

## **STUDI PEMELIHARAAN ALAT PENGAMAN JARINGAN DISTRIBUSI PENYULANG TK.03 PT PLN (PERSERO) UNIT LAYANAN PELANGGAN MEDAN SELATAN**

**Alfin Yahya<sup>1</sup>, Martin Ganda Putra Manik<sup>2</sup>, Cholish<sup>3</sup>**

Teknik Listrik<sup>1,2,3</sup>, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

alfinyahya@students.polmed.id<sup>1</sup>, martingandaputramanik@students.polmed.co.id<sup>2</sup>,

cholish@polmed.ac.id<sup>3</sup>

### **ABSTRAK**

Salah satu parameter untuk menentukan tingkat keamanan suatu sistem alat pengaman jaringan distribusi adalah mengetahui permasalahan yang sering terjadi disekitar jaringan distribusi. Sistem alat pengaman jaringan distribusi bertujuan untuk mengamankan peralatan Instalasi listrik jaringan maupun lingkungan sekitar ketika terjadi gangguan dengan cara mengalirkan arus gangguan. Untuk menghindari gangguan tersebut, maka diperlukan salah satu pengamanan dengan sistem yang menggunakan alat pengaman jaringan distribusi dan instalasi jaringan listrik yang baik ditujukan untuk menjamin keamanan/keselamatan manusia, mencegah terjadinya tegangan lebih pada fasa yang terganggu, yang dapat menyebabkan kebakaran pada distribusi dan pemasangan peralatan jaringan. Salah satu faktor untuk mendapatkan alat pengaman yang sesuai standard adalah dengan memilih alat pengaman yang tepat. Untuk mengetahui besar tahanan pembumian perlu dilakukan pengukuran. Salah satu faktor yang perlu di perhatikan dalam pembuatan sistem pemeliharaan ini adalah kondisi sekitar tempat pemeliharaan alat pengaman jaringan distribusi karena alat pengaman jaringan distribusi sangat mempengaruhi kualitas dari jaringan tersebut agar dalam pelayanan kelistrikan mampu memberikan yang terbaik bagi masyarakat kedepannya.

**Kata Kunci :** Pemeliharaan jaringan distribusi, Alat Pengaman Jaringan Distribusi, Keandalan Jaringan Distribusi.

### **PENDAHULUAN**

Keandalan suatu jaringan distribusi sangatlah penting untuk menghindari terjadinya pemadaman listrik dan diharapkan secara kontinu bisa menyalurkan energi listrik dengan gangguan pemadaman yang minimal.

Apabila penyediaan tenaga listrik ini sudah dapat terpenuhi maka yang menjadi masalah adalah bagaimana sistem keandalan peralatan distribusi tersebut telah berjalan dengan baik secara kontinu. Pada umumnya dalam operasi sistem tenaga listrik sistem tenaga listrik tidak terlepas dari gangguan-gangguan yang terjadi yang dapat membahayakan keseluruhan sistem gangguan-gangguan yang mungkin terjadi ada yang bersifat sementara (temporer) dan ada yang bersifat tetap (permanent).

Untuk menghindari akibat-akibat dari gangguan tersebut maka pada sistem peralatan distribusi yang baik dapat melindungi setiap peralatan pada sistem dengan cepat. Atau dengan perkataan lain dengan adanya sistem keandalan pengaman, maka gangguan yang terjadi tidak menimbulkan kerusakan yang mungkin terjadi pada jaringan distribusi tersebut.

Tanpa pengaman yang selektif, tidak mungkin suatu sistem distribusi dapat beroperasi dengan baik sempurna. Peralatan pengaman dibutuhkan supaya dapat melindungi peralatan sistem, dari arus gangguan .

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Tujuan Inspeksi Jaringan Tegangan Menengah (JTM)**

Tujuan pemeliharaan ini adalah untuk mendapatkan sistem alat pengaman jaringan distribusi yang baik, mengetahui pentingnya sistem pengaman pada jaringan distribusi dan mengetahui dampak yang timbul akibat buruknya sistem alat pengaman jaringan distribusi pada penyulang TK.03 PT PLN (PERSERO) Unit Layanan Pelanggan Medan Selatan di PLN.

