

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMASANGAN *ARRESTER* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20
KV DIGARDU DISTRIBUSI SK 146 PENYULANG SAKRA**



Oleh:

Nama : GUNAWAN HADI

Nim :1915313122

PROGRAM D III TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**ANALISA PEMASANGAN *ARRESTER* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20
KV DIGARDU DISTERIBUSI SK 146 PENYULANG SAKRA**

Oleh :

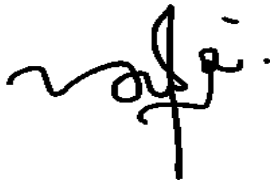
GUNAWAN HADI

NIM. 1915313122

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

Disetujui oleh :

Pembimbing I :



Ir. I G Kt Sri Budarsa, M.Si,MT
NIP. 196110201988031001

Pembimbing II :



I.G.A. Made sunaya,ST.MT
NIP. 196406161990031003

Disahkan Oleh

Jurusan Teknik Elektro



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

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gunawan Hadi
NIM : 1915313122
Program Studi : D-III Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: ANALISIS PEMASANGAN *ARRESTER* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DIGARDU DISTRIBUSI SK 146 PENYULANG SAKRA beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Politeknik Negeri bali berhak menyimpan, mengalihmedia atau mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, September 2022

Yang Menyatakan

Gunawan Hadi
1915313122



LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Gunawan Hadi
NIM : 1915313122
Program Studi : DIII Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul ANALISIS PEMASANGAN *ARRESTER* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DIGARDU DISTRIBUSI SK 146 PENYULANG SAKRA adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustka. Apabila dikemudian hari terbukti Pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia merima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, September 2022

Yang membuat pernyataan



Gunawan Hadi

1915313122

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa. Atas rahmat dan karunianya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**ANALISIS PEMASANGAN *ARRESTER* PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU DISTRIBUSI SK 146 PENYULANG SAKRA**” dengan tepat waktu.

Pada kesempatan ini, penulis bersyukur dan berterima kasih kepada pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu saya haturkan dan ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., 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 Ir. I Wayan Aryasa Wiryawan, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
4. Bapak Ir I G Kt Sri Budarsa, M.Si, MT Dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama pembuatan Tugas Akhir ini.
5. Bapak I.G.A. Made Sunaya, ST.MT Dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama pembuatan Tugas Akhir ini
6. Bapak dan Ibu serta keluarga yang telah memberikan doa dan semangat selama penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Teman-temanku yang telah berjuang bersama untuk menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan peroposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermamfaat.

Bukit Jimbaran, September 2022

Penulis

ABSTRAK

Gunawan Hadi

Analisis Pemasangan Arrester Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di Gardu Disteribusi Sk 146 Penyulang Sakra

Tugas akhir ini akan ditentukan karakteristik kerja dari arrester serta jarak maksimum arrester dari peralatan dalam hal ini adalah transformator distribusi. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini metode Koordinasi Isolasi. Penempatan lightning arrester dapat mempengaruhi kinerja lightning arrester tersebut dalam memproteksi trafo pada gardu distribusi melatarbelakangi tugas akhir ini. Tingkat kegagalan proteksi arrester sangat tergantung dari TID peralatan, tegangan kerja lightning arrester dan lokasi penempatan arrester itu sendiri. Dari hasil perhitungan dan analisis data menunjukkan bahwa pada jaringan 20 kV penyulang sakra TID transformator sebesar 10 kA dengan 125 kV, karakteristik kerja arrester dengan tegangan pengenalan 24 kV, tegangan pelepasan 87 kV serta arus pelepasan sebesar 10 kA dengan tingkat perlindungan 95,7 kV. Sedangkan dari hasil perhitungan untuk jarak penempatan arrester terhadap transformator tidak boleh melebihi 2,745 meter, dimana sudah sesuai dengan kondisi teknis di lapangan sehingga penempatan dan penyambungan arrester masih dalam kondisi yang diperbolehkan. Akan tetapi sistem perlindungan ini masih dapat ditingkatkan lagi keandalannya dengan cara meningkatkan tahanan isolasi hantaran udara dan menempatkan arrester pada titik-titik sepanjang jaringan distribusi yang berpotensi rawan terkena sambaran petir dengan jarak penempatannya tidak lebih dari 2,745 meter.

