

# **LAPORAN KERJA PRAKTEK**

## **PENAMBAHAN DAN PEMASANGAN JARINGAN TEGANGAN MENENGAH PT PLN (PERSERO) ULP P.BERANDAN**

**DISUSUN OLEH :**  
**MUHAMMAD FAHRIZA**  
**188120044**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**2021**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/12/22

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)20/12/22

# LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KERJA PRAKTEK

PENAMBAHAN DAN PEMASANGAN JARINGAN  
TEGANGAN MENENGAH  
PT PLN (PERSERO) ULP P.BERANDAN

DISUSUN OLEH :

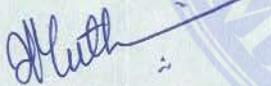
NAMA : MUHAMMAD FAHRIZA

NPM : 188120044

PRODI : TEKNIK ELEKTRO

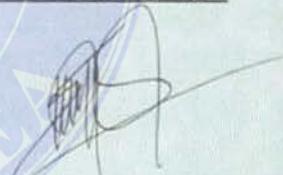
FAKULTAS : TEKNIK

Dosen Pembimbing



( Syarifah Muthia Putri, ST. MT )

Pembimbing Lapangan



( Eki Putra )

NILAI :

A

Ketua Program Studi Teknik Elektro



( Syarifah Muthia Putri, ST. MT )

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami ucapkan kepada Allah Yang Maha Penyayang, yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Lapora Kerja Peraktek. penyusunan Lapora Kerja Peraktek ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Jenjang Pendidikan Sarjana (S1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area .Penyusunan Lapora Kerja Peraktek disusun berdasarkan hasil Kerja Peraktek di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Pangkalan Berandan selama kurang lebih satu bulan

Dalam penyusunan ini penulis membahas tentang Penambahan Dan P emasangan Jaringan Tegangan Menengah .Di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Pangkalan Berandan .Karena hal itu berkaitan dengan latar belakang Pendidikan kami di Universitas Medan Area yang mengambil jurusan Teknik Elektro

Dalam proses penyusunan Lapora Kerja Peraktek ini penulis banyak mengalami kesulitan dan hambatan baik yang bersifat teknis maupun non teknis,oleh karena itu pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis selama melaksanakan penyusunan Lapora Kerja Peraktek , yaitu kepada :

1. Keluarga yang telah memberi bantuan dan motivasi sampai selesainya kegiatan ini.
2. Ibu Dina maizana MT, selaku Dekan Fakuktas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
4. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT selaku dosen pembimbing kerja praktek jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
5. PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Pangkalan Berandan
6. Bapak Eki putrsa selaku supervisor Teknik di PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan (ULP) Pangkalan Berandan
7. Pihak pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

banyak ilmu kepada penulis.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/12/22

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Kerja Peraktek ini mungkin masih ada kekurangan,hal ini dikarenakan terbatasnya kemampuan yang penulis miliki,oleh karena itu penulis juga menerima kritik dan saran yang bersifat membangun.

Semoga penyusunan Laporan Kerja Pratek ini dapat bermanfaat untuk semua pihak terutama mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area

Pangkalan Berandan ,14 juni 2021



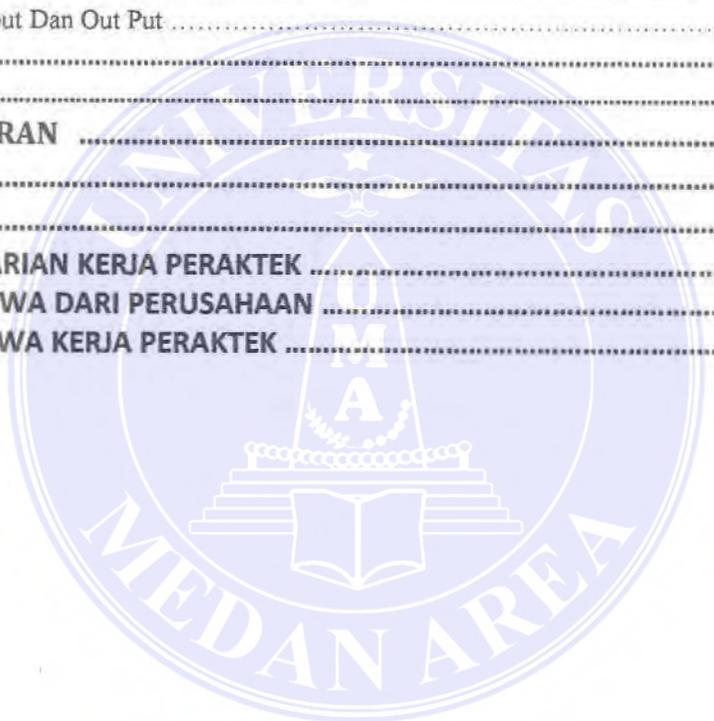
## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
ABSTRAK .....	vi
BAB I .....	
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Dan Obyektif .....	1
B. Ruang Lingkup .....	2
C. Metodologi .....	2
BAB II .....	
STUDI KASUS .....	3
2.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik .....	3
2.1.1 Klasifikasi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 Kv .....	3
2.2 Berdasarkan Konfigurasi Jaringan Primer .....	4
2.2.1 Jaringan Distribusi 20 Kv Pola Ring .....	4
2.3 Standar Konstruksi .....	5
a. Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) .....	5
b. Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM) .....	5
2.4 Indeks Standar Konstruksi .....	5
1. Standar Konstruksi JTM 1 Fasa .....	6
2. Konstruksi SUTM 1 Fasa – 3 Fasa .....	6
3. Konstruksi SUTM 3 Fase Single Circuit .....	6
4. Konstruksi SUTM 3 Fasa Double Circuit .....	7
5. Konstruksi Kelengkapan JTM 3 Fasa .....	7
7. Konstruksi SKTM 3 Fasa .....	8
2.5 Sistem Penghantar .....	8
2.6 Trafo Distribus .....	8
2.7 Komponen Saluran Udara Tegangan Menengah .....	8
2.7.1 Penghantar .....	8
2.7.2 Tiang Pada SUTM.....	9
A. Tiang Kayu .....	9
B. Ting Besi.....	9
C. Tiang Beton .....	9
2.7.3 Cross Arm Cross Arm .....	9
A. Single Support On Single Pole (Tipe A1) .....	10
B. Double Support On Single/Double Pole (Tipe A3) .....	10
2.7.4 Isolator .....	11
A. Isolator Gantung .....	11
B. Isolator Pasak .....	11
2.7.5 Peralatan Hubung (Switching) .....	12
2.8 Lightning Arrester .....	12

