

LAPORAN TUGAS AKHIR D-III

**ANALISIS REPOSISI *LIGHTNING ARRESTER* PADA GARDU DISTRIBUSI  
DB0519 PENYULANG MISOL UNTUK MEMPEROLEH PERLINDUNGAN  
YANG OPTIMAL**



Oleh:

**Ida Bagus Made Krisna Dwipayana Putra**

NIM. 1915313094

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK LISTRIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2022**

LAPORAN TUGAS AKHIR D-III

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**ANALISIS REPOSISI *LIGHTNING ARRESTER* PADA GARDU DISTRIBUSI  
DB0519 PENYULANG MISOL UNTUK MEMPEROLEH PERLINDUNGAN  
YANG OPTIMAL**



Oleh:

**Ida Bagus Made Krisna Dwipayana Putra**

NIM. 1915313094

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK LISTRIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS REPOSISI *LIGHTNING ARRESTER* PADA GARDU DISTRIBUSI**  
**DB0519 PENYULANG MISOL UNTUK MEMPEROLEH PERLINDUNGAN**  
**YANG OPTIMAL**

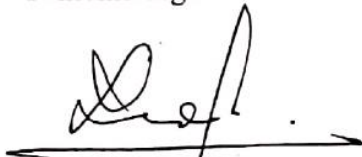
*Oleh :*

Ida Bagus Made Krisna Dwipayana Putra  
NIM. 1915313094

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 I :



I Gd. Wahyu Antara K., ST., M.Erg  
NIP. 19711012199702100

Pembimbing II :



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 : Ida Bagus Made Krisna Dwipayana Putra

NIM : 1915313094

Program Studi : D-III Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, demikian menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul: **ANALISIS REPOSISI LIGHTNING ARRESTER PADA GARDU DISTRIBUSI DB0519 PENYULANG MISOL UNTUK MEMPEROLEH PERLINDUNGAN YANG OPTIMAL**, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmediakan atau mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat memublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, Agustus 2022

Yang Menvatakan



Ida Bagus Made Krisna Dwipayana Putra

1915313094

## LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ida Bagus Made Krisna Dwipayana Putra

NIM : 1915313094

Program Studi : D-III Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul ANALISIS REPOSISI *LIGHTNING ARRESTER* PADA GARDU DISTRIBUSI DB0519 PENYULANG MISOL UNTUK MEMPEROLEH PERLINDUNGAN YANG OPTIMAL. 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 pustaka. Apabila dikemudian 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, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



Ida Bagus Made Krisna Dwipayana Putra

1915313094

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan tepat waktu dengan judul “Analisis Reposisi *Lightning Arrester* Pada Gardu Distribusi DB0519 Penyulang Misol Untuk Memperoleh Perlindungan Yang Optimal.”

Adapun tujuan dan maksud dari penyusunan Tugas Akhir untuk melengkapi salah satu syarat dalam menyelesaikan perkuliahan Program Studi D-III Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis telah banyak memperoleh bantuan, masukan, pengalaman dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih 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 D-III Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Gd. Wahyu Antara K., ST.,M.Erg selaku Dosen Pembimbing Utama dalam Tugas Akhir yang telah banyak memberikan arahan dan motivasi selama penyusunannya.
5. Bapak I Putu Sutawinaya, ST.MT selaku Dosen Pembimbing Pendamping dalam penulisan Tugas Akhir ini juga telah banyak memberikan arahan dan motivasi yang sangat membantu.
6. Bapak I Wayan Novidi Putra selaku Manajer PT PLN (Persero) ULP Denpasar yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Gusti Ngurah Arya Santika selaku Supervisor Teknik PT PLN (Persero) ULP Denpasar yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama penyusunan tugas akhir ini.
8. Para Staff, karyawan, dan rekan kerja di PT PLN (Persero) ULP Denpasar yang telah banyak memberikan dukungan selama penyusunan tugas akhir ini.
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro yang juga telah banyak membantu penulisan dalam penyusunan tugas akhir ini.
10. Keluarga dan teman-teman PKL di ULP Denpasar serta teman kuliah yang senantiasa memberikan semangat, ilmu, dan motivasi untuk selalu berfikir positif.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dari Laporan Tugas Akhir ini baik dari materi atau teknik penyajiannya, maka sangatlah terbuka akan adanya kritik dan saran dari pembaca yang diharapkan dapat menjadi acuan agar tugas akhir ini semakin lebih baik. Akhir kata penulis berharap dengan adanya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Jimbaran, Agustus 2022