Kata kunci : kinerja arrester, jarak, koordinasi isolasi.

ABSTRACT

Gunawan Hadi

Analysis of Arrester Installation in a 20 Kv Distribution Network at a Sk 146 Substation Sakra Feeder

This final project will determine the working characteristics of the arrester and the maximum distance of the arrester from the equipment in this case is the distribution transformer. The method used in this final project is the Isolation Coordination method. Placement of lightning arresters can affect the performance of the lightning arresters in protecting transformers at distribution substations behind this final project. The failure rate of arrester protection depends on the TID of the equipment, the working voltage of the lightning arrester and the location of the arrester itself. From the results of calculations and data analysis shows that on a 20 kV network the TID transformer is 10 kA with 125 kV, the working characteristics of the arrester are with a rated voltage of 24 kV, a discharge voltage of 87 kV and a discharge current of 5 10 kA with a protection level of 95.7 kV. Meanwhile, from the calculation results, the distance between arresters and transformers should not exceed 2,745 meters, which is in accordance with the technical conditions in the field so that the placement and connection of arresters is still in an allowed condition. However, the reliability of this protection system can still be improved by increasing the insulation resistance of air conduction and placing arresters at points along the distribution network that are potentially prone to lightning strikes with a placement distance of no more than 2,745 meters.

Keywords: arrester performance, distance, isolation coordination.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I.....	I-1
PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Perumahan Masalah.....	I-2
1.3. Batasan Masalah.....	I-2
1.4. Tujuan.....	I-2
1.5. Manfaat Penelitian.....	I-2
1.6. Sistematis Penulisan.....	I-3
BAB II.....	II-1
TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tegangan Lebih Surja Petir.....	II-1
2.1.1. Umum.....	II-1
2.1.2. Proses Terjadinya Petir.....	II-2
2.1.3. Tahapan Sambaran Petir	II-3
2.1.4. Gelombang Berjalan Pada Saluran Udara.....	II-5
2.1.5. Gangguan Sambaran Petir Pada Saluran Distribusi Tegangan Menengah	II-6
2.2. Proteksi Jaringan.....	II-7
2.3. <i>Lightning Arrester</i> Pada Saluran Distribusi Tegangan Menengah.....	II-8
2.3.1. perinsip kerja arrester.....	II-8
2.3.2. Penetapan spesifikasi arreter.....	II-9
2.3.3. penandaan Arrester.....	II-15

2.3.4. Karakteristik Arrester.....	II-15
2.3.5. Jenis - jenis Arrester.....	II-17
2.3.6. Pemilihan arrester.....	II-19
2.3.7. Data Pengenal arrester.....	II-20
2.4. Pemasangan Sistem Distribusi (20 kV).....	II-21
2.4.1. Kawat Penghubung (<i>Lead Wire</i>).....	II-21
2.4.2. Lokasi <i>Arrester</i> Sehubungan dengan Pembatas Peralatan	II-22
2.4.3. Lokasi <i>Arrester</i> pada Sauran Kabel Tegangan Menengah(SKTM) atau Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah(SKUTM)	II-23
2.4.4. Lokasi <i>Arrester</i> pada Transformator Distribusi dan Kapasitor	II-24
2.4.5. Lokasi <i>Arrester</i> pada Pemutus (Recloser, Sectionalizers, Load Breaking Switch, Disconnecter Switch)	II-24
2.4.6. Lokasi <i>Arrester</i> pada Kubikel	II-25
2.4.7. Kawat Penghubung <i>Disconnecter</i>	II-25
2.5. Isolasi Peralatan Listrik.....	II-26
2.5.1. Bahan Dan Jenis Isolasi.....	II-26
2.5.2. Peristiwa Tembus Pada Bahan Isolasi.....	II-27
2.5.3. Karakteristik Isolasi Peralatan listrik.....	II-27
2.5.4. Tingkat Isolasi Dasar (TID)	II-28
2.6. Pentanahan.....	II-28
2.6.1. Sistem pentanahan peralatan (Grounding Equipment).....	II-28
2.6.2. Elektroda Pentanahan Dan Tahanan Pentanahan.....	II-29
2.6.3. Tahanan Jenis Tanah	II-32
BAB III.....	III-1
METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Metodologi.....	III-1
3.2. Metodologi penelitian.....	III-1
3.2.1 Metode Wawancara.....	III-1
3.2.2 Observasi.....	III-1
3.2.3 Metode Studi Literatur.....	III-1
3.3. Sumber Data.....	III-1
3.4. Jenis Data.....	III-2
3.5. Teknik pengolahan Data.....	III-2

