

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**ANALISIS PEMASANGAN ARRESTER PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV
PENYULANG PERUMNAS UNTUK PENANGANAN SURJA PETIR**



Oleh :

I MADE CITRA SUKMANA

2015313058

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISIS PEMASANGAN ARRESTER PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV
PENYULANG PERUMNAS UNTUK PENANGANAN SURJA PETIR**



Oleh :

I MADE CITRA SUKMANA

2015313058

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2023

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMASANGAN ARRESTER PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV
PENYULANG PERUMNAS UNTUK PENANGANAN SURJA PETIR**

Oleh:

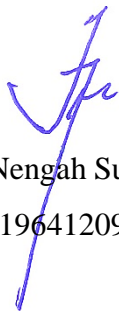
I Made Citra Sukmana

NIM. 2015313058

Tugas Akhir ini diajukan untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III
di Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh:

Pembimbing 1



Ir. I Nengah Sunaya, MT
NIP. 196412091991031001

Pembimbing 2



I Putu Sutawinaya, ST., MT
NIP. 196508241991031002

Disahkan Oleh
Jurusan Teknik Elektro
Ketua



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.
NIP. 196705021993031005

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

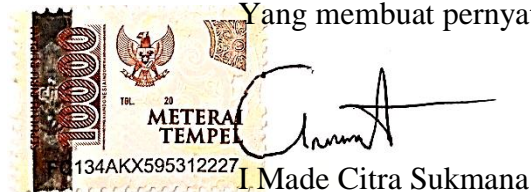
Nama : I Made Citra Sukmana
NIM : 2015313058
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali **Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **ANALISIS PEMASANGAN ARRESTER PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG PERUMNAS UNTUK PENANGANAN SURJA PETIR** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalih media atau mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Jimbaran, Juni 2023

Yang membuat pernyataan


I Made Citra Sukmana

NIM. 2015313006

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Made Citra Sukmana

NIM : 2015313058

Program Studi : Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul ANALISIS PEMASANGAN *ARRESTER* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG PERUMNAS UNTUK PENANGANAN SURJA PETIR adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tandacitasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, Juni 2023
Yang membuat pernyataan



TR. 20
METERAL
TEMPEL
134AKX595312227

(I Made Citra Sukmana)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS PEMASANGAN *ARRESTER* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG PERUMNAS UNTUK PENANGANAN SURJA PETIR" ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan Program Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis menghadapi berbagai tantangan dan hambatan. Namun selaras dengan tantangannya, penulis juga banyak mendapat bantuan dan kerja sama dari banyak pihak. Oleh karena itu, tepat dan selayaknya bila pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi DIII Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Ir. I Nengah Sunaya, MT. selaku Dosen Pembimbing satu Tugas Akhir di Politeknik Negeri Bali yang telah banyak memberi masukan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak I Putu Sutawinaya, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing dua Tugas Akhir di Politeknik Negeri Bali yang telah banyak memberi masukan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak I Dewa Gede Putra Wiraatmaja, selaku Supervisor Teknik Unit Layanan Pelanggan Denpasar PT PLN (Persero) dan Seluruh staff serta pegawai yang bertugas di PT. PLN (Persero) ULP Denpasar.
7. Seluruh Keluarga Penulis yang penulis cintai yang senantiasa mendukung dan mendoakan penulis selama menyusun Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan, serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan saran, ide dan dukungan hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari keterbatasan pengetahuan dan keterampilan yang tercermin baik secara langsung maupun tidak langsung pada Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengapresiasi saran dan rekomendasi konstruktif yang dapat diberikan. Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat membantu pihak-pihak yang berkaitan dan bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya.