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

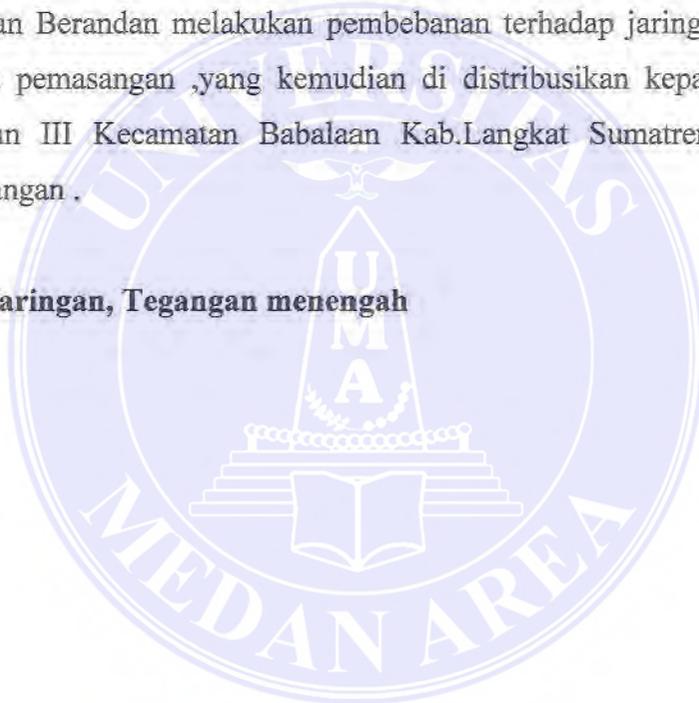
<b>PENGUMPULAN DATA .....</b>	<b>17</b>
<b>A. Penambahan Dan Pemasangan Jaringan Menengah .....</b>	<b>17</b>
<b>BAB IV .....</b>	<b>21</b>
<b>ANALISA .....</b>	<b>21</b>
<b>A. Penambahan Dan Pemasanga Jaringan Tegangan Menengah .....</b>	<b>21</b>
a. Survei Lapangan .....	21
b. Penanaman Tiang .....	21
c. Pemasangan Konstruksi <del>Error! Bookmark not defined.</del> .....	22
<b>a. Pemasangan Tiang Untuk Trafo .....</b>	<b>23</b>
b. Penasangan Lightnit Arrester Dan Fuse Cut Out (FCO) .....	23
c. Pemasangan Cross Arm .....	23
d. Pemasangan Arm Tie Broce (Besi Penyangga ) .....	24
e. Pemasangan Kelem Beugel .....	24
f. Pemasangan Isolator .....	24
g. Pemasangan Kabel Input Dan Out Put .....	24
h. Pemasangan Fanel .....	24
<b>BAB V .....</b>	<b>25</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>25</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>26</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>27</b>
<b>LAPORAN KEGIATAN HARIAN KERJA PERAKTEK .....</b>	<b>28</b>
<b>DAFTAR NILAI MAHASISWA DARI PERUSAHAAN .....</b>	<b>29</b>
<b>DAFTA HADIR MAHASISWA KERJA PERAKTEK .....</b>	<b>29</b>



## ABSTRAK

Listrik merupakan komoditi utama untuk pembangunan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan sosial. Ketersediaan tenaga listrik yang cukup, aman, andal dan ramah lingkungan merupakan unsur penting dalam menjalani roda perekonomian. Sebagai komoditi utama, maka ketersediaan listrik harus dijaga baik produksi maupun pasokannya. Dalam melakukan penambahan dan pemasangan jaringan tegangan menengah yang bertujuan untuk memaksimalkan tegangan listrik .yang perlu di perhatikan yaitu ,travo distribusi yang akna digunakan,jenis tiang yang akan di gunakan dan survey lapangan untuk menentukan jumlah kostruksi yang akan digunakan dan dipasang .Setelah melakukan pemasangan kemudian PT PLN (Persero) Pangkalan Berandan melakukan pembebanan terhadap jaringan yang sudah selesai dilaksanakannya pemasangan ,yang kemudian di distribusikan kepada masysrakat Desa Telukmeku Dusun III Kecamatan Babalaan Kab.Langkat Sumatrera Utara yang mengalami dropnya tegangan .

**Kata Kunci : Listrik, Jaringan, Tegangan menengah**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar belakang dan Obyektif

Listrik merupakan komoditi utama untuk pembangunan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan sosial. Ketersediaan tenaga listrik yang cukup, aman, andal dan ramah lingkungan merupakan unsur penting dalam menjalani roda perekonomian, Sebagai komoditi utama, maka ketersediaan listrik harus dijaga baik produksi maupun pasokannya. Gangguan listrik sekecil apapun, akan berdampak buruk pada tatanan sosial ekonomi masyarakat. Listrik merupakan urat nadi kehidupan masyarakat kita.

Pertumbuhan sektor ketenagalistrikan memberikan andil yang besar bagi pertumbuhan ekonomi nasional, demikian pula sebaliknya, pertumbuhan ekonomi akan memacu peningkatan kebutuhan tenaga listrik, sehingga diperlukan peningkatan infrastruktur penyediaan tenaga listrik dari waktu ke waktu. Undang-undang No. 30 tahun 2009 tentang ketenagalistrikan mengamanatkan kepada pemerintah untuk menyediakan tenaga listrik dengan jumlah yang cukup dan mutu yang baik bagi seluruh lapisan masyarakat Indonesia dari Sabang sampai Merauke.