Penulis

## ABSTRAK

Ida Bagus Made Krisna Dwipayana Putra

### ANALISIS REPOSISI *LIGHTNING ARRESTER* PADA GARDU DISTRIBUSI DB0519 PENYULANG MISOL UNTUK MEMPEROLEH PERLINDUNGAN YANG OPTIMAL

Gardu distribusi adalah aset terpenting untuk menyalurkan listrik ke pelanggan dengan transformator sebagai komponen utamanya. Akibat dari pemasangan gardu distribusi di ruang terbuka, transformator akan rawan terkena gangguan eksternal, seperti halnya gangguan induksi petir. Data gangguan petir di ULP Denpasar menunjukkan daerah Denpasar memiliki 16 kali gangguan yang salah satunya Gardu DB0519 Penyulang Misol. PT PLN (Persero) ULP Denpasar berupaya untuk mengubah posisi *arrester* akibat dari kinerja *lightning arrester* dinilai kurang optimal dalam melakukan perlindungan terhadap sistem dari induksi petir. Hasil perhitungan teoritis menunjukkan jarak penghantar ideal *lightning arrester* terhadap transformator daerah Denpasar sepanjang 80,441 cm yang dapat menahan kecuraman petir sebesar 14,96796 kA/ $\mu$ s. Penempatan *lightning arrester* juga berpengaruh terhadap tingkat proteksi dari kecuraman gelombang arus, jarak terdekat terhadap transformator dapat memproteksi besar kecuraman sebesar 35,41287 kA/ $\mu$ s, yang mana sebelum diubah pemasangannya hanya sebesar 2,45722 kA/ $\mu$ s. Untuk keputusan menggunakan arus pelepasan *arrester* pada Gardu DB0519 10kA sudah diatas nilai perhitungan. Pemasangan penghantar *arrester* terhadap transformator dan pemilihan rating *arrester* di Gardu DB0519 sudah sesuai dengan hasil perhitungan maupun standar yang ditetapkan sehingga harapannya untuk melindungi transformator dari kecuraman gelombang arus datang dapat terealisasi dengan baik.

**Kata Kunci:** *Lightning Arrester*, Petir, Konstruksi Gardu Distribusi, Reposisi *Arrester*

## ABSTRACT

Ida Bagus Made Krisna Dwipayana Putra

### ANALYSIS OF *LIGHTNING ARRESTER* REPOSITION AT THE DB0519 DISTRIBUTION SUBTS MISOL FEEDERS TO OBTAIN OPTIMIZED PROTECTION

Distribution substations are the most important asset for delivering electricity to customers with transformers as the main component. As a result of installing distribution substations in open spaces, the transformer will be prone to external disturbances, such as lightning induced disturbances. Lightning disturbance data at ULP Denpasar shows that the Denpasar area has 16 disturbances, one of which is the DB0519 Substation for Misol Feeding. PT PLN (Persero) ULP Denpasar seeks to change the position *arrester* result of the performance of the lightning *arrester* being considered less than optimal in protecting the system from lightning induction. The results of the theoretical calculations show that the ideal conductor distance of the lightning *arrester* to the Denpasar area transformer is 80.441 cm which can withstand a lightning steepness of 14.96796 kA/ $\mu$ s. The placement lightning *arresters* also affects the level of protection from the steepness of the current wave, the closest distance to the transformer can protect the steepness of 35.41287 kA/ $\mu$ s, which before changing the installation was only 2.45722 kA/ $\mu$ s. Decision to use the *arrester* at the DB0519 substation 10kA is already above the calculated value. The installation of *arrester* on transformers and the selection of *arrester* at the DB0519 substation are in accordance with the calculation results and the standards set so that the hope to protect the transformer from the steepness of the incoming current wave can be realized properly.