Bukit Jimbaran, Juni 2023

Yang membuat pernyataan

(I Made Citra Sukmana)

ABSTRAK

I Made Citra Sukmana

ANALISIS PEMASANGAN *ARRESTER* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG PERUMNAS UNTUK PENANGANAN SURJA PETIR

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat di seluruh dunia. Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang penyaluran tenaga listrik di Indonesia dan bertugas untuk menjaga ketersediaan listrik ke seluruh wilayah Indonesia adalah PT. PLN (Persero). Penyaluran energi listrik khususnya jaringan distribusi sangat rentan mengalami gangguan dan salah satu faktor yang mempengaruhi keandalan sistem adalah masalah gangguan, baik yang terjadi pada peralatan maupun yang terjadi pada sistem. Gangguan sambaran petir pada jaringan merupakan salahsatu permasalahan yang sering terjadi pada jaringan distribusi 20 KV. Untuk mencegah atau menangani kerusakan komponen jaringan distribusi yang terjadi akibat sambaran petir maka dibuatlah sistem *proteksi* salah satunya dengan memasang *Lightning Arrester* pada jaringan distribusi. *Lightning Arrester* merupakan sebuah peralatan pengaman atau sistem *proteksi* listrik yang digunakan untuk mengalirkan listrik ke tanah / *ground* ketika terjadi lonjakan tegangan yang umumnya disebabkan karena sambaran petir.

Kata kunci : Sistem Proteksi, Karakteristik *Arrester*, *Ground* Sistem

ABSTRACT

I Made Citra Sukmana

ANALYSIS OF ARRESTER INSTALLATION IN THE 20 KV DISTRIBUTION NETWORK OF PERUMNAS FEEDER FOR LIGHTNING SURGER HANDLING

Elektrical energy has become a major need for people around the world. One of the companies engaged in the distribution of electric power in Indonesia and tasked with maintaining the availability of electricity throughout Indonesia is PT. PLN (Persero). The distribution of electrical energy, especially the distribution network, is very susceptible to disturbances and one of the factors that affect the reliability of the system is the problem of disturbances, both those that occur in the equipment and those that occur in the system. Lightning strike disturbance on the network is one of the problems that often occurs in the 20 KV distribution network. To prevent or deal with damage to distribution network components that occur due to lightning strikes, a protection system is made, one of which is by installing *Lightning Arrester* on the distribution network. *Lightning Arrester* is a safety device or electrical protection system that is used to transmit electricity to the ground when there is a voltage spike which is generally caused by a lightning strike.

Key words : Protection System, *Arrester* Characteristics, System Ground

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Perumusan Masalah	I-2
1.3. Batasan Masalah.....	I-2
1.4. Tujuan	I-2
1.5. Manfaat Penelitian	I-3
1.6. Sistematis Penulisan.....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Umum	II-1
2.1.1. Proses Terjadinya Petir	II-1
2.1.2 Tahapan Sambaran Petir	II-3
2.1.3 Gelombang Berjalan Pada saluran Udara	II-4
2.1.4 Gangguan Sambaran Petir Pada Saluran Jaringan Distribusi Tegangan Menengah.....	II-5
2.2 Proteksi Jaringan.....	II-6
2.3 Lightning Arrester Pada Jaringan Distribusi Tegangan Menengah.....	II-7
2.3.1 Prinsip Kerja Arrester	II-7
2.3.1 Syarat- Syarat Arrester.....	II-8
2.3.3 Karakteristik Arrester	II-9
2.3.4 Jenis- Jenis Arrester	II-9
2.3.5 Kawat Penghubung (lead Wire) Pada Arrester	II-11
2.3.6 Penetapan Spesifikasi Arrester	II-13
2.3.7 Tingkat Pengenal Dari Lightning Arrester	II-17
2.3.8 Pemilihan Arrester	II-21
2.3.9 Pemasangan Arrester Pada Gardu Distribusi.....	II-22
2.3.10 Pemasangan Arrester Pada Jaringan Distribusi 20 KV.....	II-22
2.4 Pembedaan Lightning Arrester	II-23