Hal tersebut dapat tercapai adanya dukungan dari seluruh stakeholders di sektor ketenagalistrikan baik badan usaha penyedia listrik maupun badan usaha jasa penunjang tenaga listrik. Oleh karena itu, diharap selalu terjalin kerjasama yang harmonis antara badan usaha penyedia listrik maupun badan usaha jasa penunjang tenaga listrik dengan para stakeholders seperti PT. PLN (Persero) dan perusahaan- perusahaan listrik swasta sebagai penyedia tenaga listrik. Dalam rangka pembangunan sarana dan prasarana kelistrikan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat.

### B. Ruang lingkup

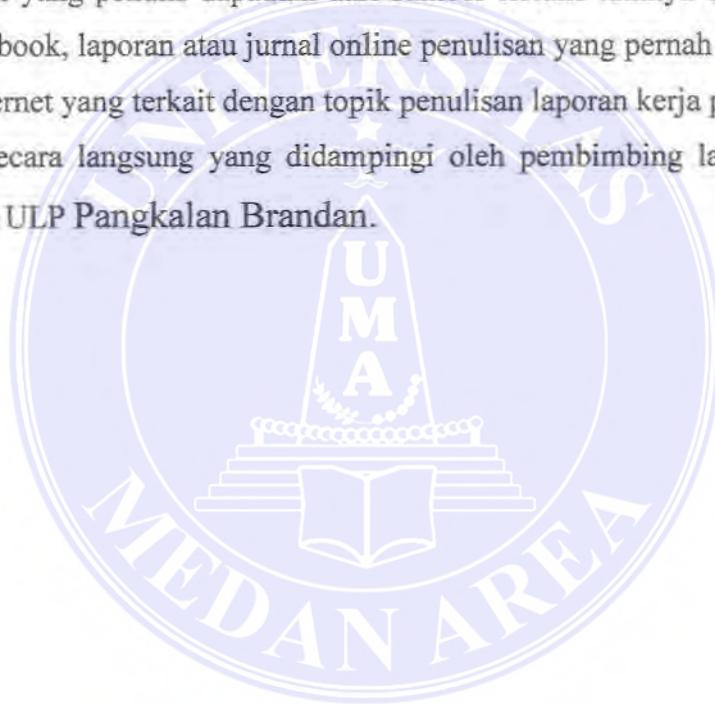
Ruang lingkup dalam kerja peraktek ini antara lain sebagai berikut :

1. Mengerti bagaimana proses penambahan dan pemasangan jaringan tegangan menengah yang dilakukan di PT. PLN ULP Pangkalan Berandan.

2. Memahami bagaimana Standar Operasional (SOP) yang di lakukan pihak PLN ULPPangkalan Berandan untuk keamanan dalam melakukan proses penambahan dan pemasangan jarigan tegangan menengah
3. Membahas seputar peralatan yang digunakan pada jaringan udara 20 kV pada saat melakukan proses penambahan dan pemasangan jarigan tegangan menengah yang dilakukan di PT. PLN ULP PangkalanBerandan.

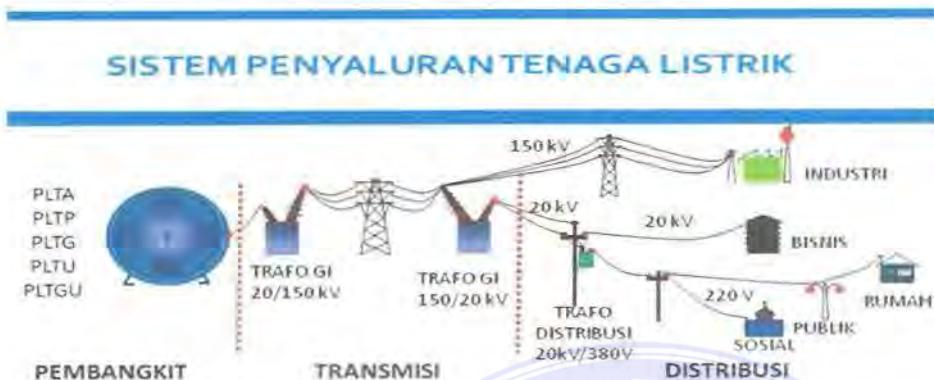
### C. Metodologi

1. Penelitian yang dilakukan penulis dalam penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut :
2. 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.
3. Pengamatan secara langsung yang didampingi oleh pembimbing lapangan di PT. PLN (Persero) ULP Pangkalan Brandan.



## BAB II STUDI KASUS

### 2.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik



Gambar 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 keergian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini keergian 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 keergian daya juga akan kecil pula.

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

#### 2.1.1 Klasifikasi Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kv

Sistem distribusi tenaga listrik didefinisikan sebagai bagian dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan gardu induk/pusat pembangkit listrik dengan konsumen. Sedangkan jaringan distribusi adalah sarana dari sistem distribusi tenaga listrik di dalam menyalurkan

Dalam menyalurkan tenaga listrik ke pusat beban, suatu sistem distribusi harus disesuaikan dengan kondisi setempat dengan memperhatikan faktor beban, lokasi beban, perkembangan dimasa mendatang, keandalan serta nilai ekonomisnya.

Berdasarkan tegangan pengenalnya sistem jaringan distribusi dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

1. 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 menu ke Gardu Distribusi, besar tegangan yang disalurkan adalah 6 KV, 12 KV atau 20 KV.
2. Jaringan tegangan distribusi sekunder atau Jaringan Tegangan Rendah (JTR), salurannya bisa berupa SKTM atau SUTM yang menghubungkan Gardu Distribusi/sisi sekunder trafo distribusi ke konsumen. Tegangan sistem yang digunakan adalah 220 Volt dan 380 Volt.