**Keywords:** *Lightning Arrester*, *Lightning*, *Distribution Substation Construction*, *Arrester*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Batasan Masalah .....	I-2
1.4 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	I-4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>II-1</b>
2.1 Konstruksi Gardu Distribusi Portal.....	II-1
2.2 Pengertian Transformator Distribusi .....	II-2
2.3 Prinsip Kerja Transformator Distribusi .....	II-3
2.4 Teori Dasar <i>Lightning Arrester</i> .....	II-4
2.5 Prinsip Kerja <i>Lightning Arrester</i> .....	II-5
2.6 Jenis – Jenis <i>Lightning Arrester</i> .....	II-6
2.7 Karakteristik <i>Lightning Arrester</i> .....	II-8
2.8 Definisi dan Pemilihan <i>Lightning Arrester</i> .....	II-9
2.9 Pemasangan <i>Lightning Arrester</i> Sistem Distribusi 20kV .....	II-12
2.9.1 Langkah-Langkah Pemindahan <i>Lightning Arrester</i> (Reposisi <i>Arrester</i> ).....	II-15
2.10 Sistem Pembumian Jaringan Distribusi 20kV .....	II-16
2.11 Petir.....	II-17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>III-1</b>
3.1 Lokasi Penelitian.....	III-1
3.2 Sistem Pengambilan Data .....	III-1
3.2.1 Metode Observasi .....	III-1
3.2.2 Metode Wawancara .....	III-1
3.2.3 Metode Dokumentasi .....	III-2
3.2.4 Metode Studi Literatur .....	III-2
3.3 Pengolah Data .....	III-2
3.3.1 Perhitungan Nilai Tegangan Pengenal <i>Lightning Arrester</i> ( $U_A$ ) <sup>[1]</sup> .....	III-2
3.3.2 Perhitungan Jarak Proteksi Ideal <i>Lightning Arrester</i> <sup>[1]</sup> .....	III-3
3.3.3 Perhitungan Pemilihan Klasifikasi Umum <i>Lightning Arrester</i> Arus Impuls..	III-5
3.4 Definisi Operasional Penelitian .....	III-5
3.5 Analisa Hasil Penelitian.....	III-6

