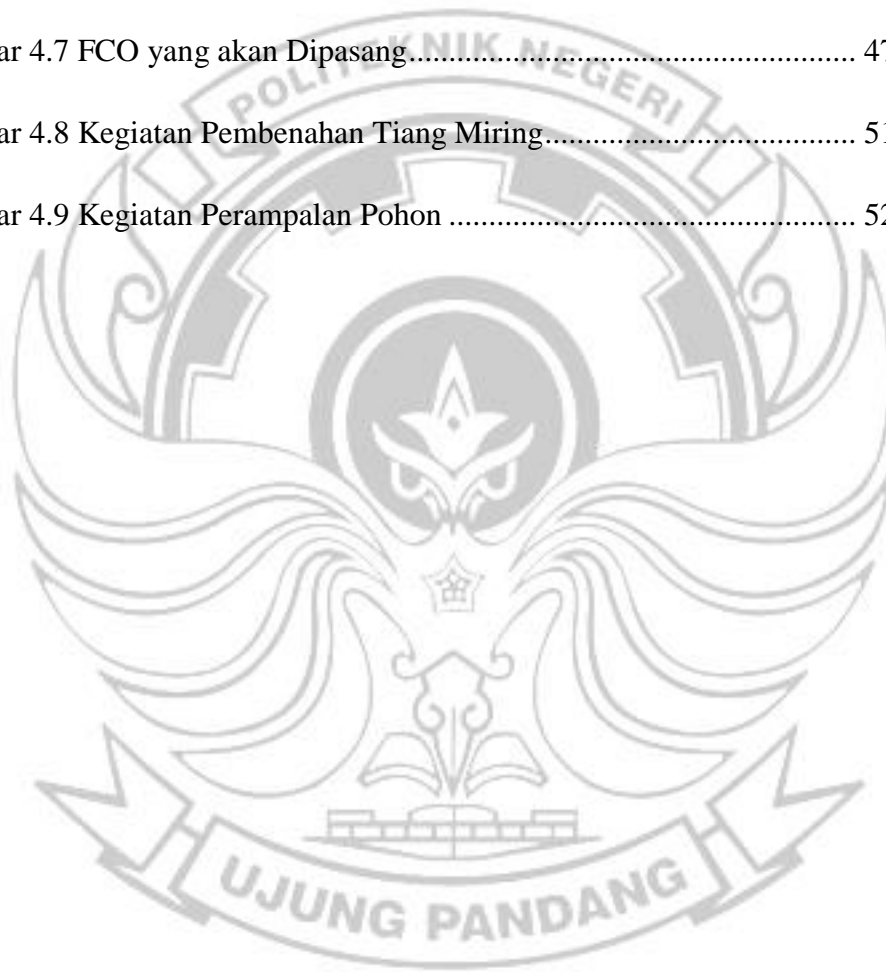
Tabel 4.3 Tabel Data Gangguan PT. PLN (persero).....	56
--	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Rangkaian Tenaga Listrik	5
Gambar 2.2 Isolator Tumpu	9
Gambar 2.3 Jenis-jenis Isolator Tumpu	9
Gambar 2.4 Contoh Letak Pemasangan FCO	10
Gambar 2.5 Contoh Letak Pemasangan LBS	10
Gambar 2.6 Tiang Kayu	12
Gambar 2.7 Tiang Beton	12
Gambar 2.8 Tiang Besi	12
Gambar 2.9 Jenis-jenis Pemeliharaan	16
Gambar 2.10 Kerangka Layang-layang pada SUTM	17
Gambar 2.11 Sarung Tangan 20 kV	29
Gambar 2.12 Helm Safety	30
Gambar 2.13 Tongkat Khusus	31
Gambar 2.14 Konstruksi Tiang Penyangga TM-1 SUTM	32
Gambar 2.15 Konstruksi Tiang Sudut TM-2 SUTM	33
Gambar 2.16 Konstruksi Tiang Penegang TM-3 SUTM	34
Gambar 2.17 Konstruksi Tiang Akhir TM-4 SUTM	35
Gambar 2.18 Konstruksi Tiang Penegang TM-5 SUTM	36
Gambar 2.19 Konstruksi Tiang Belokan TM-6 SUTM	37
Gambar 4.1 SLD Sistem 20 kV PLN ULP KALUMPANG	41

Gambar 4.2 Kegiatan Pembenahan <i>Travers Miring</i>	44
Gambar 4.3 Kegiatan Pembenahan <i>Travers Miring</i>	45
Gambar 4.4 Proses Penggantian FCO	46
Gambar 4.5 Kondisi FCO yang akan Diganti	47
Gambar 4.6 Kegiatan Penggantian FCO	47
Gambar 4.7 FCO yang akan Dipasang	47
Gambar 4.8 Kegiatan Pembenahan <i>Tiang Miring</i>	51
Gambar 4.9 Kegiatan Perampalan Pohon	52



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Akhir-akhir ini di PT. PLN (persero) RAYON KALUMPANG penyulang Bira seringkali didapati gangguan atau pemadaman yang tidak direncanakan yang membuat lampu sering padam kebanyakan penyebabnya adalah pada jaringan listrik yang disebabkan oleh pohon tumbang dan sebagainya sehingga membuat pelanggan tidak nyaman .Hal-hal tersebut di atas membuat penulis tertarik untuk membahas tentang “ INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN JARINGAN DISTRIBUSI”.

Perkembangan teknologi yang semakin maju pada saat ini mengakibatkan banyaknya pemakaian sumber daya listrik sebagai penunjang kehidupan yang lebih baik . Dengan peningkatan pemakaian energi listrik ini menunjukkan standar kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) yang lebih baik . Oleh sebab itu dibutuhkan kualitas sistem jaringan distribusi yang handal .

Sistem distribusi tenaga listrik ditunjang oleh perlengkapan-perlengkapan distribusi yang memadai. Pada kondisi normal sistem distribusi teraliri oleh arus maupun tegangan kerja sehingga mempengaruhi kinerja perlengkapan yang ada .

Kondisi kerja perlengkapan distribusi seperti isolator, konduktor, trafo maupun sambungan pada saluran udara sangatlah 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 dapat juga ditimbulkan oleh percikan bunga api yang muncul karena adanya gap antar fasa yang mempengaruhi perlengkapan-perlengkapan pada jaringan distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah 20 kV (SUTM) menjadi panas.

Perawatan dan pemeliharaan perlengkapan jaringan distribusi yang rutin bertujuan untuk mengatasi penurunan efisiensi dan kerusakan agar perlengkapan tersebut dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Dalam hal ini perawatan dan pemeliharaan jaringan yang dilakukan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) dengan sistem tanpa tegangan (pemadaman) menjadi masalah vital yang dialami oleh konsumen maupun perusahaan listrik karena dapat menurunkan kontinuitas pelayanan. Suplai tenaga listrik untuk pelanggan menjadi terhambat dan tidak dapat melakukan proses produksi dengan optimal karena tenaga listrik tidak tersalurkan.

Solusi untuk menekan adanya pemadaman, maka perusahaan listrik melakukan pemeliharaan jaringan distribusi Tegangan Menengah 20 kV dengan *system hot line maintenance* (pekerjaan dalam keadaan bertegangan). Tanpa adanya pemadaman listrik yang dilakukan oleh PDKB-TM maka suplai tenaga listrik tetap dapat disalurkan. Dengan adanya pemeliharaan dalam keadaan bertegangan ini, konsumen tidak lagi mengalami kerugian, produksi tetap berjalan, produktivitas meningkat, kuota terpenuhi dan kontinuitas pelayanan energi listrik menjadi menjadi lebih baik. Dari segi ekonomi energi listrik yang hilang akibat pemadaman dapat terselamatkan dan perusahaan listrik tidak mengalami kerugian.

Perekonomian negara dapat ditingkatkan dan kualitas SDM akan menjadi lebih baik dan optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka rumusan masalah yang akan diangkat ialah :

1. Bagaimana menentukan faktor penyebab sehingga harus dilakukan pemeliharaan jaringan distribusi khususnya pada tiang dan FCO?
2. Bagaimana menentukan bentuk pemeliharaan-pemeliharaan yang dilakukan terhadap jaringan distribusi khususnya pada tiang dan FCO?
3. Bagaimana cara melakukan inspeksi jaringan distribusi tenaga listrik?

1.1 Batasan Masalah

Dalam pembahasan dan penulisan laporan akhir ini , penulis membatasi permasalahan seputar pemeliharaan jaringan pada Tegangan Menengah (TM).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk menentukan faktor apakah yang menyebabkan sehingga harus dilakukan pemeliharaan jaringan distribusi khususnya pada tiang dan FCO.
2. Untuk menentukan bagaimana bentuk pemeliharaan-pemeliharaan yang dilakukan terhadap jaringan distribusi khususnya pada tiang dan FCO.