3.5.1. Penentuan Tingkat Isolasi Dasar.....	III-2
3.5.2. Menentukan Perkiraan Besar Tegangan Pengenal.....	III-2
3.5.3. Menentukan Arus Pelepasan Impuls Dari <i>Arrester</i>	III-3
3.5.4. Menentukan Tegangan Pelepasan <i>arrester</i>	III-3
3.5.5. Faktor Perlindungan dari <i>arrester</i>	III-3
3.5.6. Jarak Lindung Lightning Arreter.....	III-4
3.6. Hasil Yang Diharapkan.....	III-5
3.7. Diagram Alir.....	III-6
BAB IV.....	IV-1
HASIL PENELITIAN	
4.1. Data Teknik <i>Arrester</i> Terpasang.....	IV-1
4.2. Analisa <i>Lighting Arrester</i> Terpasang Pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Sakra.....	IV-2
4.2.1. Penentuan Tingkat Isolasi Dasar.....	IV-2
4.2.2. Perkiraan Besarnya Tegangan Pengenal <i>Lighting Arreter</i>	IV-3
4.2.3. Pemilihan Arus pelepasan Impuls Dari <i>Lighting Arrester</i>	IV-3
4.2.4. Tegangan Pelepasan (Tegangan Kerja) <i>Lighting Arrester</i>	IV-4
4.2.5. Factor Perlindungan.....	IV-5
4.2.6. Analisis Penempatan Dan Penyambungan <i>Arrester</i>	IV-5
4.3. Koordinasi Isolasi Sistem Distribusi 20 kV penyulang sakra.....	IV-7
BAB V.....	V-1
PENUTUB	
5.1. KESIMPULAN.....	V-1
5.2. SARAN.....	V-1
DAPTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Saluran Udara Muatan sepanjang pinggir awan menginduksikan muatan lawan pada bumi ^[2]	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 Karakterik tegangan gagal sela arrester ^[1]	II-15
Gambar 2. 7 Karakteristik tegangan gagal sela arrester ^[1]	II-16
Gambar 2. 8 Pengaruh arrester terhadap surja tegangan ^[1]	II-16
Gambar 2. 9 Arrester Katup ^[7]	II-17
Gambar 2. 10 explusen ^[7]	II-18
Gambar 2. 11 Sambungan Kawat Penghubung Pembumian ^[6]	II-22
Gambar 2. 12 Contoh Penempatan Arrester Sehubungan Dengan Pembatas Peralatan ^[6]	II-23
Gambar 2. 13 Penempatan Arrester Pada Kabel ^[6]	II-23
Gambar 2. 14 Contoh Lokasi Arrester Pada Konstruksi Transformator Distribusi ^[6]	II-24
Gambar 2. 15 Contoh Penempatan Arrester Pada Sectionalizer Di Jaringan Distribusi 20 kV ^[6]	II-24
Gambar 2. 16 Contoh Penempatan Arrester Pada Sectionalizer Di Jaringan Distribusi 20 kV ^[6]	II-25
Gambar 2. 17 Penempatan Disconnecter Pada Arrester ^[6]	II-26
Gambar 2. 18 Elektroda Batang ^[11]	II-30
Gambar 2. 19 Elektroda Pita ^[8]	II-31
Gambar 2. 20 Elektroda Plat ^[8]	II-32
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	III-6
Gambar 4. 1 Diagram satu garis gardu portal	IV-2