3.6	Diagram Alir Penyusunan Tugas Akhir.....	III-7
3.7	Hasil Yang Diharapkan.....	III-7
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Gambaran Umum Gardu DB0519 .....	IV-1
4.2	Data Teknis Objek Penelitian .....	IV-8
4.2.1	Data Gardu Distribusi ULP Denpasar .....	IV-8
4.2.2	Spesifikasi <i>Lightning Arrester</i> .....	IV-13
4.2.3	Data Penghantar yang Digunakan dan Jarak Gawang .....	IV-14
4.2.4	Data Curah Hujan Bulanan Wilayah Denpasar .....	IV-14
4.3	Perhitungan Dan Pembahasan .....	IV-14
4.3.1	Perhitungan Nilai Tegangan Pengenal <i>Lightning Arrester</i> ( $U_A$ ) .....	IV-14
4.3.2	Tegangan Kerja/Pelepasan <i>Lightning Arrester</i> .....	IV-15
4.3.3	Perhitungan Mencari Nilai Impedansi Surja ( $Z$ ).....	IV-15
4.3.4	Perhitungan Kecuraman Gelombang Arus Datang ( $di/dt$ ).....	IV-17
4.3.5	Perhitungan Jarak Proteksi Maksimum Penghantar <i>Lightning Arrester</i> Dengan Transformator ( $L$ ) .....	IV-18
4.3.6	Faktor Perlindungan- .....	VI-19
4.3.7	Besar Kecuraman Arus Datang Berdasarkan Jarak Di Lapangan .....	IV-20
4.3.8	Sambaran Induksi Pada Saluran 20kV.....	IV-21
4.3.9	Penentuan Arus Pelepasan Nominal ( <i>Nominal Discharge Current</i> ) .....	IV-23
4.4	Analisis .....	IV-24
4.4.1	Analisis Jarak dan Konstruksi <i>Lightning Arrester</i> Gardu Distribusi DB0519 .....	IV-25
4.4.2	Analisis Dampak Besar Kecuraman Gelombang Arus Datang dan Tegangan Yang Dirasakan.....	IV-27
4.4.3	Analisis Besar Kelas Arus Pelepasan Nominal <i>Lightning Arrester</i> .....	IV-30
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>V-1</b>
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-1
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>xiv</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>L-1</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Bagan Satu Garis Diagram Portal <sup>[4]</sup> .....	II-1
<b>Gambar 2.2</b>	Diagram Satu Garis Dengan <i>Arrester</i> Setelah FCO <sup>[4]</sup> .....	II-2
<b>Gambar 2.3</b>	Transformator <sup>[4]</sup> .....	II-2
<b>Gambar 2.4</b>	<i>Arrester</i> Jenis Thyrite <sup>[8]</sup> .....	II-6
<b>Gambar 2.5</b>	<i>Arrester</i> Ekspulsi <sup>[8]</sup> .....	II-6
<b>Gambar 2.6</b>	<i>Arrester</i> Katup <sup>[8]</sup> .....	II-7
<b>Gambar 2.7</b>	<i>Arrester</i> Metal Oxide .....	II-7
<b>Gambar 2.8</b>	Bagian <i>Lightning Arrester</i> <sup>[11]</sup> .....	II-8
<b>Gambar 2.9</b>	Sambungan Kawat Penghubung Pembumian <sup>[11]</sup> .....	II-12
<b>Gambar 2.10</b>	Contoh Penempatan <i>Arrester</i> Sehubungan Dengan Pembatas Peralatan <sup>[11]</sup> .....	II-13
<b>Gambar 2.11</b>	Terbentuknya Awan Cumulonimbus .....	II-18
<b>Gambar 2.12</b>	Terpa Petir Arus dan Tegangan Menurut Standard IEC .....	II-19
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Penelitian .....	III-7
<b>Gambar 4.1</b>	Lokasi Gardu Distribusi DB0519 <sup>[2]</sup> .....	IV-1
<b>Gambar 4.2</b>	<i>Single Line</i> Diagram Penyulang Misol Section 1 <sup>[2]</sup> .....	IV-2
<b>Gambar 4.3</b>	<i>Single Line</i> Diagram Penyulang Misol Section 2 <sup>[2]</sup> .....	IV-3
<b>Gambar 4.4</b>	<i>Single Line</i> Diagram Penyulang Misol Section 3 <sup>[2]</sup> .....	IV-4
<b>Gambar 4.5</b>	Keterangan Gambar <i>Single Line Diagram</i> <sup>[2]</sup> .....	IV-4
<b>Gambar 4.6</b>	Data Gangguan Petir Tahun 2019-2021 .....	IV-5
<b>Gambar 4.7</b>	Pemasangan <i>Lightning Arrester</i> Lama Pada Gardu DB0519 Penyulang Misol <sup>[2]</sup> .....	IV-6
<b>Gambar 4.8</b>	Rangkaian Pentanahan <i>Arrester</i> Sebelum <i>Fuse Cut Out</i> <sup>[9]</sup> .....	IV-6
<b>Gambar 4.9</b>	Konstruksi Gardu Portal di ULP Denpasar .....	IV-7
<b>Gambar 4.10</b>	Rangkaian Pentanahan <i>Arrester</i> Setelah <i>Fuse Cut Out</i> <sup>[9]</sup> .....	IV-7
<b>Gambar 4.11</b>	Posisi <i>Lightning Arrester</i> DB0519 Baru .....	IV-25
<b>Gambar 4.12</b>	Grafik Pengaruh Kecuraman Arus Petir Terhadap Kinerja <i>Lightning Arrester</i> .....	IV-27
<b>Gambar 4.13</b>	Grafik Tegangan Induksi Yang Dirasakan Saluran SUTM .....	IV-29

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Penetapan Tingkat Isolasi Transformator dan Penyalur Petir (Standar PLN) <sup>[1]</sup> .....	II-4
<b>Tabel 2.2</b> Karakteristik <i>Lightning Arrester</i> <sup>[1]</sup> .....	II-9
<b>Tabel 2.3</b> Resistansi Jenis Tanah (tipikal) <sup>[15]</sup> .....	II-16
<b>Tabel 4.1</b> Data Gardu ULP Denpasar Sudah dan Belum Direposisi.....	IV-8
<b>Tabel 4.2</b> Data <i>Nameplate</i> Transformator dari DB0519 <sup>[2]</sup> .....	IV-12
<b>Tabel 4.3</b> Data Gardu Distribusi DB0519 Penyulang Misol.....	IV-12
<b>Tabel 4.4</b> Spesifikasi <i>Lightning Arrester</i> Baru .....	IV-13
<b>Tabel 4.5</b> Penghantar yang Digunakan dan Jarak Gawang.....	IV-14
<b>Tabel 4.6</b> Curah Hujan Bulanan Wilayah Denpasar <sup>[3]</sup> .....	IV-14
<b>Tabel 4.7</b> Rekapitulasi Hasil Perhitungan dan Nilai Pengenal <i>Lightning Arrester</i> ...IV-20	
<b>Tabel 4.8</b> Rekapitulasi Perhitungan Nilai Kecuraman Gelombang Arus Petir Dengan Jarak <i>Arrester</i> .....	IV-21
<b>Tabel 4.9</b> Rekapitulasi Perhitungan Nilai Tegangan Induksi Saluran Udara Berdasarkan Perubahan Nilai Parameter Arus Puncak Dan Jarak Sambar .....	IV-23
<b>Tabel 4.10</b> Rekapitulasi Nilai Perbandingan Data Lapangan Dengan Data Perhitungan .....	IV-24