3. Untuk menentukan bagaimana cara inspeksi jaringan distribusi tenaga listrik.

1.5 Manfaat Penelitian

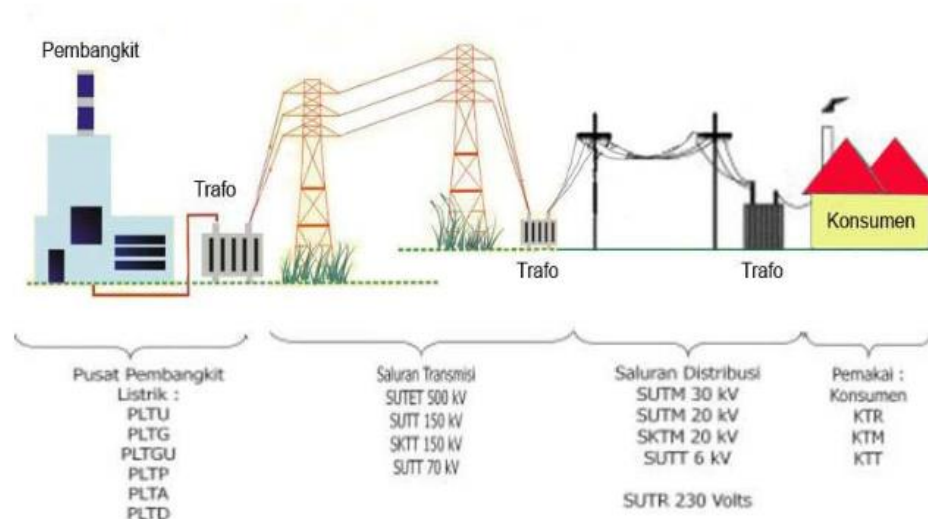
1. Sebagai bahan referensi bagi pihak PT. PLN (Persero) untuk pemeliharaan jaringan distribusi 20 kV.
2. Untuk melatih kemampuan dalam penulisan karya ilmiah.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Sistem Tenaga Listrik

Secara umum sistem tenaga listrik terdiri atas komponen tenaga listrik yaitu pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi dan sistem distribusi. Ketiga bagian ini merupakan bagian utama pada suatu rangkaian sistem tenaga listrik yang bekerja untuk menyalurkan daya listrik dari pusat pembangkit ke pusat-pusat beban. Rangkaian sistem tenaga listrik dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 sistem rangkaian tenaga listrik
(Sumber : Zulfahmi, 2013)

Energi listrik yang dihasilkan di pusat pembangkit listrik akan disalurkan melalui saluran transmisi kemudian melalui saluran distribusi akan sampai ke konsumen. Berikut ini penjelasan mengenai bagian utama pada sistem tenaga listrik pada umumnya yaitu :

2.2.1 Pusat Pembangkit Listrik (*Power Plant*)

Pusat pembangkit listrik merupakan tempat energi listrik pertama kali dibangkitkan, dimana terdapat turbin sebagai penggerak awal (*Prime Mover*) dan generator yang membangkitkan listrik dengan mengubah tenaga turbin menjadi energi listrik. Biasanya dipusat pembangkit listrik juga terdapat gardu induk. Peralatan utama pada gardu induk antara lain : transformer, yang berfungsi untuk menaikkan tegangan generator (11,5kV) menjadi tegangan transmisi atau tegangan tinggi (150kV) dan juga peralatan pengaman dan pengatur. Secara umum, jenis pusat pembangkit dibagi kedalam dua bagian besar yaitu pembangkit hidro yaitu PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) dan pembangkit *thermal* diantaranya yaitu PLTU (Pusat Listrik Tenaga Uap), PLTG (Pusat Listrik Tenaga Gas), PLTN (Pusat Listrik Tenaga Nuklir), dan PLTGU (Pusat Listrik Tenaga Gas Uap).

2.2.2 Transmisi Tenaga Listrik

Transmisi tenaga listrik merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkitan listrik hingga saluran distribusi listrik sehingga nantinya dapat tersalurkan pada pengguna listrik.

2.2.3 Sistem Distribusi

Sistem distribusi ini adalah sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pengguna listrik dan pada umumnya berfungsi dalam hal penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat. Sub sistem ini terdiri dari pusat pengatur atau gardu induk, gardu hubung, saluran tegangan menengah atau jaringan primer (6 kV dan 20 kV) yang berupa saluran udara atau kabel bawah

tanah, saluran tegangan rendah atau jaringan sekunder (380 V dan 220 V), gardu distribusi tegangan yang terdiri dari panel-panel pengatur tegangan baik tegangan menengah ataupun tegangan rendah, dan trafo.

2.2 Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi tenaga listrik didefinisikan sebagai bagian dari system tenaga listrik yang menghubungkan gardu induk atau pusat pembangkit listrik dengan konsumen sedangkan jaringan distribusi adalah sarana dari sistem distribusi tenaga listrik di dalam menyalurkan energi ke konsumen. Dalam menyalurkan tenaga listrik ke pusat beban suatu sistem distribusi harus disesuaikan dengan kondisi setempat dengan memperhatikan faktor beban lokasi dan beban perkembangan di masa mendatang. Sebelum menuju ke bahasa jaringan distribusi listrik tegangan menengah disini saya akan berbagi istilah dan penjelasan tentang distribusi tenaga listrik. Yang pertama adalah pembagian jaringan distribusi berdasarkan tegangan pengenalnya yang dibedakan menjadi dua macam yaitu :

- a) Sistem jaringan tegangan primer atau jaringan tegangan menengah (JTM), yaitu berupa saluran kabel tegangan menengah (SKTM) atau saluran udara tegangan menengah (SUTM) . Jaringan ini menghubungkan sisi sekunder trafo daya di gardu induk menuju ke gardu distribusi, besar tegangan yang disalurkan adalah 20 kV.
- b) Jaringan tegangan distribusi sekunder atau jaringan tegangan rendah (JTR) salurannya bias berupa SKTM atau SUTM yang menghubungkan gardu distribusi sisi sekunder trafo distribusi ke konsumen. Tegangan sistem yang digunakan adalah 220 volt dan 380 volt.

Berdasarkan penjelasan di atas sistem jaringan distribusi listrik dibagi menjadi 3 yaitu : JTM, SKTM, SUTM itulah yang disebut jaringan distribusi listrik tegangan menengah.

2.3 Komponen utama konstruksi SUTM

a. Penghantar

1) Penghantar Telanjang (*BC : Bare Conductor*)

Menurut SPLN 42 -10 : 1986 dan SPLN 74 : 1987 Konduktor dengan bahan utama tembaga (Cu) atau aluminium (Al) yang di pilin bulat padat.

Pilihan konduktor penghantar telanjang yang memenuhi pada dekade ini adalah AAC atau AAAC. Sebagai akibat tingginya harga tembaga dunia, saat ini belum memungkinkan penggunaan penghantar berbahan tembaga sebagai pilihan yang baik.

2) Penghantar Berisolasi Setengah AAAC-S (*half insulated single core*)

Konduktor dengan bahan utama aluminium ini diisolasi dengan material XLPE (*cross linked polyethylene langsung*), dengan batas tegangan 6 kV dan harus memenuhi SPLN No 43-5-6 tahun 1995.

3) Penghantar Berisolasi Penuh (*Three single core*)

XLPE dan berselubung PVC berpengantung penghantar baja dengan tegangan Pengenal 12/20 (24) kV. Penghantar jenis ini khusus digunakan untuk SKUTM dan berisolasi penuh berdasarkan SPLN 43-5- 2:1995- Kabel

b. Isolator

Pada jaringan SUTM, Isolator pengaman penghantar bertegangan dengan tiang penopang/travers dibedakan untuk jenis konstruksinya adalah:



Gambar 2.2 Isolator Tumpu

(Sumber : PT. PLN (Persero) Buku 5 Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik)



Gambar 2.3 Jenis - jenis Isolator tarik

(Sumber : PT. PLN (Persero) Buku 5 Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik)

c) Peralatan Hubung (*switching*)

Pada percabangan atau pengalokasian seksi 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 2.4 Contoh Letak Pemasangan *Fused Cut Out* (FCO)
(Sumber : PT. PLN (Persero) Buku 5 Standar Konstruksi JTM
Tenaga Listrik)



Gambar 2.5 Contoh Letak Pemasangan *Load Break Switch* (LBS)
(Sumber : PT. PLN (Persero) Buku 5
Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik)

d) Tiang

1) Tiang Kayu

SPLN 115 : 1995 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.

2) 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 tiangbeton.juga dimungkinkan bilamana total biaya material dan transportasi lebih murah dibandingkan dengan tiang beton akibat di wilayah tersebut belum ada pabrik tiangbeton.

3) Tiang Beton

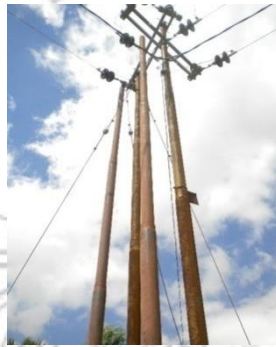
Untuk kekuatan sama, pilihan tiang jenis ini dianjurkan digunakan di seluruh PLN karena lebih murah dibandingkan dengan jenis konstruksi tiang lainnya termasuk terhadap kemungkinan penggunaan konstruksi rangkaian besi profil.



Gambar 2.6 Tiang Kayu



Gambar 2.7 Tiang Beton



Gambar 2.8 Tiang Besi

Sumber : PT. PLN (Persero) Buku 5 Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik)

2.4 Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan dan Inspeksi

Inspeksi secara umum merupakan suatu pekerjaan yang dimaksudkan untuk mendapatkan suatu data dari system atau peralatan jaringan distribusi dengan cara mengamati, mengukur dan memeriksa kondisi peralatan untuk mencegah kegagalan operasi peralatan pada sistem atau jaringan distribusi. Sebagaimana kita ketahui bahwa kegagalan operasi tersebut dapat menimbulkan dampak yang sangat besar.

Pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah serangkaian tindakan

atau proses kegiatan untuk mempertahankan kondisi dan meyakinkan bahwa peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang menyebabkan kerusakan. Tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik dan menjamin keandalan, antara lain :

- a. Untuk meningkatkan *reliability, availability dan efficiency*.
- b. Untuk memperpanjang umur peralatan.
- c. Mengurangi resiko terjadinya kegagalan atau kerusakan peralatan.
- d. Meningkatkan *Safety* peralatan.
- e. Mengurangi lama waktu padam akibat sering gangguan.

Faktor yang paling dominan dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah pada sistem isolasi. Isolasi disini meliputi isolasi keras padat dan isolasi minyak cair. Suatu peralatan akan sangat mahal bila isolasinya sangat bagus, dari demikian isolasi merupakan bagian yang terpenting dan sangat menentukan umur dari peralatan. Untuk itu kita harus memperhatikan memelihara sistem isolasi sebaik mungkin, baik terhadap isolasinya maupun penyebab kerusakan isolasi. Dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi kita membedakan antara pemeriksaan monitoring melihat, mencatat, meraba serta mendengar dalam keadaan operasi dan memelihara kalibrasi pengujian, koreksi resetting serta memperbaiki membersihkan dalam keadaan padam. Pemeriksaan atau monitoring dapat dilaksanakan oleh operator atau petugas patrol setiap hari dengan sistem *check list* atau catatan saja. Sedangkan pemeliharaan harus dilaksanakan oleh regu pemeliharaan.