### **Sistem Alat Pengaman**

adalah suatu alat yang berfungsi melindungi atau mengamankan suatu sistem penyaluran tenaga listrik dengan cara membatasi tegangan lebih (over voltage) atau arus lebih (over current) yang mengalir pada sistem tersebut, dan mengalirkannya ke tanah (ground). Dengan demikian alat pengaman harus dapat menahan tegangan sistem agar kontinuitas pelayanan ke pusat beban (load center) tidak terganggu hingga waktu yang tidak terbatas. Dan harus dapat melalukan atau mengalirkan arus lebih dengan tidak merusak alat pengaman dan peralatan jaringan yang lain. Oleh karena itu fungsi alat pengaman adalah :

- 1) melindungi sistem terhadap kondisi beban lebih (over load) dan hubung singkat (short circuit).
- 2) melindungi sistem terhadap gangguan fisik dari luar terutama untuk saluran udara (overheadline). misalnya karena sambaran petir, sambaran induksi awan bermuatan listrik dan sebagainya. mengisolir bagian sistem yang terkena gangguan.
- 3) melindungi public/personal terhadap adanya jaringan tegangan tinggi, terutama pada tempat-tempat yang padat penduduknya atau tempat-tempat dimana jaringan listrik melintasi jalan lalu lintas umum.

### **Jenis Gangguan Pada Jaringan Distribusi**

Jaringan distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan/ konsumen. Ditinjau dari volume fisiknya jaringan distribusi pada umumnya lebih panjang dibandingkan dengan jaringan transmisi dan jumlah gangguannya (sekian kali per 100 km pertahun) juga paling tinggi dibandingkan jumlah gangguan pada saluran transmisi. Jaringan distribusi seperti diketahui terdiri dari jaringan distribusi tegangan menengah (JTM) dan jaringan distribusi tegangan rendah (JTR).

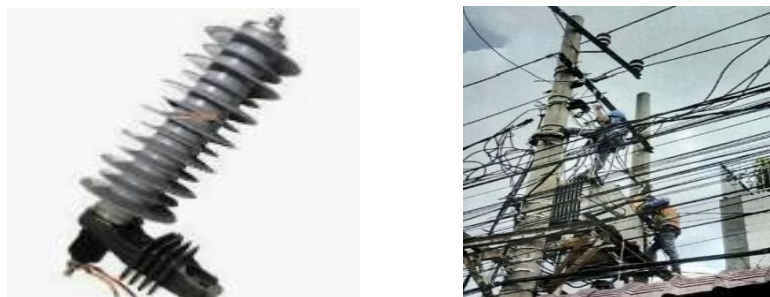
Jaringan distribusi tegangan menengah mempunyai tegangan antara 3 kV sampai 20 kV. Pada saat ini PLN hanya mengembangkan jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV. Jaringan distribusi tegangan menengah sebagian besar berupa saluran udara tegangan menengah dan kabel tanah. Pada saat ini gangguan pada saluran udara tegangan menengah ada yang mencapai angka 100 kali per 100 km per tahun. Sebagian besar gangguan pada saluran udara tegangan menengah tidak disebabkan oleh petir melainkan oleh sentuhan pohon, apalagi saluran udara tegangan menengah banyak berada didalam kota yang memiliki bangunan-bangunan tinggi dan pohon-pohon yang lebih tinggi dari tiang saluran udara tegangan menengah. Hal ini menyebabkan saluran udara tegangan menengah yang ada didalam kota banyak terlindung terhadap sambaran petir tetapi banyak diganggu oleh sentuhan pohon. Hanya untuk daerah di luar kota selain gangguan sentuhan pohon juga sering terjadi gangguan karena petir. Gangguan karena petir maupun karena sentuhan pohon ini sifatnya temporer.