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Dokumentasi Pengerjaan dan Pengukuran .....	L-1
<b>Lampiran 2.</b> Keadaan <i>Lightning Arrester</i> Lama dan Baru.....	L-2
<b>Lampiran 3.</b> <i>Test Report</i> dan Spesifikasi <i>Lightning Arrester</i> Baru.....	L-3
<b>Lampiran 4.</b> Instruksi Kerja Penggantian <i>Lightning Arrester</i> .....	L-3
<b>Lampiran 5.</b> Spesifikasi Penghantar SUTM AAAC <sup>[18]</sup> .....	L-4
<b>Lampiran 6.</b> Andongan 150 mm <sup>2</sup> AAAC <sup>[18]</sup> .....	L-5
<b>Lampiran 7.</b> Data Pengukuran Pentanahan Gardu DB0519 Sebelum Perbaikan <sup>[2]</sup> ....	L-5
<b>Lampiran 8.</b> Pengukuran Pentanahan Sesudah Direposisi.....	L-6
<b>Lampiran 9.</b> Kekuatan Ketahanan Frekuensi Daya Impuls untuk Berbagai Variasi Sistem (Tegangan Gelombang Berjalan/Datang) <sup>[1]</sup> .....	L-6
<b>Lampiran 10.</b> Tarikan Horizontal 150 mm <sup>2</sup> AAAC <sup>[18]</sup> .....	L-7
<b>Lampiran 11.</b> Data BMKG Stasiun Sanglah Denpasar <sup>[3]</sup> .....	L-8
<b>Lampiran 12.</b> Contoh Gardu Distribusi Pemasangan <i>Lightning Arrester</i> Mendekati Kesesuaian SPLN D5.006:2013 .....	L-9
<b>Lampiran 13.</b> Gambar Konstruksi Gardu Distribusi DB0519 Lama .....	L-9
<b>Lampiran 14.</b> Gambar Konstruksi Gardu Distribusi DB0519 Baru.....	L-10
<b>Lampiran 15.</b> Contoh Pengurangan Gangguan Akibat Reposisi <i>Arrester</i> .....	L-10

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gardu distribusi adalah aset terpenting untuk menyalurkan listrik ke pelanggan, sehingga dengan berkala selalu dilakukan pemeliharaan agar tidak terjadi gangguan internal ataupun eksternal. Transformator (Trafo) adalah komponen terpenting dari sebuah gardu distribusi yang harus dilindungi karena harga yang mahal dan komponen utama gardu. Transformator distribusi untuk pelanggan umum, biasanya diletakkan di luar ruangan sehingga trafo dapat terjadi gangguan eksternal seperti gangguan tegangan lebih ataupun arus lebih akibat sambaran petir secara langsung maupun tidak langsung (induksi). Tegangan itu akan melebihi kemampuan isolasi trafo sehingga dapat terjadi kerusakan isolasi. Petir merupakan suatu kejadian gangguan eksternal yang dapat dialami oleh gardu distribusi, dimana terjadi loncatan muatan listrik antara awan dengan bumi, awan dengan awan dan di dalam awan itu sendiri. Apalagi di Indonesia memiliki curah hujan yang tinggi yang berbanding lurus dengan adanya petir. Di Indonesia untuk SUTM, sambaran langsung terjadi sekitar 20% sedangkan sambaran tidak langsung terjadi 80% sehingga sambaran petir tidak langsung dapat merusak peralatan listrik yang diakibatkan oleh adanya gelombang berjalan<sup>[1]</sup> dan ketika sambaran langsung dapat dipastikan komponen gardu akan lebur.

Oleh karena itu, *lightning arrester* (LA) adalah peralatan atau komponen gardu distribusi yang memproteksi peralatan dan sistem kelistrikan dari tegangan lebih yang menjadi solusi untuk menghindari tegangan lebih akibat induksi petir. Penempatan sistem proteksi *lightning arrester* sangat memengaruhi sistem kerja dalam melindungi komponen dari suatu gardu distribusi agar terhindar dari induksi petir.