2.5 Jenis Jenis Pemeliharaan

Secara umum, ditinjau dari saat pelaksanaan Pekerjaan pemeliharaan dikategorikan dalam dua cara yaitu:

a) Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*)

Pemeliharaan terencana adalah pemeliharaan yang dilakukan secara terorganisir untuk mengantisipasi kerusakan peralatan di waktu yang akan datang, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Pemeliharaan terencana dibagi menjadi dua aktivitas utama yaitu:

1. Pemeliharaan rutin (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah inspeksi periodik untuk mendeteksi kondisi yang mungkin menyebabkan produksi terhenti atau berkurangnya fungsi mesin dikombinasikan dengan pemeliharaan untuk menghilangkan, mengendalikan, kondisi tersebut dan mengembalikan mesin ke kondisi semula atau dengan kata lain deteksi dan penanganan diri kondisi abnormal mesin sebelum kondisi tersebut menyebabkan cacat atau kerugian. Ruang lingkup pekerjaan preventive termasuk: inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.

2. Pemeliharaan korektif (*Corrective Maintenance*)

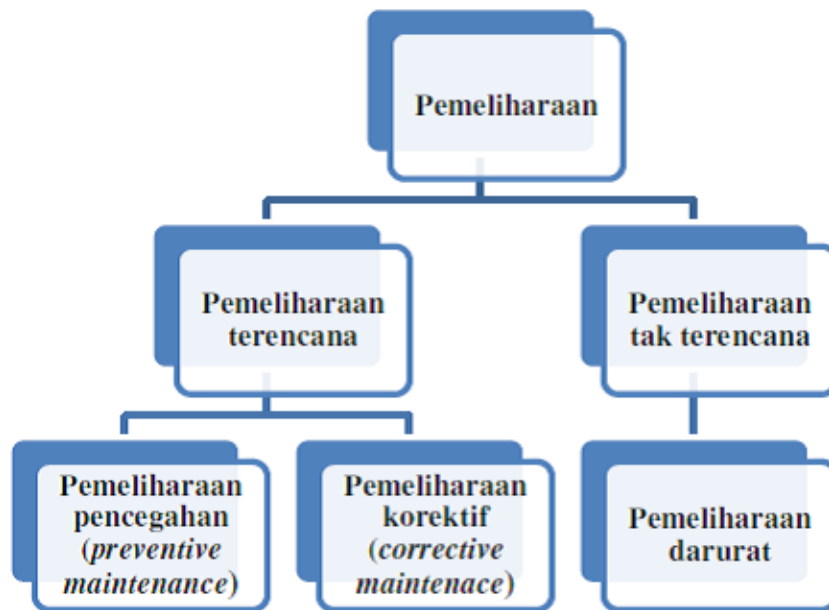
Pemeliharaan secara korektif (*corrective maintenance*) adalah

pemeliharaan yang dilakukan secara berulang atau pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian (termasuk penyetulan dan reparasi) yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima. Pemeliharaan ini meliputi reparasi minor, terutama untuk rencana jangka pendek, yang mungkin timbul diantara pemeriksaan, juga overhaul terencana.

b) Pemeliharaan tak terencana (*unplanned maintenance*)

Pemeliharaan tak terencana adalah pemeliharaan darurat, yang didefinisikan sebagai pemeliharaan dimana perlu segera dilaksanakan tindakan untuk mencegah akibat yang serius, misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja. Pada umumnya sistem pemeliharaan merupakan metode tak terencana, dimana peralatan yang digunakan dibiarkan atau tanpa disengaja rusak hingga akhirnya, peralatan tersebut akan digunakan kembali maka diperlukannya perbaikan atau pemeliharaan.

Secara skematik dapat dilihat sesuai diagram alir proses suatu perusahaan untuk sistem pemeliharaan dibawah ini.



Gambar 2.9 Sumber: (<https://www.sekolah007.com> jenis jenis-pemeliharaan-maintenance).

2.6 Pemeliharaan Penghantar SUTM

Salah satu penyebab gangguan di PLN ULP KALUMPANG yang lumayan sering terjadi di kabel Jaringan SUTM adalah layang-layang. Daerah yang mayoritas warganya 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*.



Gambar 2.10 Kerangka Layang-layang Pada Jaringan SUTM
(Gonen,2013)

Adapun SOP untuk pemeliharaan penghantar SUTM pada PT. PLN (persero) adalah sebagai berikut.

a. Peralatan Kerja

- *Safety helmet*
- *Safety belt*
- Sarung tangan 20 kV
- Sarung tangan kerja
- *Grounding set*
- Jas hujan
- Rambu – rambu K3
- Kotak P3K
- Sarung tangan *vhinyl*.

b. Langkah Kerja

1. Persiapan Pekerjaan

- Mengecek PK dan SPK.
- Membuat surat pemberitahuan pemadaman ke pelanggan jika diperlukan.

- Menginput rencana pemadaman ke APKT, dilaksanakan oleh operator kantor area.
- Menyiapkan material sesuai kebutuhan berdasarkan hasil inspeksi.
- Untuk pekerjaan yang membutuhkan pembebasan pembebasan tegangan, pengawas pekerjaan berkoordinasi dengan piket operasi area dan rayon.
- Pengawas melaporkan ke piket operasi area dan rayon pada saat pekerjaan siap dilaksanakan.

c. Pelaksanaan Pekerjaan

- Gunakan perlengkapan K3
- Pasang dan ikat tangga pada posisi yang benar dengan kemiringan 60 derajat.
- Pasang rambu rambu tanda pekerjaan
- Menyiapkan material
- Lakukan kondisi awal jaringan / peralatan sebelum dilakukan pemeliharaan serta dokumentasi pada saat pelaksanaan pekerjaan.

d. Pemeliharaan Jaringan Tegangan Menengah

- Pengawas melaporkan kepada piket distribusi area dan rayon bahwa pekerjaan pemeliharaan SUTM siap dilaksanakan pembebasan tegangan.
- Lakukan manuver beban untuk meminimalisir daerah padam.

- Pastikan pastikan tegangan SUTM yang akan dipelihara telah bebas dari tegangan dengan menggunakan *volt detector*.
- Pasang *grounding set* pada dua arah sebelum pelaksanaan pekerjaan dengan menghubungkan phasa R, S, T yang dihubungkan ke bumi.
- Bersihkan hantaran SUTM dari benda benda asing.
- Pangkas ranting / cabang pohon yang mendekati hantaran jaringan sehingga mencapai jarak sekitar 2,5 meter.
- Kencangkan andongan hantaran yang kendur sehingga hantaran tidak kendur lagi.
- Periksa titik sambungan / jumperan aspan yang terindikasi los kontak dan lakukan penggantian dengan *joint sleeve*
- Gunakan sarung tangan vhinyl lalu bersihkan debu dan kotoran yang menempel pada isolator dengan cairan alcohol 90%.
- Lakukan penggantian isolator bila ada yang retak / pecah.
- Lakukan perbaikan ikatan kawat yang rusak pada isolator.
- Lakukan pemeriksaan pentanahan pada *arrester* yang terpasang di SUTM. Dengan mengukur tahanan pentanahan arrester dan lakukan penggantian arrester bila ada yang retak / pecah.
- Petugas memeriksa kembali semua pekerjaan yang telah dilakukan.
- Lakukan pengambilan dokumentasi jaringan atau peralatan yang telah dipelihara.

- Pastikan kembali personil dan peralatan serta material yang telah dipelihara telah aman dan jaringan SUTM telah siap dinormalkan kembali
- Lepaskan *grounding set*.
- Turunkan tangga
- Isi daftar pemakaian material pada form perintah kerja.
- Lepaskan dan rapikan peralatan kerja, perlengkapan K3 dan sisa material.
- Pengawas mengecek hasil pekerjaan dan melaporkan ke operator distribusi area dan rayon bahwa pekerjaan telah selesai dilakukan dan siap dioperasikan kembali.
- Pengawas dan pelaksana pekerjaan kembali ke kantor dan menyerahkan formulir pemeliharaan pekerjaan serta formulir perintah kerja ke SPV operasi teknik untuk diarsipkan.

2.7 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 (*switching surge*) di suatu jaringan. Pada keadaan normal *arrester* berlaku sebagai isolator, bila timbul gangguan surja, alat ini berfungsi sebagai konduktor yang tahanannya *relative* rendah agar dapat mengalirkan arus tinggi ke tanah. Setelah surja hilang, *arrester* dengan cepat kembali menjadi isolator.

2.8 Pemeliharaan *Fuse Cut-Out* (FCO)

Pemeliharaan terhadap penggantian *fuse cut out* ini merupakan pemeliharaan korektif yang berarti pemeliharaan 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. Dengan dilakukannya pemeliharaan ini, maka akan mengurangi terjadinya gangguan pada jaringan distribusi yang dapat merugikan pelanggan atau mengganggu kerja peralatan listrik.

Setelah dilakukannya pemeliharaan penggantian *fuse cut out*, maka selanjutnya adalah tindakan untuk menjaga kondisi *fuse cut out* yang sudah diganti, seperti:

- a. Pengecekan jumper FCO
- b. Pembersihan isolator FCO
- c. Pemeriksaan tahanan isolasi FCO dan Megger
- d. Penggantian besaran kapasitas fuse link yang sesuai dengan kapasitas trafo

Disamping penggantian *fuse cut out*, perlu juga pemasangan *fuse link* nya harus sesuai dengan kapasitas trafo yang terpasang dengan batas pengaman sisi tegangan menengah jaringan distribusi. Pemeriksaan ini merupakan tindakan pemeliharaan yang bersifat rutin dengan tujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan pada peralatan-peralatan distribusi termasuk FCO itu sendiri sehingga penyaluran tenaga listrik tetap

berlangsung optimal.