2.4.1 Elektroda Pembumian.....	II-23
2.4.1 Tahanan Jenis Tanah.....	II-25
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1 Metodologi	III-1
3.2 Pengumpulan Data	III-1
3.1 Sumber Data.....	III-1
3.1 Pengolahan Data.....	III-2
3.1 Diagram Alir	III-4
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS.....	IV-1
4.1 Gambaran Umum	IV-1
4.2 Data <i>Arrester</i> Terpasang	IV-2
4.3 Perhitungan	IV-3
4.4 Analisis.....	IV-10
BAB V PENUTUP	I-1
LAMPIRAN.....	1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penetapan Spesifikasi Jaringan Distribusi 20 kV ^[8]	II-13
Tabel 2. 2 Kelas Arrester ^[8]	II-16
Tabel 2. 3 Standart Insulation Levelsfor 1 kV < Um < 52 kV	II-18
Tabel 2. 4 Maksimum Residual Voltages (Tegangan Sisa Maksimum) [9]	II-19
Tabel 2. 5 Tahanan Jenis Tanah[10]	II-25
Tabel 4. 1 Data teknis lightning arrester	IV-2
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran tahanan tanah hari pertama	IV-3
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran tahanan tanah hari kedua	IV-3
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran tahanan tanah hari kedua	IV-3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Saluran Udara Muatan sepanjang pinggir awan menginduksikan muatan lawan pada bumi [8]	II-2
Gambar 2. 2 Lidah petir menjalar ke arah bumi [2].....	II-2
Gambar 2. 3 Kilat sambaran balik dari bumi ke awan [2]	II-3
Gambar 2. 4 Kumpulan muatan pada saluran distribusi [2].....	II-3
Gambar 2. 5 Tahapan proses sambaran petir [1].....	II-4
Gambar 2. 6 Arrester Katup [7]	II-10
Gambar 2. 7 explusen[7]	II-11
Gambar 2. 8 Sambungan Kawat Penghubung Pembumian [8].....	II-12
Gambar 2. 9 Contoh Penempatan Arrester Sehubungan Dengan Pembatas	II-22
Gambar 2. 10 Contoh Penempatan Arrester Pada Tiang Penyulang SUTM[12].....	II-22
Gambar 2. 11 Elektroda Batang [10]	II-24
Gambar 2. 12 Elektroda Plat[10].....	II-24
gambar 4. 1 Single Line Penyulang Perumnas	IV-1
gambar 4. 2 Kondisi tiang penyulang sebelum dan sesudah pemasangan arrester pada kabel tiang penyulang perumnas.....	IV-2
Gambar 4.3 Grafik nilai tahanan pembumian	IV-6
Gambar 4. 4 Hasil pengukuran tahanan	IV-6
Gambar 4. 5 Pengukuran tahanan elektroda kedua	IV-8
Gambar 4. 6 Posisi penambahan elektroda dan pengukuran tahanan pembumian	IV-9
Gambar 4. 7 Hasil nilai tahanan setelah di paralel	IV-9

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penetapan Tingkat Isolasi Transformator dan Penangkal Petir.....	1
Lampiran 2 Surat pernyataan pengambilan data.....	2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT PLN (Persero) merupakan Badan Usaha Negara (BUMN) yang menaungi penyediaan tenaga listrik di Indonesia. Dalam proses penyediaan tenaga listrik, PT PLN (Persero) mempunyai pekerjaan dibidang sistem kelistrikan salah satunya yakni Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Sistem Distribusi Tenaga Listrik merupakan suatu sistem yang berguna untuk mendistribusikan atau menyalurkan tenaga listrik dari Gardu Induk hingga ke konsumen. Sistem Distribusi Tenaga Listrik dimulai dari jaringan Tegangan Menengah 20kV yang kemudian disalurkan ke pelanggan melalui *feeder* atau penyulang. Sistem penyaluran energi listrik harus memiliki keandalan yang tinggi yang bertujuan untuk menjaga kualitas dan kontinuitas penyaluran energi listrik [1].