ULP Denpasar memiliki sistem kualitas bekerja yang tinggi sehingga dalam memproteksi petir pun tetap menjadi prioritas. Data gangguan petir di ULP Denpasar menunjukkan daerah Denpasar mengalami 16 kali gangguan selama kurun waktu 2019-2021<sup>[2]</sup>, dimana Gardu DB0519 Penyulang Misol adalah salah satu yang disangka terkena induksi. Hal ini didukung dengan data BMKG sebelumnya, tentang tingkat kerapatan petir wilayah Bali tahun 2021 khususnya daerah Denpasar sebesar >50 sambaran/km<sup>2</sup><sup>[3]</sup>. Berdasarkan hal tersebut, PT PLN ULP Denpasar melakukan perubahan konstruksi pada pengaman *lightning arrester* di daerah Denpasar untuk melindungi transformator. Pada gardu DB0519 penempatan *lightning arrester* (LA)

sebelumnya berada sebelum FCO atau setara dengan FCO, hal ini ditengarai kinerja LA kurang optimal dalam melakukan perlindungan terhadap transformator. Berkenaan dengan posisi LA tersebut, maka penulis melakukan kajian secara teoritis serta melakukan analisis dengan mengacu kepada beberapa literatur dan data lapangan. Penulis mencoba melakukan analisis dengan mereposisi LA lebih dekat ke posisi transformator dengan harapan agar diperoleh hasil perlindungan yang lebih optimal dari segi perlindungan transformator akibat kecuraman gelombang arus petir maupun puncak petir itu sendiri.

Berdasarkan penjelasan di atas, penulis berkeinginan untuk membahas pengaruh penempatan *lightning arrester* pada trafo distribusi dalam bentuk pengajuan tugas akhir yang berjudul “Analisis Reposisi *Lightning Arrester* Pada Gardu Distribusi DB0519 Penyulang Misol Untuk Memperoleh Perlindungan Yang Optimal.”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang permasalahan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa jarak ideal posisi *lightning arrester* terhadap transformator agar memperoleh perlindungan yang optimal?
2. Berapa besar kecuraman gelombang arus yang datang dan dapat diproteksi oleh *lightning arrester* DB0519 dengan konstruksi lama sebelum FCO dan konstruksi baru sesuai dengan di lapangan?
3. Bagaimana tahapan dalam menentukan klasifikasi LA yang sesuai agar memperoleh kelas yang baik?

## **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan perumusan masalah dan berkaitan dengan waktu serta data penulis yang terbatas, juga menghindari dari meluasnya pembahasan, maka pembatasan masalah yang diteliti adalah sebagai berikut:

1. Hanya membahas dari segi kecuraman gelombang arus yang datang pada *lightning arrester* dalam memproteksi peralatan dan tegangan gelombang datang pada jaringan SUTM hanya pada gardu distribusi DB0519 Penyulang Misol dengan konstruksi lama dan baru.
2. Membahas penempatan *lightning arrester* di Gardu DB0519 Penyulang Misol.
3. Optimal yang dimaksud yaitu perlindungan *lightning arrester* terhadap kecuraman gelombang arus datang dan arus puncak petir.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui jarak proteksi ideal pemasangan *lightning arrester* pada transformator DB0519 Penyulang Misol.
2. Mengetahui besar kecuraman gelombang arus yang datang dan dapat diproteksi *lightning arrester* pada gardu distribusi DB0519 dengan konstruksi lama sebelum FCO dan konstruksi baru.
3. Mengetahui tahapan dalam menentukan besar klasifikasi *lightning arrester*.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini dari berbagai pihak, yaitu:

##### **1. Manfaat Bagi Penulis**

Dengan adanya penelitian tugas akhir ini, penulis dapat mengetahui berapa jarak ideal penempatan *lightning arrester* khususnya pada daerah Denpasar Penyulang Misol dan dapat memperdalam ilmu mengenai penyaluran tegangan dan arus impuls akibat petir.

##### **2. Manfaat Bagi PT PLN (Persero)**

Dengan adanya penelitian tugas akhir ini, PT PLN (Persero) ULP Denpasar dapat menggunakannya sebagai acuan dalam melakukan pekerjaan reposisi *arrester* dengan mempertimbangkan jarak maksimumnya sehingga dapat mencegah terjadinya gagal penyaluran ke tanah dan kerusakan transformator akibat induksi petir.