Adapun SOP pemeliharaan FCO dari PT. PLN (persero) adalah sebagai berikut :

a. Peralatan Kerja

- Radio komunikasi
- *Tacle stik*
- Tangga
- *Tools kit*
- *Grounding set*
- AVO meter

b. Langkah Kerja

- Mengecek SP/SPK.
- Membuat surat pemberitahuan pemadaman ke pelanggan jika diperlukan.
- Menginput rencana pemadaman ke APKT, dilaksanakan oleh operator area.
- Membuat daftar permintaan material sesuai kebutuhan untuk pekerjaan yang membutuhkan pembebasan tegangan.
- Pengawas pekerjaan koordinasi dengan piket operasi area / rayon.
- Pengawas melaporkan ke piket operasi area / rayon pada saat pekerjaan siap dilaksanakan.
- Pekerjaan telah selesai dan siap di operasikan.

c. Pelaksana pekerjaan

- Pergunakan perlengkapan K3.
 - Pasang dan ikat tangga pada posisi yang benar dengan kemiringan 60 derajat.
 - Pasang rambu rambu tanda pekerjaan.
 - Menyiapkan material.
- d. Pekerjaan penggantian *Fuse Cut Out*.
- Pasang tali gantung *roll/pully*.
 - Melepaskan cut out lama dan turunkan.
 - Naikkan dan pasang *fuse cut out* yang baru.
 - Pasang *fuse* link disesuaikan dengan rating yang dibutuhkan.
 - Pastikan pekerjaan perbaikan/penggantian *fuse cut out* benar aman.
- e. Setelah pekerjaan penggantian FCO, dilakukan
- Lepas *grounding set* dari jaringan SUTM.
 - Lepaskan tangga.
 - Lapor kepada piket operasi rayon/area bahwa pekerjaan telah selesai dan siap diberi tegangan.
 - Untuk pemulihan sistem tanpa SCADA.
 - Menyampaikan ke piket area dan selanjutnya diteruskan ke dispatcher APD untuk memasukan LBS/FCO/KUBIKEL.
 - Menyampaikan ke piket Area dan selanjutnya diteruskan ke dispatcher APD bahwa LBS/FCO/KUBIKEL telah dimasukan.
 - Melakukan penormalan sistem akibat manuver

- Untuk pemulihan sistem melalui SCADA/APD
- Pengawas lapangan menyampaikan ke piket area bahwa pekerjaan telah selesai dan aman untuk disuplai tegangan.
- Piket area menyampaikan ke dispatcher APD bahwa pekerjaan telah selesai dan aman untuk disuplai tegangan.
- Memastikan bahwa tegangan telah terisi setelah menerima informasi dari APD dengan mengecek pada salah satu pelanggan terdekat.

2.9 Pemeliharaan Tiang

Tiang listrik adalah suatu bahan yang terbuat dari besi baja yang berbentuk ukuran panjang bulat. Tiang listrik beton yaitu yang terbuat dari semen dan di campur dengan semen dan di tambah besi kecil sebagai tulangnya. Sekarang banyak yang menggunakan tiang beton dengan menggunakan kabel rtc yang lebih aman dari pada jaringan instalasi.

Fungsi dari tiang ini sendiri adalah :

- a. Salah satu komponen utama dari konstruksi distribusi saluran udara yang menyangga hantaran listrik beserta perlengkapannya.
- b. Menyambungkan kabel antar kabel sehingga dapat sampai ke tempat wilayah yang butuh jangkauan listrik.
- c. Untuk menyalurkan kabel dan mengangkat kabel ke tempat yang tinggi supaya tidak mengganggu kendaraan yang lewat.
- d. Sebagai trafo daya merubah tegangan menengah menjadi tegangan rendah.

- e. Sebagai pengaman penyulang, bila terjadi gangguan di trafo dan melokasir gangguan di trafo agar peralatannya tidak rusak.
- f. Sebagai penyekat antara bagian yang bertegangan.

Adapun prosedur kerja untuk pemeliharaan tiang pada PT. PLN (persero) adalah sebagai berikut.

a. Peralatan kerja

- Kunci-kunci [tool kit]
- Tanggafibre 10 mtr
- Tambang
- *Trift/ tackle*
- Linggis
- Cangkul
- Palu martil
- Trifot [kaki tiga]
- Katrol penggerak
- Sarung tangan kukit
- Sepatu karet
- Helm pengaman
- Sabuk pengaman
- Radio komunikasi
- Kendaraan operasional

b. Langkah kerja

- Gunakan peralatan K3 sesuai kebutuhan.
- Hubungi piket pengatur, minta izin untuk pemadaman setempat, bila sudah diijinkan.
- Lakukan pemadaman setempat dengan membuka NHFu sejurusan.
- Cek setempat dan yakinkan jaringan sudah bebas tegangan.

c. Pekerjaan perbaikan tiang miring.

- Pasangkan tangga pada tiang dengan posisi ± 75 derajat, dan ikatan bagian bawah tangga ketiang
- Petugas naik dengan membawa tambang pengikat dan tambang untuk menarik peralatan/material ketas
- Ikat kan sabuk pengaman ke tiang dua belitan , lalu di ikatkan tangga bagian atas ketiang dan petugas cari posisi yang aman
- Kendorkan kabel TIC SUTR dengan bantuan *tirft/tackle*, bila perlu dilepas dari tiang digantungkan pada tiang dengan bantuan tambang.
- Pasangsteel wire penarik schoer sementara, bila diperlukan pasang skhur permanen
- Lepas ikatan tangga bagian atas, dan petugas turun lalu turunkan tangga

- Buat lubang tiang, pasang patok *schoer* sementara permanen, ikatkan kawat *schoer*, lalu luruskan/tegakkan kembali tiang yang miring tersebut dengan bantuan *tirft/tackle*
- Apabila tiang sudah berdiri tegak lurus padatkan tanah, pasang tangga kembali dengan posisi 75 derajat, bagian bawah tangga ke tiang.
- Petugas naik dengan membawa tambang, ikatkan sabuk pengaman dua belitan ketiang, lalu ikatkan tangga bagian atas ke tiang, cari posisi yang aman
- Pasangkan/ kencangkan kembali kabel TIC SUTR dengan bantuan *tift/tackle*, bila sudah sempurna .
- Turunkan peralatan kerja, buka ikatan tangga bagian atas.
- Petugas turun dan turunkan tangga.

d. Pekerjaan Mengganti Tiang

- Pasangkan tangga pada tiang dengan posisi+- 75 derajat, dan ikatkan bagian bawah tangga ke tiang
- Petugas naik dengan membawa tambang pengikat dan tambang untuk menarik peralatan/material keras
- Ikatkan sabuk pengaman ketiang dua belitan, lalu ikatkan tangga bagian atas ketiang dan petugas cari posisi aman
- Kendorkan kabel TIC SUTR dengan bantuan *tift/tackle* lepaskan dari tiang

- Lepas ikatan tangga bagian atas, dan petugas turun lalu turunkan tangga
- Pasangkan *trifort* kaki tiga sama sisi dan ikat yang kokoh, pasangkan tangga posisi ± 75 derajat
- Petugas naik dengan membawa tambang, lalu naikkan roller penggerak.
- Naikkan dan pasangkan katrol penggerak dengan bantuan tambang penggerak.

2.10 Peralataan Kerja Yang Digunakan

2.10.1 Sarung tangan 20 kV

Adalah sarung tangan berbahan karet tebal yang dapat digunakan untuk melindungi diri pemakainya dari sengatan listrik maksimal 20 kV. Dan sangat cocok digunakan oleh orang atau pekerja yang bersentuhan langsung dengan medan listrik bertegangan tinggi.



Gambar 2.11 Sarung tangan 20 kV

(Sumber : PT. PLN (Persero) Buku 5 Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik)

2.10.2 Sepatu 20 kV

Sepatu yang terbuat dari bahan karet dan campuran bahan lain yang kekuatan/ketahanan sengatan listrik maksimal 20 kV, Dari jenisnya sepatu di bagi menjadi 2 jenis yang berbeda dari sepatu keselamatan bahaya listrik yaitu sepatu *safety*, dan sepatu konduktor.

- a. Sepatu *safety* listrik adalah bahwa sepatu bahaya listrik dirancang untuk menghambat (mengurangi secara singkat) aliran listrik melalui sepatu dan ke tanah, sehingga mengurangi kemungkinan sengatan listrik.
- b. Sepatu *safety* konduktor dirancang untuk “membuang” listrik statis melalui sepatu dan ke tanah. Bahwa sepatu *safety* konduktor dikenakan di lingkungan yang sangat mudah terbakar dan meledak.

2.10.3 Helm atau *safety helmet*

Helm ini didesain untuk melindungi kepala dari jatuhnya benda dari atas. Pemakaian helm ini secara tepat dan benar dapat mengurangi konsekwensi yang mungkin timbul pada saat terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Dalam dalam menggunakan helem ini ada beberapa hal yang harus di perhatikan diantaranya:

- a. Sebelum digunakan, yakinkan bahwa helm itu dapat digunakan, pas dan nyaman di kepala peengguna tidak longgar dan tidak terlalu sempit),tidak rusak atau cacat.
- b. Pasang di kepala dengan benar 9 tidak miring, terlalu mendongkak, menunduk sehingga menutupi pandangan, atau terbalik.

- c. Jika berada di tempat yang tinggi dan berangin chain strip harus digunakan untuk menghindari helm yang dikenakan terbang karena tiupan angin kencang.



Gambar 2.12 Helm safety

(Sumber : PT. PLN (Persero) Buku 5 Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik)

2.10.4 Tongkat Khusus

Tongkat khusus tersebut terbuat dari bahan fiber yang ujung atasnya dipasang sebuah pengait dan dapat dipanjangkan atau dipendekan sesuai dengan keadaannya.