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jumlah Sambaran Petir di Wilayah Kecamatan Sakra, Kab. Lombok Timur Tahun 2021 ^[3]	II-5
Tabel 2. 2 Penetapan Spesifikasi Jaringan Distribusi 20 kV ^[6]	II-10
Tabel 2. 3 Kelas Arrester ^[6]	II-14
Tabel 2.4 Tahanan Jenis Tanah ^[10]	II-33
Tabel 4. 1 Hasil perhitungan untuk jarak maksimum arrester terhadap	IV-6

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel 1 Penetapan Tingkat Isolasi Tra]nsformator dan Penangkal Petir	L-1
Tabel 2 Maksimum Residual Voltages (Tegangan Sisa Maksimum)	L-2
Tabel 3 Standart Insulation Levelsfor 1 kV < Um < 52 kV	L-4
Tabel 4 Standart Insulation Levelsfor 1 kV < Um < 52 kV	L-5
Tabel 5 Karakteristik Arrester	L-6
Tabel 6 Data Pengopersian Gardu	L-7

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di masa sekarang kebutuhan energi listrik semakin meningkat sejalan berkembangnya teknologi. Perkembangan yang pesat ini harus diikuti dengan perbaikan mutu energi listrik yang dihasilkan, yaitu harus memiliki kualitas dan keandalan yang tinggi [1].

Gangguan yang terbesar dalam sistem tenaga listrik terjadi di daerah penyaluran (transmisi dan distribusi), Karena hampir sebagian besar sistem terdiri dari penyaluran dan di antara sekian banyak gangguan yang terjadi, petir merupakan salah satu penyebabnya [1]. Tingginya gangguan Petir ini dikarenakan letak Indonesia pada daerah Khatulistiwa dengan iklim tropis dan kelembaban yang tinggi, sehingga menyebabkan kerapatan sambaran petir di Indonesia jauh lebih besar dibandingkan dengan Negara lainnya.

Komponen terpenting pada sistem distribusi adalah trafo. Trafo tersebut berfungsi sebagai penurun tegangan (*step down transformer*), yang menurunkan tegangan 20 kV (tegangan menengah) menjadi 400/230 V (tegangan rendah) [1]. Karena trafo terhubung dengan saluran udara 20 kV dan penempatannya ditempat terbuka sehingga pada trafo dapat menjadi gangguan tegangan lebih akibat sambaran petir secara langsung atau sambaran petir tidak langsung (induksi). Sambaran petir akan menimbulkan tegangan lebih yang tinggi melebihi kemampuan isolasi trafo sehingga dapat menyebabkan kerusakan isolasi yang fatal [1].

Untuk mengurangi pengaruh buruk dari petir, yaitu sambaran petir langsung (*direct stroke*) dan sambaran petir tidak langsung (*indirect stroke*) [2]. Sambaran petir langsung terjadi apabila petir menyambar langsung kawat fasa atau kawat pelindungnya [2]. Sedangkan sambaran petir tidak langsung terjadi apabila menyambar objek di dekat saluran [2].