##### **3. Manfaat Bagi Politeknik Negeri Bali**

Penulisan tugas akhir ini dapat dijadikan arsip bagi Politeknik Negeri Bali khususnya Jurusan Teknik Elektro Prodi Teknik Listrik sebagai referensi bagi siapapun, bahwasannya Politeknik Negeri Bali pernah melakukan penelitian terkait jarak maksimum *lightning arrester*.

##### **4. Manfaat Bagi Para Pelajar**

Dengan adanya penelitian tugas akhir ini pula, para pelajar juga dapat mengetahui betapa pentingnya memasang sesuatu berdasarkan suatu analisa dan mengetahui maksud dari ditematkannya suatu komponen khususnya di gardu distribusi.



## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan sebagai acuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, sebagai berikut:

### BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini memuat latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan berdasarkan judul “Analisis Reposisi *Lightning Arrester* Pada Gardu Distribusi DB0519 Penyulang Misol Untuk Memperoleh Perlindungan Yang Optimal”.

### BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori dasar pendukung yang digunakan dalam melakukan analisa dan membahas tugas akhir, seperti teori *lightning arrester*, teori penempatan *lightning arrester*, teori transformator, dan beberapa teori petir yang berhubungan erat dengan pembahasan tugas akhir ini.

### BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat tentang metodologi penelitian digunakan sebagai penunjang dalam pembuatan tugas akhir ini yang meliputi rancangan sistem pengambilan data dan pengolahan data untuk menghitung agar dapat menganalisa hasil hitungan tersebut.

### BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISA

Bab ini memuat tentang pembahasan yang dibahas dalam tugas akhir ini dengan menghitung perumusan yang digunakan nantinya dan memuat analisa data yang didapatkan setelah melakukan perhitungan pada pembahasan.

### BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pertanyaan pada Bab I dan beberapa saran yang dapat diberikan kepada pembaca, peneliti selanjutnya, dan perusahaan yang terkait dengan tugas akhir ini.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Jarak proteksi maksimum *lightning arrester* terhadap transformator dari perhitungan yang dilakukan sebelumnya didapatkan nilai sebesar 0,80441 m. Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa nilai tersebut berada di kisaran 1 meter, dimana berarti nilai tersebut dapat diimplementasikan langsung di lapangan agar mendapatkan kesesuaian pemasangan yang dekat dengan transformator distribusi.
2. Konstruksi *lightning arrester* lama dapat memproteksi besar kecuraman gelombang arus yang datang sebesar 2,45722 kA/ $\mu$ s yang memiliki arus puncak petir sebesar 2,65387 kA. Pada konstruksi baru yang sesuai di lapangan, *lightning arrester* dapat memproteksi transformator dari kecuraman gelombang arus yang datang sebesar 16,05384 kA/ $\mu$ s yang memiliki arus puncak petir sebesar 38,1428 kA.
3. Tahapan dalam menentukan nilai klasifikasi LA yang sesuai, yaitu dengan menggunakan perumusan (2.4) sebagai acuan penentuan besar arus pelepasan nominal. Namun sebelumnya, tentukan terlebih dahulu berapa banyak isolator yang digunakan di jaringan. Dengan mengingat variasi *flashover* dan probabilitas tembus isolator untuk factor keamanannya menggunakan perumusan (2.3). Setelah itu, dalam pencarian impedansi surja dengan menggunakan perumusan (2.2) di atas yang membutuhkan tinggi rata-rata kawat konduktor dan jari-jari penghantar. Serta menggunakan tegangan kerja yang sesuai pada Tabel 2.2, sehingga mendapatkan nilai arus pelepasan impuls penangkap petir sebesar 1,71734 kA dan yang di lapangan terpasang adalah 10kA.

#### 5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan sebagai bahan masukan yang dapat ditampung, yaitu:

1. Kecuraman gelombang arus petir khususnya daerah Denpasar sewaktu-waktu akan berubah sesuai keadaan di alam, maka dipercepatlah melakukan pemeliharaan gardu reposisi *lightning arrester* dengan sisa 103 buah gardu pada daerah Denpasar.