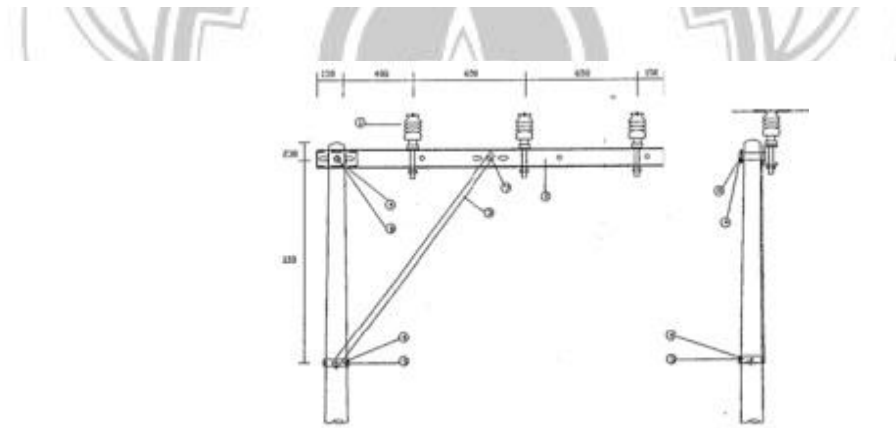
Gambar 2.13 Tongkat Khusus

(Sumber : PT. PLN (Persero) Buku 5 Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik)

2.11 Konstruksi JTM

2.11.1 Konstruksi TM-1.

Konstruksi TM-1 merupakan tiang tumpu yang digunakan untuk rute jaringan lurus, dengan satu traves (*cross-arm*) dan menggunakan tiga buah isolator jenis pin insulator dan tidak memakai *treck skoor* (*guy wire*). Penggunaan konstruksi TM-1 ini hanya dapat dilakukan pada sudut 170° - 180° . Konstruksi TM-1 ini termasuk tiang penyangga yang merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik yang lurus dan hanya berfungsi sebagai penyangga kawat penghantar dimana gaya yang ditanggung oleh tiang adalah gaya karena beban kawat.



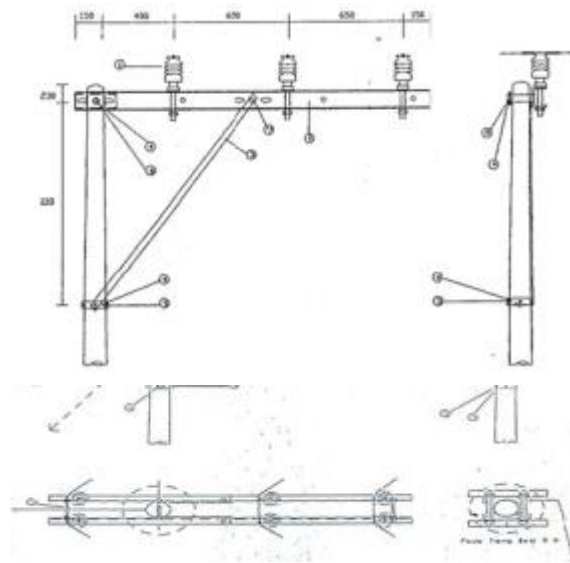
Gambar 2.14 Konstruksi Tiang Penyangga TM-1 SUTM

Sumber: (<https://ghozaliftgn.wordpress.com>)

Konstruksi TM-1D. Pada dasarnya konstruksi TM-1D sama dengan TM-1, bedanya TM-1D digunakan untuk saluran ganda (*double circuit*), dengan dua *traves* (*cross-arm*) dan enam buah isolator jenis *pin insulator*. Satu taves diletakkan pada puncak tiang, sedangkan *travers* yang lain diletakkan dibawahnya.

2.11.2 Konstruksi TM-2

Konstruksi TM-2. Konstruksi TM-2 digunakan untuk tiang tikungan dengan sudut $150^\circ - 170^\circ$, menggunakan *double traves* dan *double isolator*. Karena tiang sudut maka konstruksi TM-2 mempunyai *treck skoor*.



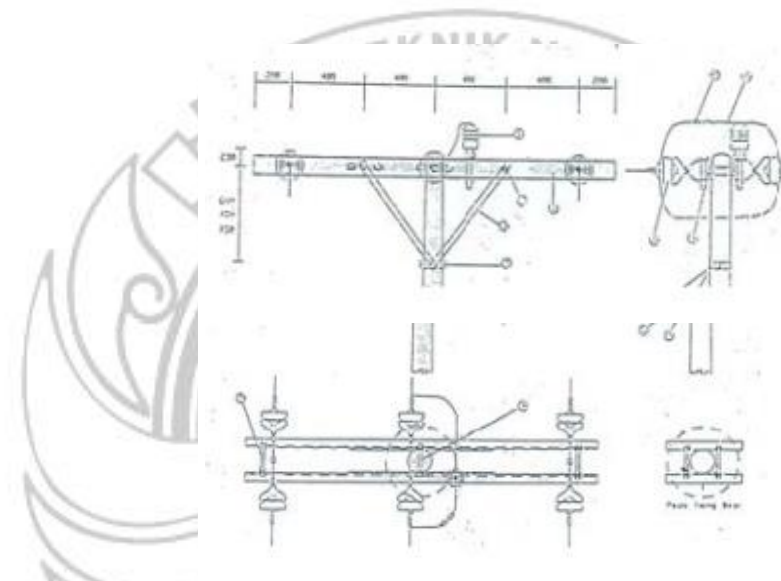
Gambar 2.15 Konstruksi Tiang Sudut TM-2 SUTM

Sumber : (<https://ghozaliftgn.wordpress.com>)

Konstruksi TM-2 ini termasuk tiang sudut, yang merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik, dimana pada tiang tersebut arah penghantar membelok dan arah gaya tarikan kawat horizontal. Konstruksi TM-2D. Konstruksi TM-2D mempunyai konstruksi sama dengan TM-2, bedanya TM-2D digunakan untuk saluran ganda (*double sirkuit*), dan menggunakan *double treck schoor* yang diletakkan dibawah masing-masing traves.

2.11.3 Konstruksi TM-3.

Konstruksi TM-3 terpasang pada konstruksi tiang lurus, mempunyai *double traves*. Isolator yang digunakan enam buah isolator jenis *suspention insulator* dan tiga buah isolator jenis *pin insulator*. Konstruksi TM-3 ini tidak memakai *treck schoor*.

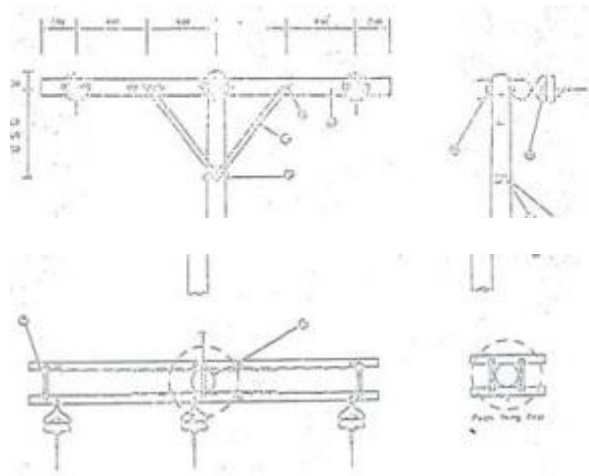


Gambar 2.16. Konstruksi Tiang Penegang TM-3 SUTM
Sumber (<https://ghozalipfng.wordpress.com>)

Konstruksi TM-3D. Konstruksi TM-3D sama dengan konstruksi TM-3, bedanya TM-3D digunakan untuk saluran ganda (*double sirkuit*), empat buah traves, 12 isolator jenis *suspention insulator*, dan 6 isolator jenis *pin insulator*.

2.11.4 Konstruksi TM-4

Konstruksi TM-4. Konstruksi TM-4 digunakan pada konstruksi tiang TM akhir. Mempunyai *doubletraves*, dengan tiga buah isolator jenis *suspention insulator* dan memakai *treck schoor*.

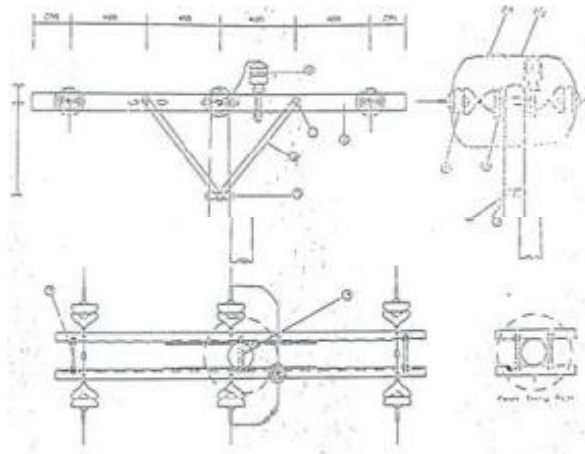


Gambar 2.17 Konstruksi Tiang Akhir TM-4 SUTM
 Sumber: (<https://ghozalipfng.wordpress.com>)

Konstruksi TM-4 ini termasuk tiang awal atau tiang akhir yang merupakan tiang yang dipasang pada permulaan atau pada akhir penerikan kawat penghantar, dimana gaya tarikan kawat pekerja terhadap tiang dari satu arah. Konstruksi TM-4D. Konstruksi TM-4D sama dengan konstruksi TM-4, bedanya TM-4D mempunyai *double* sirkuit dengan *double track schoor*.

2.11.5 Konstruksi TM-5

Konstruksi TM-5. Terpasang pada konstruksi tiang TM lurus dengan belokan antara $120^{\circ} - 180^{\circ}$, menggunakan *double traves* dengan enam buah isolator jenis *suspension* dan tiga buah isolator jenis *pin insulator*, dan memakai *track schoor*.