## 2.2 Berdasarkan Konfigurasi Jaringan Primer

Konfigurasi jaringan distribusi primer pada suatu sistem jaringan distribusi sangat menentukan mutu pelayanan yang akan diperoleh khususnya mengenai kontinuitas pelayanannya. Adapun jenis jaringan primer yang biasa digunakan adalah:

- a. Jaringan distribusi pola radial
- b. Jaringan distribusi pola loop
- c. Jaringan distribusi pola grid
- d. Jaringan distribusi pola spindle

### 2.2.1 Jaringan Distribusi 20 Kv Pola Ring

Perkembangan jaringan dalam mengikuti perkembangan beban maka jaringan yang jaringan tadinya berbentuk Radial akhirnya dapat menjadi Ring. Pada konfigurasi radial apabila terjadi gangguan pada salah satu Feeder maka semua pelanggan yang terhubung pada Feeder tersebut terganggu. Apabila gangguan tersebut bersifat permanen dan memerlukan perbaikan terlebih dahulu sebelum dapat di operasikan kembali, maka pelanggan yang mengalami interupsi pelayanan jumlahnya terlalu banyak. Pada konfigurasi Ring jumlahnya dapat di kurangi.

## 2.3 Standar Konstruksi

1. Jaringan Tegangan Menengah (JTM)
2. Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut :

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

Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) adalah sebagai konstruksi termurah untuk penyaluran tenaga listrik pada daya yang sama. Ciri utama jaringan ini adalah penggunaan penghantar telanjang yang ditopang dengan isolator pada tiang besi atau beton. Untuk lebih meningkatkan keamanan dan keandalan penyaluran tenaga listrik, penggunaan penghantar telanjang atau penghantar berisolasi setengah pada konstruksi jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah 20 kV, dapat juga digantikan dengan konstruksi penghantar berisolasi penuh yang dipilin. Isolasi penghantar tiap Fasa tidak perlu di lindungi dengan pelindung mekanis.

### b. Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM)

Konstruksi SKTM adalah konstruksi yang aman dan andal untuk mendistribusikan tenaga listrik Tegangan Menengah, tetapi relatif lebih mahal untuk penyaluran daya yang sama. Keadaan ini dimungkinkan dengan konstruksi isolasi penghantar per Fase dan pelindung mekanis yang dipersyaratkan. Pada rentang biaya yang diperlukan, konstruksi ditanam langsung adalah termurah bila dibandingkan dengan penggunaan konduit atau bahkan tunneling (terowongan beton).

## 2.4 Indeks Standar Konstruksi

Dalam menyusun suatu perencanaan jaringan distribusi, perencana harus mengikuti standar konstruksi yang sudah ditetapkan. Standar konstruksi ini menyesuaikan jenis jaringan yang akan dibangun.

### 1. Standar Konstruksi JTM 1 Fasa

Standar konstruksi JTM 1 fasa meliputi konstruksi untuk tarikan lurus, belokan, dead end dan percabangan. Kode dari standar konstruksi ini diawali dengan kode CA.



**Gambar 2.4 (1) Standart Kontruksi JTM 1 Fasa**

## **2. Konstruksi SUTM 1 Fasa – 3 Fasa**

Standar konstruksi SUTM 1 fasa dan 3 fasa meliputi konstruksi untuk tarikan lurus, belokan dan dead end. Kode dari standar konstruksi ini diawali dengan kode CA.



**Gambar 2.4 (2) Konstruksi SUTM 1 Fasa – 3 Fasa**

## **3. Konstruksi SUTM 3 Fasa Single Circuit**

Standar konstruksi SUTM 3 fasa single circuit ini meliputi konstruksi untuk tarikan lurus, belokan dan dead end. Kode dari standar konstruksi ini diawali dengan kode CC



Gambar 2.4 (3) Kontruksi SUTM 3 Fasa Single Circuit

#### 4. Konstruksi SUTM 3 Fasa Double Circuit

Standar konstruksi SUTM 3 fasa double circuit ini meliputi konstruksi untuk tarikan lurus, belokan dan dead end. Kode dari standar konstruksi ini diawali dengan kode CC.



Gambar 2.4 (4) Konstruksi SUTM 3 Fasa Singe Circuit

#### 5. Konstruksi Kelengkapan JTM 3 Fasa

Standar konstruksi untuk kelengkapan JTM meliputi konstruksi untuk perpanjangan tiang (tarikan lurus maupun belokan), kawat tarik, anchor, grounding, dan perlengkapan lainnya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/12/22

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)20/12/22

## 6. Konstruksi SKTM 3 Fasa

Standar konstruksi SKTM 3 fasa meliputi konstruksi yang terkait dengan lokasi atau peletakan jaringan dan konstruksi sambungan. Kode dari standar konstruksi ini diawali dengan kode KTM, PTM dan KTR.

### 2.5 Sistem Penghantar

- a. Penghantar tidak berisolasi A3C, BCC, A2C , ACSR
- b. Pernghantar berisolasi (Jenis twisted cable yang umumnya dipakai NYM- T, NYMZ, NFYM, NFY, NF2X, NFA2X, NFA2X, NFA2XSEY-T (TWISTED CABLE).

### 2.6 Trafo Distribusi

Transformator adalah suatu alat listrik yang digunakan untuk mentransformasikan daya atau energi listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi- elektromagnet.

Trafo yang umum digunakan untuk sistem distribusi yaitu trafo 1 phasa dan trafo 3 phasa. Sedangkan berdasar sistem pengamannya, trafo distribusi dibagi menjadi dua macam, yaitu trafo CSP dan trafo non CSP.