Penyaluran energi listrik khususnya jaringan distribusi sangat rentan mengalami gangguan dan salah satu faktor yang mempengaruhi keandalan sistem adalah masalah gangguan, baik yang terjadi pada peralatan maupun yang terjadi pada sistem [1]. Gangguan sambaran petir pada jaringan merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi pada jaringan distribusi 20 KV. Sambaran langsung umumnya terjadi menyambar kawat tanah, sambaran tersebut akan mengakibatkan kenaikan tegangan disekitar kawat tanah, akan menginduksi kawat fasa / akan merambat gelombangnya ke segala arah. Hal ini yang akan menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik dan menghentikan proses penyaluran energi listrik (pemadaman) [1]. Indikator utama kerusakan akibat sambaran petir biasanya dilihat dari kerusakan isolator. Umumnya saat ada sambaran petir, isolator pasti beberapa mengalami pecah. Pada sambaran langsung ke kawat fasa akibat tidak adanya kawat tanah, maka penyebab utama kerusakan dan pemadaman adalah akibat sambaran petir dan gangguan temporer akibat tertimpa dahan atau ranting pohon [1]

Untuk mencegah atau menangani kerusakan komponen jaringan distribusi yang terjadi akibat sambaran petir sehingga kelangsungan penyaluran tenaga listrik dapat dipertahankan maka dibuatlah sistem *proteksi* salah satunya dengan memasang *Lightning Arrester* pada jaringan distribusi [1]. *Lightning Arrester* merupakan sebuah peralatan pengaman atau sistem *proteksi* listrik yang digunakan untuk

mengalirkan listrik ke tanah / *ground* ketika terjadi lonjakan tegangan yang umumnya disebabkan karena sambaran petir [1].

Penyulang Perumnas merupakan salah satu penyulang yang berada di wilayah kerja PT PLN (Persero) Denpasar yang disuplay dari Gardu Induk (GI) Pemecutan Kelod. Pada penyulang Perumnas ini terdapat gangguan sambaran petir yang mengakibatkan lonjakan arus yang sangat besar sehingga keamanan dalam memproteksi surja petir perlu ditingkatkan agar tidak terjadi kerusakan pada peralatan listrik dan PT PLN ULP Denpasar memasang *arrester* pada salah satu tiang penyulang yang dikerjakan pada bulan November 2022.

Oleh karena itu untuk mengamati karakteristik *arrester* yang dipasang dan sistem pembumian dari *arrester* maka hal tersebut menjadi alasan dalam mengajukan tugas akhir dengan judul **"ANALISIS PEMASANGAN ARRESTER PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG PERUMNAS UNTUK PENANGANAN SURJA PETIR"**

1.2. Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam proposal ini, yaitu :

1. Bagaimana karakteristik kerja *arrester* dalam memproteksi sambaran petir pada penyulang Perumnas ?
2. Bagaimana sistem pembumian *arrester* pada penyulang perumnas ?

1.3. Batasan Masalah

Dalam perumusan masalah di atas adapun pembatasan masalah, yaitu :

1. Karakteristik kerja *arrester* dalam memproteksi sambaran petir pada penyulang Perumnas
2. Sistem pembumian *arrester* pada penyulang Perumnas

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Dapat menentukan karakteristik kerja *arrester* dalam memproteksi sambaran pada penyulang Perumnas
2. Dapat mengetahui sistem pembumian *arrester* pada penyulang Perumnas

1.5. Manfaat Penelitian

1. Dapat menjadi pedoman dalam menentukan karakteristik kerja *arrester* dalam memproteksi jaringan pada penyulang Perumnas
2. Dapat menjadi referensi dalam menentukan sistem pembumian *arrester* pada penyulang Perumnas

1.6. Sistematis Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I: Memuat Latar Belakang, Rumusan Masalah dan Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat, dan Sistematika Penulisan.

BAB II: Berisikan tentang teori-teori dasar yang menunjang dalam analisis dan pembahasan.

BAB III: Menguraikan tentang data teknis objek penelitian, serta metode yang digunakan dalam penelitian dari pengambilan data, pengolahan data, sampai analisis data.

BAB IV: Menguraikan tentang hasil analisis dan pembahasan terhadap permasalahan yang diangkat.