2. Pada saat melakukan reposisi *lightning arrester*, usahakan jarak pen-*jumper*-an pada lengkungan dari transformator ke *lightning arrester* diperkecil lebih menuju bushing primer transformatornya agar mendapatkan proteksi yang maksimal.
3. Ada baiknya, sebagai penyempurnaan untuk peneliti selanjutnya yang membaca penelitian ini dapat membuktikan berapa besar kemungkinan tegangan lebih masuk ke dalam transformator.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zoro, Prof. Dr. Reynaldo. 2018. *Sistem Proteksi Petir Pada Sistem Tenaga Listrik*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya. 978-602-446-188-1.
- [2] PT PLN (Persero) ULP Denpasar. *Surat Keterangan Validasi Data*. Denpasar : ULP Denpasar, 2022. 0003/DIS.03.01/C05030400/2022.
- [3] BMKG Stasiun Sanglah Denpasar. *Permintaan Pelayanan Geopotensial Dan Tanda Waktu*. Denpasar : Badan Sertifikat Elektronik (BSrE), Badan Siber dan Sandi Negara, 2022. GF.301/034/OPS/DNP/IV/2022.
- [4] Kelompok Kerja Standar Konstruksi Distribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia. 2010. *Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*. Jakarta Selatan : PT PLN (Persero). 605.K/DIR/2010.
- [5] Yulianto, IK. Rinas, I Wayan. Suartika, I Made, "Jurnal SPEKTRUM," *Analisa Penempatan Lightning Arrester Sesudah Cut Out Untuk Mengurangi Gangguan Tegangan Lebih Pada Trafo KL 0074 Di PT. PLN (Persero) ULP Klungkung*”, vol.8, pp. 55-60, Jun. 2021.
- [6] Ngadiman, Muhammad Asdar dan Agus Miftah, "Analisis Pengaruh Penempatan Arrester Terhadap Efektivitas Transformator Pada Tiang Distribusi," Skripsi, Universitas Muhammadiyah Makasar, Makasar, 2020.
- [7] PT PLN (Persero). SPLN 7: 1978. *PT PLN (Persero) Standard*. [Online] Agustus 14, 1978. [Cited: Juni 26, 2022.] <http://www.spln-71978pdf-pdf-free.com>. Surat Keputusan Direksi.
- [8] Suswanto, Daman. 2009. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Padang : Universitas Negeri Padang.
- [9] MT, Ir. Wahyudi Sarimun. N. 2016. *Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Depok : Garamond, ISBN.
- [10] MEE., Ir. T.S. Hutaaruk. 1991 *Gelombang Berjalan Dan Proteksi Surja*. Jakarta : Penerbit Erlangga. ISSN.
- [11] Kelompok Bidang Distribusi Standarisasi. SPLN D5.006:2013. *Standar SPLN*. [Online] Desember 11, 2013. [Cited: Juni 16, 2022.] <http://www.SPLN-d5006-2013-pedoman-pemilihan-arrester-untuk-jaringan-distribusi-20-kvpdf.com>.
- [12] Ansyori, Rahayu dan, "Mikrotiga," *Analisa Proteksi Petir Pada Gardu Distribusi 20kV PT PLN (Persero) Rayon Inderalaya.* , Vol. 1, pp. 1-8, Nov.2014, ISSN.
- [13] Hileman, Andrew R. 1999. *Insulation Coordination for Power Systems*. North Carolina : CRC Press.

- [14] B., Rezon Arief. Lightning Arrester. *slideshare.net*. [Online] Universitas Diponegoro, November 15, 2011. [Cited: July 24, 2022.] [https://www.slideshare.net/rezon\\_arif/lightning-arrester-dan-gejala-petir](https://www.slideshare.net/rezon_arif/lightning-arrester-dan-gejala-petir).
- [15] Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional, ICS.
- [16] Hutahuruk, T.S. *Perhitungan Gangguan Kilat Pada Saluran Udara Tegangan Menengah*. Bandung : Proceedings ITB, 1988. Vol. XXI, pp. 21-47.
- [17] Siburian, Jhonson M., Jumari and Hutagalung, Tika M. "Jurnal Teknologi Energi UDA," *Studi Sistem Penangkal Petir Pada Menara Lampu Penerangan Parkir Bandara Kualanamu*". Vol. VIII, pp. 73-80, Jun.2019.
- [18] PT PLN (Persero). Lampiran A Tabel Spesifikasi Peralatan. [book auth.] PT PLN (Persero). Jakarta : PT PLN (Persero).