### 2.7 Komponen-Komponen Saluran Udara Tegangan Menengah

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

#### 2.7.1 Penghantar

- a. Penghantar Telanjang AAAC atau (BC : Bare Conductor) .Konduktor dengan bahan utama alluminium (Al) yang di pilin bulat padat, sesuai SPLN42 -10 : 1986 dan SPLN 74 : 1987

b. Penghantar Berisolasi Setengah AAAC-S

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

### 2.7.2 Tiang pada SUTM

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

a) Tiang Kayu

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

b) Tiang besi

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

c) Tiang beton

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

### 2.7.3 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. Konstruksi ini digunakan untuk tiang tikungan dengan sudut  $10^{\circ}$  sampai  $30^{\circ}$ . Menggunakan double traves dan double isolator dan satu set treckschoor.

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

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 2.7.3 Double Support on Single/ Double Pole (Type A 3)

#### 2.7.4. 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

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.

b) Isolator Pasak (Pin Isolator)

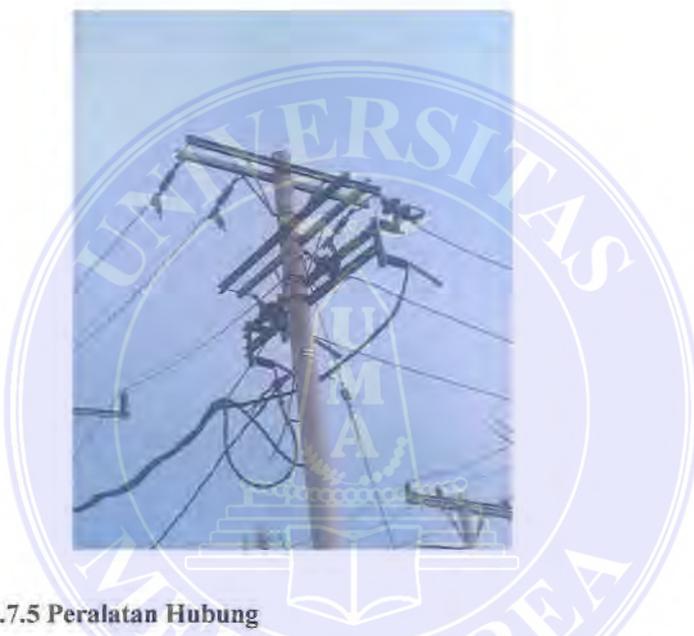


Gambar 2.7.4 (2) Isolator Pasak

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

### 2.7.5 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 2.7.5 Peralatan Hubung

### 2.8 Lightning Arrester

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



### Bagian-bagian dari 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.

## 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 lebih yang tinggi pada peralatan. Jalan pintas itu harus sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran arus daya sistem 50 hertz. Jadi pada kerja normal arrester itu dan bila timbul surja dia berlaku sebagai konduktor, jadi melewatkan aliran arus yang tinggi. Setelah surja hilang, arrester harus dengan cepat kembali menjadi isolator sehingga pemutus daya tidak sempat membuka.

### 2.9 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.

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

### 2.10 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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/12/22

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)20/12/22

dan pada peralatan ini recloser dapat dikendalikan cara pelepasannya. Dari dalam kotak kontrol inilah pengaturan (setting) recloser dapat ditentukan.



#### **Cara Kerja Recloser :**

1. Pada saat terjadi gangguan, arus yang mengalir melalui Recloser sangat besar sehingga menyebabkan kontak Recloser terbuka (trip) dalam operasi cepat (fast trip) Saklar dan Pengaman.
2. Kontak Recloser akan menutup kembali setelah melewati waktu reclose sesuai setting Tujuan memberi selang waktu ini adalah untuk memberikan waktu pada penyebab gangguan agar hilang, terutama gangguan yang bersifat temporer.
3. Jika gangguan bersifat permanen, Recloser akan membuka dan menutup balik sesuai dengan settingnya dan akan lock-out (terkunci).
4. Setelah gangguan dihilangkan oleh petugas, baru Recloser dapat dimasukkan kesistem

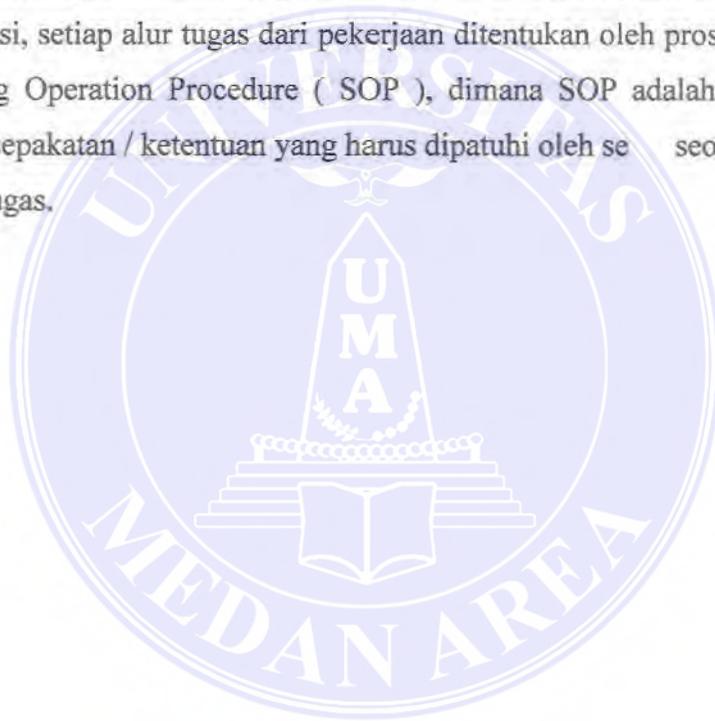
#### **2.11 Prosedur Pengoperasian Sistem Distribusi**

Yang dimaksud dengan prosedur operasi pengaturan dan pengusahaan jaringan tegangan menengah adalah usaha menjamin kelangsungan penyaluran tenaga listrik, mempercepat penyelesaian gangguan – gangguan yang timbul, serta dilain pihak menjaga keselamatan baik petugas pelaksana operasi maupun instalasinya sendiri. Pengoperasian jaringan distribusi tegangan menengah tersebut dilaksanakan dengan :

1. Memanuver atau memanipulasi jaringan, dengan menggunakan telekontrol maupun

2. Menerima informasi – informasi mengenai keadaan jaringan dan kemudian membuat penilaian (observasi) seperlunya guna menetapkan tindak lanjutan.
3. Menerima besaran-besaran pengukuran pada jaringan yang kemudian membuat penilaian (observasi) seperlunya guna menetapkan tindak lanjutan.
4. Mengkoordinasikan pelaksanaannya dengan pihak – pihak lain yang bersangkutan.
5. Mengawasi jaringan secara kontinyu.
6. Mengusut dan melokalisir gangguan jaringan.