Gambar 2.18 Konstruksi Tiang Penegang TM-5 SUTM
 Sumber: (<https://ghozalipfng.wordpress.com>)

Konstruksi TM-5D. Konstruksi TM-5D sama dengan TM-5, namun TM-5D digunakan untuk saluran ganda (*double* sirkuit) dengan *double track schoor*.

2.11.6 Konstruksi TM-6.

Konstruksi TM-6 ini terpasang pada konstruksi tiang TM siku ($60^\circ - 90^\circ$). Masing-masing *double* traves disilang 4. Isolator yang digunakan jenis *suspension insulator* sebanyak 6 buah dan satu isolator jenis pin insulator. Konstruksi ini memakai *track skoor* ganda. Konstruksi TM-6 ini termasuk tiang sudut, yang merupakan tiang yang dipasang pada saluran listrik, dimana pada tiang tersebut arah penghantar membelok dan arah gaya tarikan kawat horizontal.

BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Objek kajian pada Tugas Akhir ini adalah mempelajari tentang bagaimana cara inspeksi dan mempelajari jenis jenis pemeliharaan jaringan distribusi listrik tegangan menengah di PT. PLN (persero) ULP Kalumpang yang berlokasi di Kecamatan Bontobahari Sulawesi Selatan , yang dilaksanakan bulan Maret 2021.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan pada kegiatan ini adalah sebagai berikut :

a. Metode Literatur

Penulis melakukan pencarian data dengan cara membaca berbagai referensi bacaan mengenai gangguan yang terjadi pada SUTM maupun membaca dari artikel/jurnal di internet.

b. Metode Observasi

Penulis melakukan langkah dengan cara terjun langsung kelapangan melihat situasi SUTM guna mempelajari gangguan yang terjadi pada SUTM.

c. Metode Wawancara

Penulis melakukan tanya jawab kepada semua pihak yang mengerti tentang semua masalah atau gangguan SUTM, antara lain pegawai bagian distribusi.

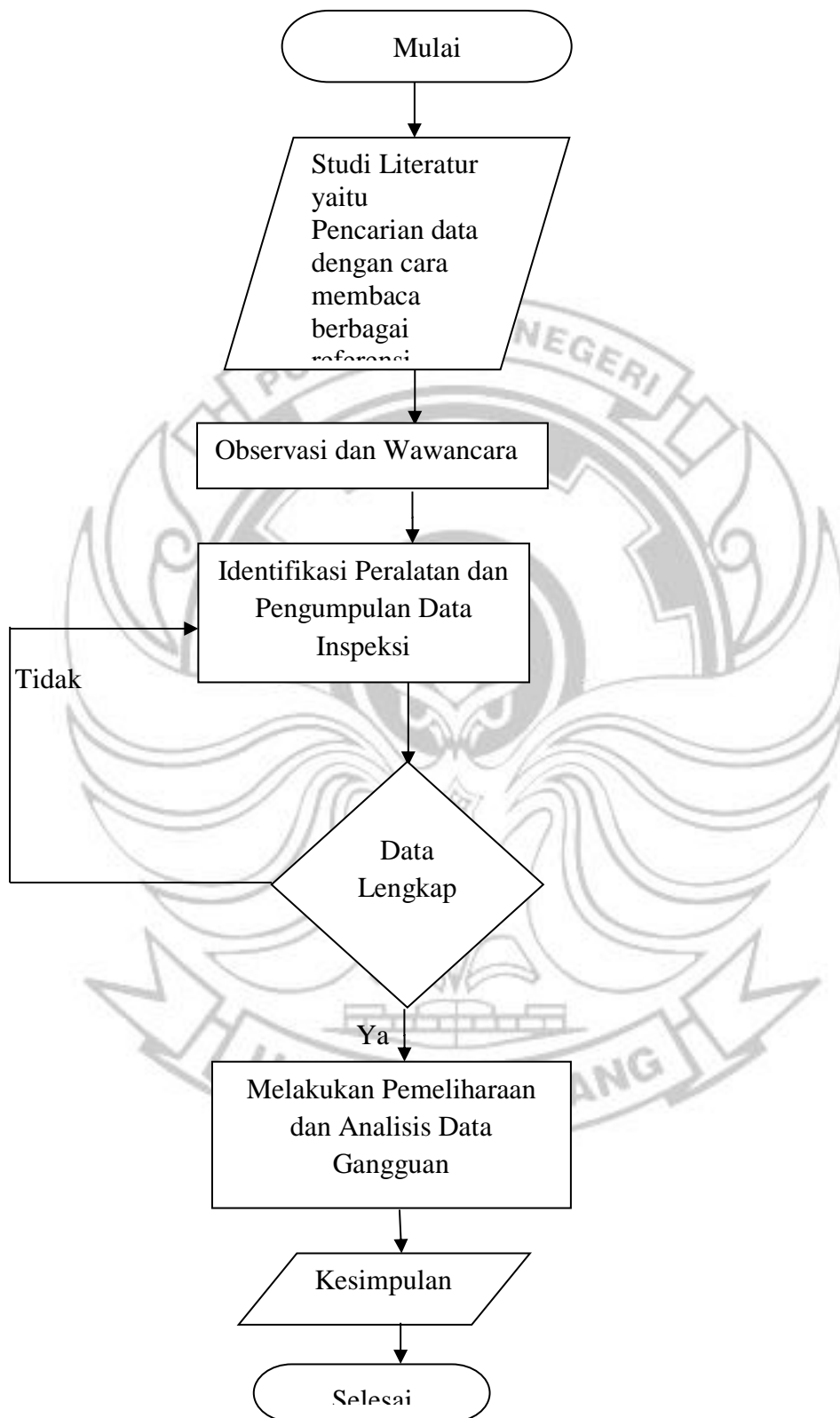
3.3 Teknik Analisis Data

Pembahasan kegiatan Tugas Akhir ini dapat dilakukan dengan langkah langkah sebagai berikut:

- a. Studi *Literatur*, bertujuan untuk memahami konsep dan teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti, melalui sumber buku-buku dan jurnal yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir ini.
- b. Melakukan pengumpulan data gangguan untuk mengetahui keadaan atau kondisi yang sesungguhnya.
- c. Mengidentifikasi faktor dominan gangguan yang sering terjadi pada SUTM.



Flowchart



BAB IV DESKRIPSI HASIL KEGIATAN

4.1 Tabel Data Gangguan PT. PLN (persero) ULP Kalumpang Penyulang

Bira

Bulan	Tanggal	Penyebab	Padam	Nyala	Lama(jam)	Relay
PENYULANG BIRA						
JANUARI	6-Jan-21	Binatang	0.34.40	0.35.15	0.00.35	Tidak ada indikasi
	6-Jan-21	Binatang	11.18.40	11.04.27	0.05.27	GFR
	6-jan-21	Tidak Jelas	11.18.40	11.04.27	0.05.27	GFR
	30-jan-21	Komponen JTM	5.04.40	5.05.51	0.01.11	GFR
	30-jan-21	Komponen JTM	5.05.35	5.49.54	0.44.01	GFR
	30-jan-21	Komponen JTM	6.19.31	6.22.59	0.03.28	GFR
	30-jan-21	Komponen JTM	7.07.11	7.09.42	0.02.31	GFR
FEBRUARI	3-feb-21	Komponen JTM	18.22.22	20.20.40	1.58.18	Tidak ada indikasi
	3-feb-21	Komponen JTM	20.20.40	20.39.07	0.18.27	Tidak ada indikasi
MARET	9-mar-21	Binatang	21.20.53	21.22.12	0.01.19	Tidak ada indikasi
	9-mar-21	Binatang	21.20.53	21.22.12	0.01.19	Tidak ada indikasi

tiang sebanyak 805 batang, 805 buah *travers*, 135 FCO, 8 set DCC dan LBS, dan 41 buah *transformator*.

Inspeksi ini dilaksanakan di PT. PLN (persero) ULP Kalumpang untuk penyulang Bira yang dibawah oleh UP3 Bulukumba, adapun jenis jenis pemeliharaan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pembenahan *travers* miring.
2. Penggantian FCO (*Fuse Cut Out*).
3. Pembenahan tiang miring
4. Perampalan Pohon

Adapun prosedur pemeliharaan yang dapat dilakukan sesuai hasil inspeksi diatas adalah sebagai berikut.

4.2.1 Pembenahan *Travers* Miring

Travers merupakan peralatan yang berfungsi sebagai tempat terpasangnya peralatan pendukung SUTM, sehingga untuk menghindari terjadinya kerusakan peralatan akibat rusaknya *travers* maka diperlukannya pemeliharaan pada *travers* tersebut. Adapun langkah pemeliharaan *travers* adalah sebagai berikut.

1. Menuju ke lokasi gangguan.
2. Melakukan *briefing* yang ditutup dengan doa bersama.
3. Menyiapkan peralatan dan material yang akan digunakan, kemudian menggunakan peralatan K3.

4. Melakukan koordinasi dengan SPV operasi dan piket distribusi tentang kegiatan yang akan dilaksanakan. Memastikan kepada piket distribusi bahwa kondisi jaringan dalam keadaan padam.
5. Memasang tangga dengan posisi 60 – 75 derajat, kemudian mengikat bagian atas tangga dengan kuat.
6. Memastikan konduktor/penghantar sudah tidak bertegangan dengan menggunakan tester 20 kV.
7. Petugas naik membawa peralatan kerja dan tali tambang, mengikat sabuk pengaman pada tiang, memerhatikan sabuk pengaman apakah benar benar telah aman digunakan.
8. Melepas tali pengikat isolator(*top ties*).
9. Melonggarkan mur, baut, klem *travers* dan meluruskan *travers*.
10. Setelah lurus, mengencangkan kembali klem *travers*.
11. Memasang kembali tali pengikat isolator, lalu menurunkan peralatan kerja.
12. Melepas tali pengikat tangga, personil turun dan menurunkan tangga.
13. Melepas *grounding set* yang terpasang pada SUTM.
14. Memastikan kembali jaringan sudah aman dari peralatan kerja yang menempel atau yang dapat mengakibatkan terjadinya hubung singkat.
15. Pengawas pekerjaan berkoordinasi dengan petugas piket rayon bahwa pekerjaan telah selesai dan personil maupun jaringan aman untuk dinormalkan.