### **Alat Pengaman Jaringan Distribusi**

#### **1) Alat Pengaman Lightning Arrester**

Lightning Arrester adalah suatu alat pengaman yang melindungi jaringan dan peralatannya terhadap tegangan lebih abnormal yang terjadi karena sambaran petir (flash over) dan karena surja hubung (switching surge) disuatu jaringan. Lightning arrester ini memberi kesempatan yang lebih besar terhadap tegangan lebih abnormal untuk dilewatkan ke tanah sebelum alat pengaman ini merusak peralatan jaringan seperti transformator dan isolator. Oleh karena itu lightning arrester merupakan alat yang peka terhadap tegangan, maka pemakaiannya harus disesuaikan dengan tegangan sistem. Arrester petir atau disingkat arrester adalah suatu alat pelindung bagi peralatan system tenaga listrik terhadap surya petir. Alat pelindung terhadap gangguan surya ini berfungsi melindungi peralatan sistem tenaga listrik dengan cara membatasi surja tegangan lebih yang datang dan mengalirkannya ke tanah. Disebabkan oleh fungsinya, Arrester harus dapat menahan tegangan sistem 50 Hz untuk waktu yang terbatas dan harus dapat melewatkan surja arus ke tanah tanpa mengalami kerusakan. Arrester berlaku sebagai jalan pintas sekitar isolasi. Arrester membentuk jalan yang mudah untuk dilalui oleh arus kilat atau petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih yang tinggi pada peralatan. Selain melindungi peralatan dari tegangan lebih yang diakibatkan oleh tegangan lebih external, arrester juga melindungi peralatan yang diakibatkan oleh tegangan lebih internal seperti surja hubung, selain itu arrester juga merupakan kunci dalam koordinasi isolasi suatu system tenaga listrik. Bila

surja datang ke gardu induk arrester bekerja melepaskan muatan listrik serta mengurangi tegangan abnormal yang akan mengenai peralatan dalam gardu induk.



Gambar 1. Lightning Arrester  
Sumber alfin yahya

## 2) Fuse Cut Out ( FCO )

FCO Adalah suatu alat pengaman yang melindungi jaringan terhadap arus beban lebih (over load current) yang mengalir melebihi dari batas maksimum, yang disebabkan karena hubungan singkat (short circuit) atau beban lebih (over load). Konstruksi dari fuse cut out ini jauh lebih sederhana bila dibandingkan dengan pemutus beban (circuit breaker) yang terdapat di Gardu Induk (sub-station). Akan tetapi fuse cut out ini mempunyai kemampuan yang sama dengan pemutus beban tadi. Fuse cut out ini hanya dapat memutuskan satu saluran kawat jaringan di dalam satu alat.

Apabila diperlukan pemutus saluran tiga fasa maka dibutuhkan fuse cut out sebanyak tiga buah. Penggunaan fuse cut out ini merupakan bagian yang terlemah di dalam jaringan distribusi. Sebab fuse cut out boleh dikatakan hanya berupa sehelai kawat yang memiliki penampang disesuaikan dengan besarnya arus maksimum yang diperkenankan mengalir di dalam kawat tersebut. Pemilihan kawat yang digunakan pada fuse cut out ini didasarkan pada faktor lumer yang rendah dan harus memiliki daya hantar (conductivity) yang tinggi. Faktor lumer ini ditentukan oleh temperatur bahan tersebut. Biasanya bahan-bahan yang digunakan untuk fuse cut out ini adalah kawat perak, kawat tembaga, kawat seng, kawat timbelatau kawat paduan dari bahan-bahan tersebut. Mengingat kawat perak memiliki konduktivitas 60,6 mho/cm lebih tinggi dari kawat tembaga, dan memiliki temperatur 960° C, maka pada jaringan distribusi banyak digunakan. Kawat perak ini dipasangkan di dalam tabung porselin yang diisi dengan pasir putih sebagai pemadam busur api, dan menghubungkan kawat tersebut pada kawat fasa, sehingga arus mengalir melaluinya Jenis fuse cut out ini untuk jaringan distribusi digunakan dengan saklar pemisah. Pada ujung atas dihubungkan dengan kontak- kontak yang berupa pisau yang dapat dilepaskan. Sedangkan pada ujung bawah dihubungkan dengan sebuah engsel.