Kegiatan operasi distribusi ini dibedakan dalam dua keadaan yaitu keadaan normal dan keadaan gangguan. Operasi sistem distribusi juga tergantung dari beberapa hal, antara lain berdasarkan pada konfigurasi dan pola jaringan sistem distribusi yang digunakan. Dalam operasi sistem distribusi, setiap alur tugas dari pekerjaan ditentukan oleh prosedur tetap yang biasa disebut Standing Operation Procedure ( SOP ), dimana SOP adalah prosedur yang dibuat berdasarkan kesepakatan / ketentuan yang harus dipatuhi oleh se seorang atau tim untuk melaksanakan tugas.



## BAB III PENGUMPULAN DATA

### A. Penambahan dan Pemasangan Tegangan Jaringan Menengah

Penambahan dan pemasangan jaringan tegangan menengah adalah suatu upaya memaksimalkan tenaga listrik yang sedang mengalami dropnya tegangan

#### a. Survey lapangan

Survey lapangan atau survey lokasi adalah tahapan awal yang sangat penting dalam merencanakan suatu kegiatan perencanaan proyek dimana dalam survey lokasi tersebut kita dapat mengetahui letak keadaan tanah dan keadaan lingkungan tersebut sehingga perencana dapat semaksimal mungkin untuk dapat merencanakan bangunan yang akan didirikan di lokasi tersebut.

Dalam tahap survey lapangan juga harus dilakukan oleh tim menejem proyek dimana tim ini sangat menentukan akan kualitas dan waktu pekerja, karena tim ini merencanakan beberapa hal yang sangat mendukung dalam pelaksanaan pekerjaan. Survey lapangan sangatlah penting karena perencanaan baik itu penempatan material dan pengiriman jenis material banyak sedikitnya material dan material apa saja yang di dahulukan itu tergantung dari survey lapangan, penggunaan alat beratpun di hitung di dalam tahap survey lapangan.

#### ➤ Penanaman tiang

Setelah dilaksanakan nya survey dan di tentukannya penempatan atau peletakan tiang .Setelah itu pekerja dari kontraktor membuat lubang di tempat yg akan di dirikan tiang



#### ➤ Pemasangan Konstruksi

Sebelum anda memasang tiang listrik jenis beton dengan baik dan benar, Anda haruslah mengetahui bagaimanakah jarak tiang satu dengan tiang yang lain. Sebelum

menentukan jarak tiang, Anda juga harus memperhatikan jarak tiang satu ke tiang yang lain yang bergantung kepada tinggi atau rendahnya tegangan. Bagi tiang yang memiliki tegangan yang rendah anda harus memberikan jarak sekitar 40 meter, sedangkan bagi tiang yang mempunyai tegangan yang tinggi Anda harus memberikan jarak sekitar 40 hingga 50 meter. Apabila terdapat beberapa faktor seperti tanah yang melewati rawa, tanah yang lembut, tanah yang berbukit, serta tanah yang berlumpur dapat mengubah jarak pendirian tiang listrik tersebut.

Di dalam jaringan distribusi penggunaan tiang listrik jenis beton haruslah ditanam. Sebelum anda menanam tiang listrik jenis beton tersebut Anda harus dapat memenuhi persyaratan di bawah ini:

- a. Anda harus menetapkan titik lokasi yang berdasarkan gambar rencana atau Sketsa yang anda inginkan.
- b. Untuk penanaman tiang di titik pasang yang telah ditentukan Anda haruslah membuat lubang terlebih dahulu.
- c. Anda juga harus menanam tiang ke dalam tanah yang mempunyai kedalaman minimum  $1/6 \times$  Panjang tiang.
- d. Alat-alat yang dimanfaatkan untuk mendirikan atau menegakkan tiang listrik jenis beton salah satunya adalah Tackle berkaki tiga lengkap dengan katrol rantainya atau yang sejenis

Penegakan tiang listrik jenis beton ini akan jadi tegak lurus jika Anda menggunakan waterpass atau unting-unting sehingga yang satu dengan yang akan menjadi tegak lurus. Apabila struktur tanah yang akan anda kerjakan itu lembek atau lunak, maka anda harus memperkuat pemasangan tiang listrik tersebut yaitu dengan memenuhi standar konstruksi.



➤ Pemasangan Kabel

Pemasangan kabel dilakukan dengan membentangkan kabel atau menggelar kabel di tanah terlebih dahulu, lalu ujung kabel dinaikkan terlebih dahulu ke atas tiang yang akan dipasangkannya kabel. Kemudian untuk tiang berikutnya pun juga seperti tahap sebelumnya hanya saja pangkal atau bagian tengah kabel yang diikat lalu dinaikkan ke atas tiang (tepatnya di atas isolator). Setelah kabel tergelang di naikan lalu kabel ditarik hingga ketat agar kabel yang di pasang tidak kendur atau turun lalu setelah itu kabel diikat di atas isolator tersebut, agar kabel yang sudah di tarik tidak kembali molor.

➤ Pemasangan trafo

Pemasangan trafo adalah pemasangan tahap akhir setelah penambahan dan pemasangan jaringan tegangan menengah, pemasangan trafo ini haruslah disesuaikan dengan kebutuhan dan sesuai dengan jumlah konsumen yang membutuhkan. Maka dari itu dibutuhkan tim survey khusus agar tidak terjadinya kesalahan dalam pengukuran dan penghitungan konstruksi dan kapasitas trafo yang dibutuhkan.