BAB V: Merupakan bagian akhir yang berisi kesimpulan dan saran-saran yang diberikan penulis berdasarkan hasil analisis terhadap permasalahan yang dibahas.

Daftar Pustaka: berisi tentang daftar sumber referensi penulis dalam memilih teori yang relevan dengan judul penelitian.

Lampiran: berisi tentang dokumentasi hasil penelitian serta alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis yang telah dilakukan oleh penulis, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini :

- 1) Pemilihan besar tegangan pengenal *arrester* pada jaringan distribusi 20 kV penyulang Perumnas yaitu 24 kV, yang dimana tegangan pengenal *arrester* harus lebih besar dari tegangan sistem.
- 2) Pemilihan arus pelepasan *lightning arrester* pada jaringan distribusi 20 kV penyulang Perumnas yang diambil 10 kA, yang dimana nilai tersebut sudah mampu mengamankan jaringan dari bahaya sambaran petir sesuai dengan perhitungan 4.3.2.
- 3) Dari hasil pengukuran selama 3 hari nilai tahanan pembumian *lightning arrester* tidak sesuai dengan standar (≤ 5 Ohm), dengan nilai hasil pengukuran yaitu 8,6 Ohm.

5.2. SARAN

Untuk meningkatkan tingkat keandalan dalam melindungi penyulang dari gangguan sambaran petir dapat dilakukan dengan :

- 1). Menempatkan *arrester* pada titik- titik sepanjang jaringan yang berpotensi rawan terkena gangguan sambaran petir.
- 2). Untuk mendapatkan atau menurunkan nilai tahanan pembumian bisa menggunakan cara dengan menambahkan satu elektroda batang lagi, atau dengan cara menambah diameter dan kedalaman elektroda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Amri, Saiful dan Wahyuddin.k. Analisis Arrester Pada Jaringan 20 kV di PT. PLN Rayon Soppeng, Makassar 2018
- [2]. Sumardi, Liyana Nilawati, Simulasi Induksi Sambara Petir dan Kinerja Arrester pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV Menggunakan Empt, Semarang 2011.
- [3]. SPLN 26 Pedoman Penerapan Sistem Distribusi 20 kV Fsa- Tiga 3 kawat dengan tahanan rendah dan tahanan tinggi, PT PLN (Persero) jakarja selatan 1980
- [4]. Thamrin, Sedrianus, Studi Pembumian Peralatan Dan Sistem Instalasi Listrik Pada Gedung Bictpt.Pelindo 1 (Persero) Belawan, 96- 101, vol 8, no 2, 2019.
- [5]. Buku 1 Kriteria Desain Engineering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik,; PT. PLN (Persero). Jakarta Selatan 2010.
- [6]. Rezon Arif B. Lightning Arrester. Semarang: Universitas Diponogoro. 2010.
- [7]. Tasbir, Muh. Analisis Peralatan Lightning Arrester pada Gardu Induk Bolangi 150 kV, PT PLN (Persero) .
- [8]. SPLN D5 .006 Pedoman Pemilihan Arrester Untuk Jaringan Distribusi 20 kV. PT. PLN (persero). Jakarta selatan 2013.
- [9]. Tasbir, Muh. Analisis Peralatan Lightning Arrester pada Gardu Induk Bolangi 150 kV, PT PLN (Persero) .
- [10]. Suswanto Daman, “Sistem Distribusi Tenaga Listrik”, (BAB 10 Sistem pentanahan Jaringan Distribusi)
- [11]. Panitia Revisi PUIL. 2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000. Jakarta Badan Standarisasi Nasional.
- [12]. Ir.Abdul Hadi, “Sistem Distribusi Daya Listrik” Jakarta 1986.
- [13]. SPLN 7 : Pedoman Pemilihan Tingkat Isolasi Transformator dan Penangkal Petir. PT. PLN (persero). Jakarta selatan 1978.
- [14]. SPLN D5.008-1 SPLN Kontruksi SUTM. PT. PLN (Persero). Jakarta Selatan 2020.