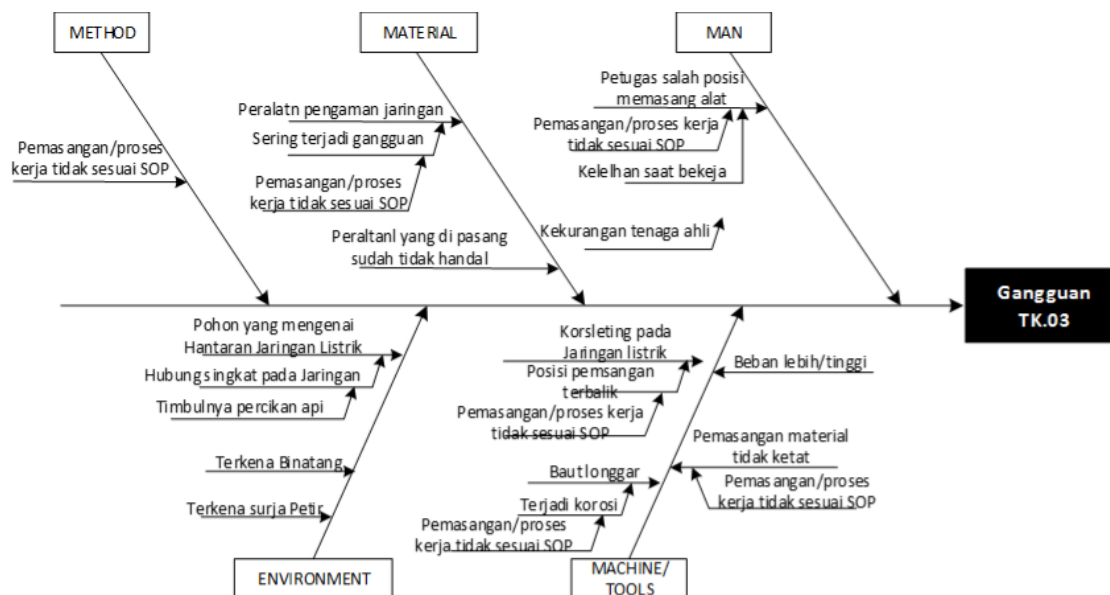
Kalau arus beban lebih melampaui batas yang diperkenankan, maka kawat perak di dalam tabung porselin akan putus dan arus yang membahayakan dapat dihentikan. Pada waktu kawat putus terjadi busur api, yang segera dipadamkan oleh pasir yang berada di dalam tabung porselin. Karena udara yang berada di dalam porselin itu kecil maka kemungkinan timbulnya ledakan akan berkurang karena diredam oleh pasir putih. Panas yang ditimbulkan sebagian besar akan diserap oleh pasir putih tersebut. Apabila kawat perak menjadi lumer karena tenaga arus yang melebihi maksimum, maka waktu itu kawat akan hancur. Karena adanya gaya hentakan, maka tabung porselin akan terlempar keluar dari kontakannya.

Dengan terlepasnya tabung porselin ini yang berfungsi sebagai saklar pemisah, maka terhidarlah peralatan jaringan distribusi dari gangguan arus beban lebih atau arus hubungan singkat. Umur dari fuse cut out initergantug pada arus yang melaluinya. Bila arus yang melalui fuse cut out tersebut melebihi batas maksimum, maka umur fuse cut out lebih pendek. Oleh karena itu pemasangan fuse cut out pada jaringan distribusi hendaknya yang memiliki kemampuan lebih besar dari kualitas tegangan jaringan, lebih kurang tiga sampai lima kali arus

nominal yang diperkenankan. Fuse cut out ini biasanya ditempatkan sebagai pengaman transformator distribusi, dan pengaman pada cabangcabang saluran feeder yang menuju ke jaringan distribusi sekunder.

### METODE PENELITIAN

Berikut Fishbone yang mencakup diagram diagram proses serta hal hal yang menjadi akar masalah penyebab gangguan pada penyulang/FeederTK.03di Wilayah Kerja PT PLN (Persero) ULP Medan Selatan :

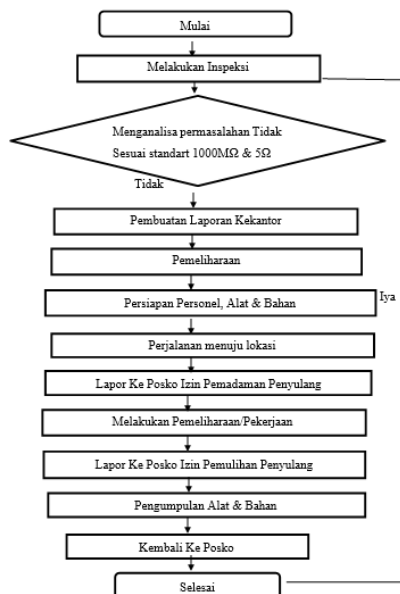


Gambar 2. Diagram Fishbone  
(Sumber : Alfin Yahya, 2023)

### Objek penelitian

Objek penelitian yang digunakan yaitu beberapa alata pengaman jaringan distribusi pada penyulang Penyulang TK.03 . Selanjutnya setelah ditemukan dan di identifikasi hasil inspeksi tadi maka di lakukan perencanaan untuk melakukan pemeliharaan alat pengaman Jaringan Listrik untuk mengganti komponen atau memperbaiki aset di lapangan yang tadi nya dalam kondisi tidak handal menjadi kondisi Handal.