16. Petugas piket distribusi unit layanan pelanggan berkoordinasi dengan piket distribusi area untuk penormalan jaringan SUTM.
17. Setelah dilaksanakan penormalan, pengawas pekerjaan memastikan kondisi jaringan SUTM telah aman dan minimal 15 menit petugas masih *standby* ditempat sebelum meninggalkan lokasi.
18. Dokumentasi selesai pekerjaan.
19. Merapikan peralatan kerja dan cek kelengkapannya dan berdoa.



Gambar 4.2 kegiatan pembenahan *travers* miring



Gambar 4.3 proses pembenahan travers yang miring

4.2.2 Penggantian FCO (*Fuse Cut Out*)

Adapun prosedur yang dilakukan dalam pemeliharaan *Fuse Cut Out* adalah sebagai berikut.

- Setelah sampai di lokasi gardu, maka segera lakukan persiapan dan memakai peralatan K3, serta yakinkan bahwa peralatan kerja serta peralatan bantu siap digunakan.
- Selanjutnya laporkan pada piket pengatur cabang bahwa regu pelayanan gangguan distribusi telah sampai di lokasi gardu yang dituju dan siap untuk pelaksanaan penggantian *Fuse Cut Out* pada SUTM gardu distribusi penyulang bira.
- Setelah gardu dibuka kemudian lakukan pelepasan beban sisi TR.
- Lepaskan *fuse holder* dari kedudukannya menggunakan *sackle stock* 20 kV dan lakukan pemeriksaan *fuse holder*.
- Lakukan penggantian *fuse link* sesuai rating standar operasi disertai dengan pemasangan secara sempurna.

- Laporkan kepada piket pengatur distribusi bahwa *fuse holder* akan dimasukkan.
- Ukur tegangan di PHB TR dengan AVO meter.
- Masukkan kembali beban pada sisi TR.
- Kunci kembali gardu tersebut dengan baik.
- Laporkan kepada piket pengatur cabang bahwa pekerjaan sudah selesai dan kondisi aman.
- Sebelum meninggalkan lokasi, petugas agar memastikan bahwa tidak ada peralatan yang tertinggal di lokasi termasuk peralatan K3.
- Petugas pelaksana lapangan kembali menuju kantor untuk membuat laporan pelaksanaan pekerjaan, kecuali saat perjalanan mendapat tugas ke gardu berikutnya maka siklus pekerjaan ini akan berlangsung sama.



Gambar 4.4 proses penggantian FCO



Gambar 4.5 kondisi FCO yang akan diganti



Gambar 4.6 kegiatan penggantian FCO



Gambar 4.7 FCO yang akan dipasang

4.2.3 Pembetulan Tiang Miring

Sebagai penyangga penghantar beserta perlengkapannya maka dari itu diharuskannya pemeliharaan tiang listrik agar tidak terjadi gangguan yang disebabkan oleh rusak atau robohnya tiang. Adapun langkah langkah pada saat pelaksanaan pemeliharaan tiang adalah sebagai berikut.

1. Menuju ke lokasi gangguan.
2. Melakukan *briefing* yang ditutup dengan doa.
3. Menyiapkan peralatan dan material yang akan digunakan, kemudian menggunakan peralatan K3.
4. Melakukan koordinasi dengan SPV operasi dengan piket distribusi tentang kegiatan yang akan dilaksanakan. Memastikan kepada piket distribusi bahwa kondisi jaringan dalam keadaan padam.
5. Memasang tangga dengan posisi 60 – 75 derajat, kemudian mengikat bagian atas tangga dengan kuat.
6. Memastikan konduktor/penghantar sudah tidak bertegangan dengan menggunakan tester 20 kV.
7. Petugas naik membawa peralatan dan tali tambang, mengikat sabuk pengaman pada tiang, memerhatikan sabuk pengaman apakah telah benar benar aman digunakan.
8. Melilit kawat sling dibawah plat simpul *travers* untuk penarikan *schoer* sementara (untuk jaringan lurus), *schoer* permanen dibawah plat simpul *travers* (untuk jaringan belokan atau sudut)

9. Mengait *steel wire* dengan memakai span skrup pada kawat sling untuk jaringan lurus, dan pada klem *schoer* (permanen) untuk jaringan belokan/sudut.
10. Memasang patok *schoer* sementara untuk jaringan lurus dan *schoer* permanen untuk jaringan sudut/belokan, lalu mengencangkan *steel wire* dengan bantuan *tackle*
11. Meluruskan atau menegakkan tiang yang miring tersebut dengan bantuan *tackle*.
12. Membuka tali pengikat isolator tumpu dan meletakkan kawat hantaran SUTM diatas *travers* (untuk jaringan lurus), dan mengendorkan kawat hantaran SUTM dengan bantuan *tackle* (untuk jaringan belokan/sudut).
13. Melepas ikatan tangga bagian atas dan petugas turun lalu menurunkan tangga.
14. Membuat lubang dengan kedalaman secukupnya, lalu meluruskan atau menegakkan tiang yang miring tersebut dengan bantuan *tackle*.
15. Apabila tiang sudah berdiri tegak lurus, memadatkan tanah bekas lubang galian (memakai batu) atau melakukan pengecoran pada bagian bawah tiang untuk memperbaiki pondasi tiang.
16. Memasang kembali tangga dengan sudut 60 – 75 derajat.
17. Petugas naik, lalu mengikat sabuk pengaman pada tiang dan teliti sabut pengaman betul betul aman digunakan, lalu ikatkan tangga bagian atas ke tiang.

18. Memasang kembali kawat hantaran SUTM pada isolator.
19. Membongkar *steel wire* dan patok *schoer* sementara (untuk jaringan lurus) dan klem *schoer* permanen dibawah plat simpul travers (untuk jaringan belokan / sudut).
20. Memeriksa kembali hasil pekerjaan.
21. Menurunkan kembali peralatan kerja.
22. Melepas tali pengikat tangga, petugas turun dan menurunkan tangga.
23. Melepas *grounding set* yang terpasang pada SUTM.
24. Memastikan kembali jaringan sudah aman dari peralatan kerja yang menempel atau yang dapat mengakibatkan terjadinya hubung singkat.
25. Pengawas pekerjaan berkoordinasi dengan piket rayon bahwa pekerjaan telah selesai dan kondisi personil maupun jaringan aman untuk dinormalkan.
26. Piket distribusi rayon berkoordinasi dengan piket distribusi area untuk penormalan jaringan SUTM.
27. Setelah melakukan penormalan, pengawas pekerjaan memastikan kondisi jaringan SUTM telah aman.
28. Mendokumentasikan hasil pekerjaan.
29. Merapikan peralatan kerja dan mengecek kelengkapannya dan berdoa.



Gambar 4.8 kegiatan pembenahan tiang miring di dusun tarampang

4.2.4 Perampalan pohon

Untuk mengamankan jaringan dari pohon yang dapat membahayakan lingkungan sekitar maka harus dilakukan perampalan. Adapun prosedur perampalan pohon adalah sebagai berikut.

1. Menuju ke lokasi gangguan.
2. Melakukan briefing dan ditutup dengan doa bersama.
3. Menyiapkan dan menggunakan alat perlindungan diri dan alat kelengkapan penunjang pekerjaan sebelum melakukan kegiatan pemangkasan.
4. Mengkoordinasikan pekerjaan dengan piket distribusi untuk melakukan pemadaman di area pekerjaan.
5. Meminta izin kepada pemilik pohon di halaman rumah warga yang mengarah ke jaringan sesuai ROW.

6. Memasang tangga dan rambu rambu jalan pada saat melakukan pemangkasan.
7. Melakukan kegiatan pemangkasan sesuai ROW dengan menggunakan kelengkapan alat perlindungan diri yang aman dan memperhatikan lingkungan kerja disekitar proses pemangkasan berlangsung. Jika diperlukan, ikat ranting pohon yang akan di pangkas.
8. Jika selesai melakukan pemangkasan, membersihkan lingkungan kerja dari sisa sisa hasil pemangkasan tersebut.
9. Melaporkan ke operator distribusi melalui radio komunikasi jika pekerjaan pemangkasan pada hari itu telah selesai.
10. Mendokumentasikan hasil pekerjaan.
11. Merapikan peralatan kerja dan mengecek kelengkapannya dan berdoa.



Gambar 4.9 kegiatan perampalan pohon daerah dusun darubiah

4.3 Analisa Pemadaman Akibat Gangguan Oleh Layang Layang

Pemadaman akibat gangguan penyulang oleh layang layang sering terjadi dan mengalami peningkatan pada tahun 2021 dibandingkan dengan tahun sebelumnya, permainan layang layang yang menggunakan kawat bermaterial logam dapat dapat menyebabkan gangguan hubung singkat 1 fasa ke bumi, 2 fasa atau 3 fasa. Saat warga setempat bermain layang layang disekitar SUTM, kawat layang layang bermaterial logam menempel atau tersangkut di 2 fasa atau 3 fasa kawat penghantar terbuka (tanpa isolasi) dan FCO (*Fuse Cut Out*). Kawat layang layang tersebut dapat menjadi penghantar dan bersifat sebagai impedansi gangguan yang memiliki nilai sangat kecil, sehingga akan menghasilkan arus gangguan hubung singkat yang sangat besar melebihi kapasitas saluran penghantar. Arus gangguan yang besar dan melebihi kapasitas penghantar tersebut akan membuat system pengaman *relay* arus lebih momen (*over current moment*) bekerja dan penyulang jatuh (*trip*) yang mengakibatkan terjadinya pemadaman tak terencana.