➤ Pemasangan fanel

Panel listrik adalah suatu benda berbentuk kubus dengan berbagai ukuran ataupun bervariasi dengan sebelah sisi dibuat lubang selebar hampir sama dengan belakangnya. Pada umumnya panel listrik adalah terbuat dari plat besi dengan ketebalan 0,5 – 1 mm. Fungsi dari panel listrik adalah untuk menempatkan komponen listrik sebagai pendukung dari mesin-

atau sebagai pembagi .Tujuan dibuat panel adalah agar memudahkan dalam pengoperasian mesin-mesin listrik dan sebagai indikator mesin ketika mesin itu beroperasi maupun sedang beroperasi.



## BAB IV ANALISA

### A. Penambahan Dan Pemasangan Jaringan Tegangan Menengah

Penambahan dan pemasangan jaringan menengah di desa Telukmeku Dusun III Kec. Babalan Kab. Langkat Sumatera Utara adalah salah satu upaya untuk memaksimalkan sumber tenaga listrik. Pemasangan dan penambahan jaringan tegangan menengah ini dilakukan karena adanya masalah atau keluhan yang dirasakan masyarakat dikarenakan kurang maksimalnya tegangan listrik atau drop-nya tegangan. Dan dengan adanya penambahan dan pemasangan jaringan tegangan menengah ini dapat memaksimalkan sumber tegangan listrik yang ada di desa tersebut. Adapun hanya digunakan dalam pelaksanaan pembangunan jaringan tegangan menengah yaitu itu sebagai berikut :

NO	MATERIAL YANG DIGUNAKAN	JUMLAH
1	Tiang beton 12m	14
2	Crosam	16
3	Isolator	43
4	Brestil / tiang penyanggah	28
5	Kabel	800 m / 70 mm
6	Travo	

#### a. Survei lapangan

Dalam melaksanakan penambahan dan pemasangan jaringan tegangan menengah haruslah melakukan survei terlebih dahulu, agar dapat menemukan titik koordinat dalam penempatan atau penanaman tiang yang akan dilakukan.

#### b. Penanaman tiang

Penanaman tiang adalah langkah awal untuk pemasangan jaringan tegangan menengah agar dapat lakukan pemasangan konstruksi, dalam penanaman tiang atau mendirikan tiang menggunakan alat berat dengan kedalaman lobang untuk penanaman tiang 180 - 200 cm

c. *Pemasangan konstruksi*

Setelah dilaksanakannya penanaman tiang, lanjut ke tahap pemasangan konstruksi. Dalam pemasangan konstruksi pekerja atau teknisi melakukan pemasangan dengan cara memanjat yang menggunakan alat bantu tali panjat atau tangga yang digunakan khusus untuk pemasangan jaringan . Langkah - langkah pemasangan konstruksi yaitu :

➤ Pemasangan Cross Arm

Crosam dipakai untuk menjaga penghantar dan peralatan yang dipasang diatas tiang.Pemasangan cross arm ini di pasangakan di ujung paling atas tiang dengan menggunakan alat bantu dan dobel arming (baut panjang dua sisi) .

➤ Pemasangan Arm Tie Broce ( Besi Penyangga )

arm tie broce (besi penyangga) adalah alat bantu untuk pemasangam cross arm ,agar cross arm yang terpasang tidak miring atau bergeser untuk jangka waktu yang lama .

➤ Pemasangan Kelem Beugel

Dalam proses pembuatannya klem beugel ini berbentuk setengah lingkaran yang ujungnya diberi 2 lobang yang gunanya untuk memasukan baut pada pemasangan di tiang listrikKemudian pemasangan klem bugel di pasangakan bersamaan dengan arm tie broce.

➤ Pemasangan Isolator

Pemasangan isolator ini untuk pengaman agar kabel yang akan di pasang tidak mengalami induksi dan pemasangan isolator ini bertujuan untuk tumpuan kabel yang akan di pasangakan nantinya .

➤ Pemasangan Kabel

Pemasangan kabel ini dilakukan dengan cara menggelar atau membentangkan kabel terlebih dahulu lalu kemudian dinaikkan ke atas tiang yang sudah dipasangi konstruksi secara bertahap atau satu persatu .Kabel yang sudah di naikan ke atas tiang kemudian di letkan di atas isolator , kemudian kabel di ikat dengan menggunakan kawat yang berukuran 1 mm dan panjang kawat 1 m lalu diikat atau di lilitkan diatas isolator bersamaan dengan kabel yang berada di atas isolator

➤ Pemasangan Travo

Sebelum pemasangan teravo dilakukan setelah konstrulsi untuk peletakan teravo di lakukan (rak terafo) dalam pemasangan rak terafo bahan dan alat yg di gunakan yaitu

:

MATERIAL YG DIGUNAKAN	JUMLAH
Tiang	2
Cross arm	10
lightnit arrester dan fuse cut out (FCO)	6
Arm tie broce ( besi penyannga )	6
Klem beugel	2
Isolator	3
Kabel input dan out put	80 m

Untuk pemasangan konstruksi rak terafo sama dengan pemasangan konstruksi pada tiang listrik jaringan tegangan menengah hanyasaja peletakan konstruksi di letakan di tengah tiang , ketinggian konstruksi rak terafo 6 - 8 m bertujuan agar tidak menyulitkan dalam peletakan atau menaikan trafo

*a. Pemasangan Tiang Untuk Trafo*

Pemasangan tiang untuk penempatan trafo berjarak 2.5 antar tiang ,banyak tiang yg di perlukan dalam pemasangan terafo 2 batang degan panjang tiang 12 m , dan kedalaman lobang untuk penanaman tiang terafo 180 - 200 cm.