### Model Penelitian



Gambar 3. Flowchart Penelitian  
(Sumber : Alfin Yahya, 2023)

### Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah dengan cara melakukan kegiatan Pemeliharaan sesuai dengan SOP di wilayah kerja PT PLN (Persero) ULP Medan Selatan. Kemudian setiap hasil temuan akan di data dan di rekap kemudian di rencanakan untuk melakukan kegiatan Pemeliharaan.

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT PLN (Persero) ULP Medan Selatan merupakan unit perusahaan yang berada di bawah Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Medan yang beralamatkan di Jalan Listrik.

### Teknik Pengumpulan Data

Dalam penyusunan laporan HAKIM ini diperlukan beberapa data pendukung yang dikumpulkan melalui metode sebagai berikut :

#### 1. Studi *Literatur*

Penulis melakukan studi *literatur* dengan mengumpulkan data berupa teori dari beberapa sumber referensi yang berkaitan dengan topik yang penulis ambil dan membandingkannya dengan apa yang telah penulis peroleh di lapangan.

#### 2. *Observasi* Data

Penulis melakukan observasi secara langsung dan tidak langsung terhadap alat pengaman jaringan distribusi penyulang TK.03 bersama pembimbing lapangan di wilayah kerja PT PLN (Persero) ULP Medan Selatan baik sebelum dilakukan pemeliharaan maupun setelah dilakukan pemeliharaan alat pengaman jaringan distribusi.

#### 3. Diskusi

Penulis melakukan diskusi dengan pembimbing lapangan saat praktik kerja lapangan dan dengan dosen pembimbing dalam proses penyusunan tugas akhir.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeliharaan dilaksanakan dengan cara pemeriksaan, pembersihan, dan penggantian *Lightning Arrester* (LA) dan *reconnector* jumperan TM serta pemasangan APG (Alat Pelindung Gardu) pada gardu distribusi pasang luar. Hasil pekerjaan berupa laporan realisasi pekerjaan pemeliharaan Gardu Distribusi yakni penggantian beberapa komponen Gardu Distribusi. Berikut data penggantian komponen – komponen Gardu Distribusi.

Tabel 1. Komponen Komponen Gardu Distribusi

Kode Gardu	Sebelum	Sesudah	Keterangan
	LA Keramik	LA Polimer	3 pcs
MS 84	Kabel jumperan A3C 70 mm <sup>2</sup> <i>incoming – outgoing</i> FCO dan LA	Kabel jumperan A3CS 70 mm <sup>2</sup> <i>incoming – outgoing</i> FCO dan LA	6 m
	Tidak memakai APG/ Cover Komponen Gardu	Memakai APG/ Cover Komponen Gardu	12 pcs
MS 417	Tidak memakai APG/ Cover Komponen Gardu	Memakai APG/ Cover Komponen Gardu	12 pcs
MS 448	Tidak memakai APG/ Cover Komponen Gardu	Memakai APG/ Cover Komponen Gardu	12 pcs
MS 702	Tidak memakai APG/ Cover Komponen Gardu	Memakai APG/ Cover Komponen Gardu	12 pcs

Dokumentasi pada Gardu Distribusi PT PLN (Persero) ULP Selatan yang terindikasi sebagai TO (Target Operasi). Melalui Petugas YANTEK ( Pelayanan Teknik), Tim *Ranger* PT Razza Prima Trafo merupakan tenaga pekerja yang akan melakukan pemeliharaan dan memastikan bahwasanya pekerjaan harus sesuai dengan SOP yang berlaku sehingga pekerjaan Pemeliharaan dapat sesuai dengan yang di harapkan. Hasil dari Pemeliharaan Pembumian tersebut ialah dengan Foto dokumentasi bahwasanya pekerjaan telah sesuai dengan standarisasi perusahaan dan sudah dapat di laporkan ke pihak yang terkait supaya dapat ditindak lebih lanjut untuk hasil pemeliharaan Pembumian tersebut.