Pada saat terjadi hubung singkat antar fasa, akan timbul lompatan api (*flash over*) yang mengakibatkan isolasi udara tembus (*breakdown*). Karena yang tembus adalah isolasi udaranya, maka tidak ada kerusakan yang permanen. Setelah arus gangguan terputus krena pemutus tenaga (*circuit breaker*) atau pemutus balik (*recloser*) terbuka oleh *relay* pengamannya, peralatan atau saluran tersebut dapat beroperasi kembali.

Selain gangguan antar fasa, apabila kawat atau benang dan rangka layang layang melilit pada kawat FCO dan mengenai tiang atau *travers* maka dapat menyebabkan gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah dan menimbulkan arus

gangguan hubung singkat yang besar. Sehingga system pengamanan *relay* arus lebih gangguan tanah (*over current ground fault*) akan bekerja dan membuat penyulang trip sehingga listrik padam.



Gambar 4,10 Rangka layang layang yang menggantung di kawat FCO di jalan poros bira

Gangguan penyulang oleh layang layang juga dapat menyebabkan gangguan yang bersifat permanen dimana system baru bisa dioperasikan kembali apabila bagian yang terkena layang layang dibersihkan dan bagian yang rusak diperbaiki atau diganti. Gangguan tersebut sampai mengakibatkan gangguan permanen ini memang jarang terjadi, tetapi perlu diwaspadai Karena dampak yang ditimbulkannya sangat berbahaya, yaitu dapat mengakibatkan SUTM putus yang berpotensi mengenai pemain layang layang atau masyarakat sekitar.

Hubung singkat yang terjadi karena kawat dan rangka layang layang melilit di SUTM akan menimbulkan lompatan lompatan api yang membuat saluran penghantar rapuh dan mempercepat penuaan penghantar. Ditambah lagi panas yang timbul akibat arus gangguan yang besar juga dapat merusak isolasi dan mengikis lapisan penghantar. Akibatnya, lama kelamaan luas penampang penghantar

semakin kecil dan kemampuan hantar arus yang dimilikinya menurun. Sehingga ketika dalam kondisi tersebut penghantar tetap di aliri arus normal, penghantar atau kawat SUTM akan putus, adanya penghantar yang putus arah beban akan mengakibatkan beban tidak seimbang pada pada setiap fasanya. Hal ini membuat pengaman relay akan bekerja dan penyulang jatuh / *trip*.

Berdasarkan data yang berhasil didapatkan dari ULP Kalumpang khususnya penyulang bira dapat dilihat hasil dari gangguan dan penyebab trip yang terjadi pada penyulang bira yang berada di ULP Kalumpang dapat dilihat dari table berikut ini.



4.4 Tabel Data Gangguan PT. PLN (persero) ULP Kalumpang Penyulang

Bira

Bulan	Tanggal	Penyebab	Padam	Nyala	Lama(jam)	Relay
PENYULANG BIRA						
JANUARI	6-Jan-21	Binatang	0.34.40	0.35.15	0.00.35	Tidak ada indikasi
	6-Jan-21	Binatang	11.18.40	11.04.27	0.05.27	GFR
	6-jan-21	Tidak Jelas	11.18.40	11.04.27	0.05.27	GFR
	30-jan-21	Komponen JTM	5.04.40	5.05.51	0.01.11	GFR
	30-jan-21	Komponen JTM	5.05.35	5.49.54	0.44.01	GFR
	30-jan-21	Komponen JTM	6.19.31	6.22.59	0.03.28	GFR
	30-jan-21	Komponen JTM	7.07.11	7.09.42	0.02.31	GFR
FEBRUARI	3-feb-21	Komponen JTM	18.22.22	20.20.40	1.58.18	Tidak ada indikasi
	3-feb-21	Komponen JTM	20.20.40	20.39.07	0.18.27	Tidak ada indikasi
MARET	9-mar-21	Binatang	21.20.53	21.22.12	0.01.19	Tidak ada indikasi
	9-mar-21	Binatang	21.20.53	21.22.12	0.01.19	Tidak ada indikasi

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor yang mempengaruhi sehingga harus dilakukan pemeliharaan JTM khususnya pada tiang dan FCO yaitu faktor cuaca dan faktor binatang. Faktor cuaca yang mempengaruhi yaitu angin kencang yang menyebabkan pohon tumbang sehingga menimpa jaringan distribusi 20 kV dan kemiringan pada tiang jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV. Selain itu, terdapat pula faktor yang disebabkan oleh binatang yakni kuskus dan kelelawar yang biasa ditemukan pada jaringan yang menjadi penyebab trip pada penyulang Bira karena kebanyakan binatang tersebut bergelantungan pada FCO.
2. Beberapa kegiatan pemeliharaan jaringan yang dapat dilakukan yaitu Pemeliharaan Terpadu Tuntas (PTT) yang bertujuan untuk menurunkan, dan mengendalikan gangguan pada penyulang Bira. Kegiatan yang dilakukan selama PTT yaitu Perampalan pohon, pengencangan baut baut dan juga andongan serta penggantian komponen.
3. Inspeksi jaringan merupakan suatu pekerjaan yang dimaksudkan untuk mendapatkan jaminan bahwa suatu system/peralatan akan berfungsi secara optimal, umur teknisnya meningkat dan aman baik bagi personil maupun bagi masyarakat. Cara untuk mengetahui bahwa inspeksi jaringan berfungsi dengan baik khususnya pada jaringan distribusi

tenaga listrik adalah melakukan penelusuran pada jaringan untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan kerusakan pada komponen jaringan sehingga petugas dapat mengetahui bentuk-bentuk pemeliharaan dan perbaikan yang dapat mengatasi pada kerusakan yang terjadi pada jaringan tersebut.

5.2 Saran

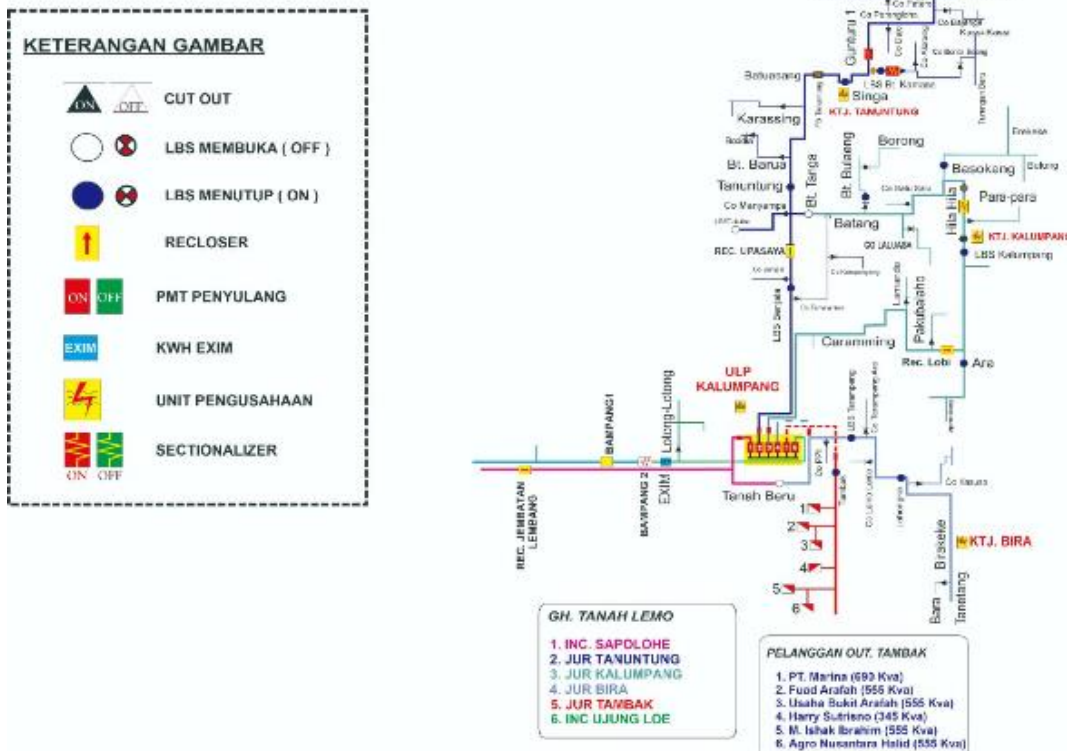
Adapun saran dari penulis setelah melakukan penelitian di PT. PLN (persero) Rayon Kalumpang sebagai berikut :

1. Agar pemeliharaan terparu tuntas pada tiap penyulang dilaksanakan 3 kali dalam setahun guna meningkatkan kualitas distribusi listrik dan meminimalisir kerugian yang dialami pihak PT. PLN (persero) akibat gangguan pada JTM.
2. Melakukan pengecekan secara berkala sepanjang penyulang yang berpotensi menyebabkan gangguan.
3. Sebaiknya pengawas pekerjaan harus lebih tegas dalam melaksanakan tugasnya agar pekerjaan dilakukan dilakukan sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Ghozali "Standarisasi Konstruksi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah"
- Putra.K.D.P,. "Pemeliharaan System Jaringan Distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah 20KV Di Pt Pln (Persero) Unit Layanan Pengadaan Panarukan.
- PT. PLN (Persero) Buku 5 Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik).2011
Jenis-jenis-pemeliharaan-maintenance. 2020
- PT. PLN (Persero) Buku 5 Standar Konstruksi JTM Tenaga Listrik
- Standar Nasional Indonesia. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011.SNI0225:2011
- Standar Kompetensi Tenaga Teknik Ketenagalistrikan Bidang Distribusi. 2011
- Zulfahmi.sistem rangkaian tenaga listrik. 2013
- Mastang, Dkk (2016). Panduan penulisan proposal dan laporan tugas akhir D-3 PNUP. Politeknik Negeri Ujung Pandang.

LAMPIRAN - LAMPIRAN



Gambar Single line diagram sistem 20 kV PLN ULP KALUMPANG

Kegiatan Pembenahan *Travers* Miring



Kegiatan Pemeliharaan FCO





Kegiatan Pembenahan Tiang Miring Daerah Tarampang



Dokumentasi Hewan Yang Menyebabkan Trip Pada Penyulang Bira