*b. Penasangan Lightnit Arrester Dan Fuse Cut Out (FCO)*

Lightning arrester adalah alat proteksi bagi peralatan listrik terhadap teganganlebih, yang disebabkan oleh petir atau surja hubung (switching surge). Alat ini bersifat sebagai bypass 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 dan 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 pemasangna lightnit arrester dan fuse cut out.

*c. Pemasangan Cross Arm*

Pemasangan ini di lakukan dengan cara memanjat tiang mengguakan tangga atau tali panjat khusus untuk memanjat tiang listrik , tinggi pemasangan konstrukai yang di perlukan untuk pemasangan rak terafo 6 - 8m.

*d. Pemasangan Arm Tie Broce (Besi Penyangga)*

Arm Tie Broce (besi penyangga) adalah alat bantu untuk pemasangan cross arm. Agar cross arm yang terpasang tidak miring atau bergeser untuk jangka waktu yang lama.

*e. Pemasangan Kelem Beugel*

Dalam proses pembuatannya klem beugel ini berbentuk setengah lingkaran yang ujungnya diberi 2 lobang yang gunanya untuk memasukan baut pada pemasangan di tiang listrik. Kemudian pemasangan klem bugel di pasang bersamaan dengan arm tie broce.

*f. Pemasangan Isolator*

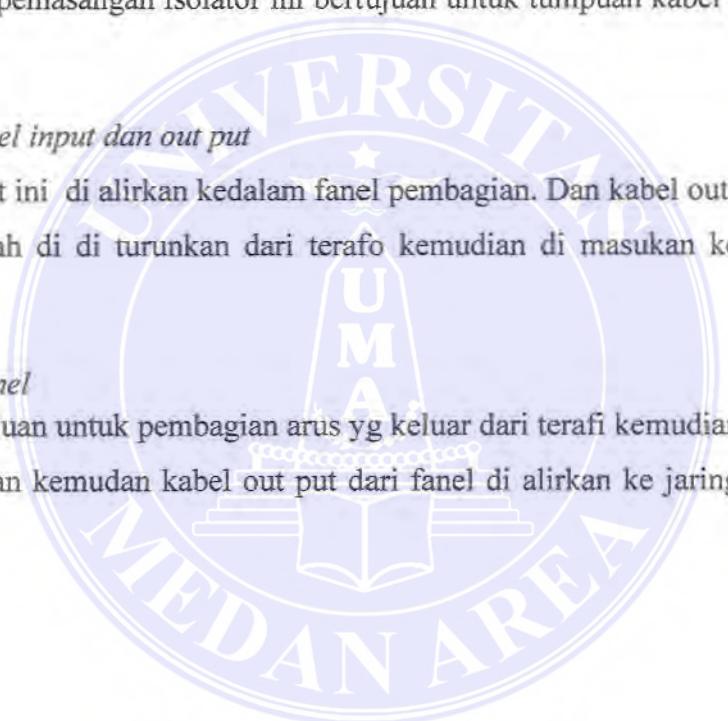
Pemasangan isolator ini bertujuan untuk pengaman agar kabel yang akan di pasang tidak mengalami induksi dan pemasangan isolator ini bertujuan untuk tumpuan kabel yang akan di pasang nantinya .

*g. pemasangan kabel input dan out put*

Pemasangan kabel in put ini di alirkan kedalam fanel pembagian. Dan kabel out put keluaran dari kabel input yg telah di di turunkan dari terafo kemudian di masukan kedalam fanel pembagi.

*h. Pemasangan Fanel*

Pemasangan fanel bertujuan untuk pembagian arus yg keluar dari terafi kemudian di masukan kedalam fanel pembagian kemudan kabel out put dari fanel di alirkan ke jaringan tegangan rendah.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### KESIMPULAN

Dari hasil kerja praktek yang saya lakukan yaitu:

1. Pada saat melakukan kerja praktek bukan hanya mengetahui cara kerja atau standar operasional (SOP) yang di gunakan pihak PLN ULP P. Berandan tetapi mengetahui bagaimana kedisiplinan yang di terapkan agar sesuatu yang di capai atau ingin kan bisa di dapat.
2. Pada saat melakukan kerja praktek mengetahui peralatan apa saja yang di gunakan pihak PLN ULP P. brandan dalam melakukan pemasangan jaringan tegangan menengah.
3. Saat melakukan kerja praktek yang di bantu dengan pengawas juga mengetahui bagaimana cara yang di lakukan pihak PLN ULP P. Berandan untuk melakukan penambahan dan pemasangan jaringan tegangan menengah.

#### SARAN

1. Penambahan dan pemasangan jaringan tegangan menengah bukanlah pekerjaan yang tanpa resiko selain berpotensi terkena aliran listrik tetapi juga berpotensi terjatuh pada saat melakukan pemasangan. Hal ini juga di harus diperhatikan secara fisik dan rohani apakah pekerja pada pemasangan siap untuk melakukan tugasnya saat melakukan pemasangan.
2. Terlebih lagi terkadang ada petugas yang kurang memahami hingga kurangnya pengamanan pada petugas yang melakukan pemasangan jaringan tegangan menengah contoh:
  - Kurang paham cara penggunaan tali pengaman pada saat melakukan pemasangan konstruksi
  - kurang menguasai peralatan saat pemasangan jaringan tegangan menengah kepemukiman penduduk.

## DAFTAR PUSTAKA

1. AKLI DPD Jateng, 1992 . *Pedoman Standar Konstruksi Jaringan Listrik Distribusi*, Semarang, PLN dan Asosiasi Kontraktor Listrik Indonesia.
2. Kelompok kerja standart konstruksi distribusi jaringan tenaga listrik dan pusat penelitian sains dan tekhnologi universitas Indonesia. 2010. *Buku 5 standart konstruksi tegang menengah tenaga listrik*. Jakarta Selatan :PT PLN PERSERO
3. PT. PLN PERSERO COMPANY Profile Perusahaan Listrik Negara