Adapun Cara Menentukan *Ligthning Arrester*

1) Menentukan Tegangan Pengenal

Tegangan pengenal *lightning arrester* merupakan tegangan rms fasa tertinggi dikalikan dengan koefisien pembumian. Tegangan sistem maksimum

$$\begin{aligned} U_m &= E \text{ sistem} \times 110\% \\ &= 20 \text{ kV} \times 1,1 \\ &= \underline{22 \text{ kV}} \end{aligned}$$

tegangan pengenal *lightning arrester* adalah :

$$\begin{aligned} E_r &= e\beta U_m \\ &= 1,1 \cdot 22 \text{ kV} \\ &= \underline{22 \text{ kV}} \end{aligned}$$

Maka *lightning arrester* yang dipilih dengan tegangan pengenal sedikit diatas 22 kV adalah 24 kV.

2) Menentukan Arus Pelepasan *Lightning Arrester*

Isolator yang digunakan pada tiang SUTM 20kV adalah isolator jenis pos yang memiliki tegangan lompat api *impuls* 165 kv per buah pin isolator. Setiap tiang SUTM terdiri dari 3 buah pin isolator, maka tegangan lompat api *impuls* atau TID saluran adalah 495 kv.

Maka harga puncak surja adalah :

$$\begin{aligned} E &= 1,2 \times \text{TID saluran} \\ &= 1,2 \times 495 \\ &= \underline{594 \text{ kv}} \end{aligned}$$

Arus pelepasan nominal *lightning arrester* digunakan untuk menentukan kelas dari *lightning arrester*. Arus pelepasan nominal yang di peroleh adalah :

$$I_a = \frac{2E - E_0}{Z_s + R}$$

$$I_a = \frac{2.594000 - 830}{480,62}$$

$$= \underline{5,3kA}$$

### 3) Kurva Pemotongan Arrester

Ketentuan layak dan tidak layak sebuah *Lightning Arrester* ditentukan oleh arus bocor dan tegangan kerja. Sesuai dengan SNI IEC 60099-1:2009 , tegangan kerja

*Lightning Arrester* dikalikan 1,2 dan arus bocor tidak boleh melebihi 1mA yang dinyatakan Layak untuk digunakan. *Lightning Arrester* dinyatakan layak jika,

$$\begin{aligned} \text{Layak} &= 1,2 \times \text{Rated Voltage} \\ &= 1,2 \times 24 \text{ kV} \\ &= \underline{28,8 \text{ kV}} \end{aligned}$$

1. Gangguan yang sering terjadi pada bagian distribusi saluran udara tegangan menengah akibat jarangny pemeliharaan alat pengaman jaringan distribusi adalah gangguan hubung singkat fasa – fasa atau fasa – tanah.
2. Permasalahan yang timbul pada bagian distribusi jaringan bagian pemeliharaan jaringan saluran udara tegangan menengah adalah masalah gangguan dan dampak yang terjadi pada jaringan.
3. Dampak yang timbul akibat buruknya sistem pengaman pada gangguan hubung singkat tersebut adalah terjadi arus lebih (*over current* ), dimana *over current* ini dapat berbahaya bila alat proteksi *relay* ( pengaman arus lebih) tidak berfungsi dengan baik dikarenakan berkurangnya kemampuan peralatan maupun perbuatan tangan tangan yang tidak bertanggungjawab seperti pencurian sistem peralatan jaringan yang ada.
4. Pemecahan masalah gangguan pada jaringan distribusi ialah dengan sering melakukan pemeliharaan jaringan secara berkala dan pengawasan jaringan dari pencurian peralatan sistem jaringan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- PT PLN (Persero). 2010. Buku 1 :Kriteria Desain Enjinerig Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Jakarta selatan.
- PT PLN (Persero). 1995. SPLN 1:1995 Tegangan – Tegangan Standar. Jakarta.
- PT PLN (Persero). Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. Keputusan Direksi PT. PLN Persero No. 606.K/DIR/2010.
- PT PLN (Persero). Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik. Keputusan Direksi PT. PLN Persero No. 606.K/DIR/2010.
- Hutauruk, T.S. (1987). *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta: Erlangga.