Oleh karena itu berdasarkan pemaparan diatas maka hal tersebut menjadi alasan dalam mengajukan proposal tugas akhir dengan judul **“ANALISIS PEMASANGAN ARRESTER PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI GARDU DISTRIBUSI SK 146 PENYULANG SAKRA”**

1.2. Perumahan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam proposal tugas akhir ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik kerja arrester dalam memproteksi peralatan pada saluran distribusi 20 Kv di gardu SK146?
2. Berapa jarak maksimum arrester dengan peralatan yang terdapat pada saluran distribusi 20 kV di gardu SK 146?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penulisan penelitian ini di berikan batasan yaitu karakteristik kerja arrester serta jarak maksimum arrester dengan peralatan pada jaringan 20 kV di gardu SK 146

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menentukan karakteristik kerja arrester dalam memproteksi peralatan pada saluran distribusi 20 kV di gardu SK 146
2. Menentukan jarak maksimum arrester dengan peralatan yang terdapat pada saluran distribusi 20 kV di gardu SK146

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam menyusun tugas akhir ini antara lain :

1. Pengembangan pengetahuan penulis terkait karakteristik kerja arrester dalam memprotersi peralatan pada saluran distribusi 20 kV di PT. PLN Rayon selong
2. Dapat menjadi refrensi tambahan dalam penentuan jarak maksimum arrester dengan peralatan yang terdapat pada saluran distribusi 20 kV di PT. PLN Rayon selong

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 pemilih teori yang relevan dengan judul penelitian.

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

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan:

1. Karakteristik arrester pada jaringan distribusi 20 kV di gardu sk 146 penyulang sakra, tegangan pengenalan 24 kV, tegangan pelepasan 87 kV dengan arus pelepasan nominal 10 kA.
2. Jarak maksimum lightning arrester terhadap transformator sesuai karakteristik kerja arrester tidak boleh melebihi 2,745 meter ($<2,745$ m). Dari hasil perbandingan di lapangan jarak penempatan arrester terhadap trafo 2,00 meter, sehingga penempatan dan penyambungan arrester masih dalam kondisi yang diperbolehkan. Jika pemasangan arrester sesuai dengan SPLN D5.006 2013 maka akan lebih baik.
3. Jika arrester dipasang sesuai dengan D5.006 2013 dengan jarak 23 cm maka faktor perlindungan arrester terhadap transformator lebih besar 127,40% dari TID peralatan, sehingga arrester ini sudah memberikan perlindungan yang baik.

5.2. SARAN

Untuk meningkatkan tingkat keandalan proteksi petir dari lightning arrester dapat dilakukan dengan :

1. Meningkatkan tahanan isolasi hantaran udara.
2. Menempatkan arrester pada titik-titik sepanjang jaringan yang berpotensi rawan terkena sambaran petir.

DAPTAR 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 Sambaran petir dan Kinerja Arrester pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV Menggunakan Emtp*, Semarang 2011.
- [3] BMKG Mataram, Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika, Mataram. *Total Sambaran Petir du Wilayah Kecamatan Sakra, Kab. Lombok Timur Tahun 2021*.
- [4] SPLN 26 Pedoman Penerapan Sistem Distribusi 20 kV Fasa-Tiga 3 kawat dengan tahanan rendah dan tahanan tinggi, PT PLN (Persero) Jakarta selatan 1980.
- [5] Buku 1 Kriteria Desain Engineering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik,: PT. PLN (Persero). Jakarta Selatan 2010.
- [6] SPLN D5 .006 Pedoman Pemilihan Arrester Untuk Jaringan Distribusi 20 kV. PT. PLN (persero). Jakarta selatan 2013.
- [7] Tasbir, Muh. *Analisis Peralatan Lightning Arrester pada Gardu Induk Bolangi 150 kV, PT PLN (Persero)* .
- [8] SPLN 7 : *Pedoman Pemilihan Tingkat Isolasi Transformator dan Penangkap Petir*. PT. PLN (persero). Jakarta selatan 1978
- [9] Thamrin, Sedrianus, *Studi Pembumian Peralatan Dan Sistem Instalasi Listrik Pada Gedung Bictpt.Pelindo 1 (Persero) Belawan, 96- 101, vol 8, no 2, 2019*.
- [10] Kelompok Kerja Pentanahan, Kelompok Pembakuan Bidang Distribusi. *Pentanahan Instalasi*. Jakarta Juni 1979.

- [11] Daman Suswanto, *Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Sistem Pentanahan Jaringan Distribusi*, 167-184.