

# **TUGAS AKHIR**

**STUDI KINERJA LIGHTNING ARRESTER AKIBAT  
SAMBARAN PETIR PADA TRAFORMATOR  
BERKAPASITAS 60 MVA DI Gardu Induk Buduran  
150 KV**



**Disusun Oleh :**

**RYO QODRIAN SETYANTO**

**NBI : 1451900120**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2023**

# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI KINERJA LIGHTNING ARRESTER AKIBAT SAMBARAN PETIR PADA TRAFORMATOR BERKAPASITAS 60 MVA DI GARDU INDUK BUDURAN 150 KV**



**Disusun Oleh:**

**RYO QODRIAN SETYANTO**

**NBI : 1451900120**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2023**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Nama : RYO QODRIAN SETYANTO  
NBI : 1451900120  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : STUDI KINERJA LIGHTNING ARRESTER  
AKIBAT SAMBARAN PETIR PADA TRAFU  
BERKAPASITAS 60 MVA DI GARDU INDUK  
BUDURAN 150 KV

Dosen Pembimbing 1



Ir Hadi Tasmono, MT, IPU, ASEAN Eng. ACPE.  
NPP. 2045F.16.0709

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 2



Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., MT.  
NPP. 20450.22.0860

Mengetahui,

Dekan  
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.  
NPP. 20410.90.0197

Ketua  
Program Studi Teknik Elektro



Ir. Puji Slamet, S.T., M.T.  
NPP. 20450.11.0601

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ryo Qodrian Setyanto  
NBI : 1451900120  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

**“STUDI KINERJA LIGHTNING ARRESTER AKIBAT SAMBARAN  
PETIR PADA TRAFU BERKAPASITAS 60 MVA DI GARDU INDUK  
BUDURAN 150 KV”**

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 29 Mei 2023  
Penulis



Ryo Qodrian Setyanto  
NBI.1451900120



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA  
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI**

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ryo Qodrian Setyanto  
NBI/NPM : 1451900120  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, atas karya saya yang berjudul:

**“STUDI KINERJA LIGHTNING ARRESTER AKIBAT SAMBARAN  
PETIR PADA TRAFU BERKAPASITAS 60 MVA DI GARDU INDUK  
BUDURAN 150 KV ”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada tanggal : 29 Mei 2023



Ryo Qodrian Setyanto  
NBI. 1451900120

## ABSTRAK

Pusat energi listrik umumnya terhubung ke saluran transmisi udara, yang rentan terhadap gangguan dari sistem eksternal seperti petir. Petir merupakan bahaya bagi bagian-bagian pembangkit listrik. Oleh karena itu, perlindungan terhadap sambaran petir sangat penting agar komponen yang ada di dalam pusat tenaga listrik tidak mengalami kerusakan saat terjadi. baut. Studi ini menjelaskan proteksi daya trafo (60 MVA) di Gardu Induk Buduran untuk melindungi trafo dari tegangan lebih akibat petir. Spesifikasi arester surja tegangan tinggi yang dipasang pada sisi tegangan tinggi transformator II, III, IV dan VI, VI dari Gardu induk Buduran adalah tegangan pengenal 132kV dan arus luahan 5,06kA untuk memenuhi persyaratan sistem. Jarak maksimum yang diperbolehkan antara arester surja dan keluaran trafo adalah 28,5 meter. Walaupun jarak medan 3,6 dan 8 meter, tegangan ke trafo adalah 480 kV, namun masih lebih rendah dari nilai isolasi dasar trafo, sehingga proteksi trafo terhadap transmisi petir baik

*Kata kunci: Arus Bocor Resistif, Lightning Arrester, Surja Petir*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan pada kehadirat Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “STUDI KINERJA LIGHTNING ARRESTER AKIBAT SAMBARAN PETIR PADA TRAF0 BERKAPASITAS 60 MVA DI GARDU INDUK BUDURAN 150 KV”. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarga, para sahabatnya, hingga umatnya hingga akhir zaman, amin.

Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat bagi Mahasiswa untuk dapat menyelesaikan studi dalam program sarjana S-I Teknik Elektro di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dengan penyusunan tugas akhir ini di harapkan mahasiswa mampu mengaplikasikan semua pengalaman ilmu yang diperoleh di bangku pendidikan untuk memecahkan suatu permasalahan dalam bidang keahliannya secara sistematis, logis, kritis dan kreatif sehingga dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan dikarenakan oleh segala keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki. Namun penulis berusaha untuk mempersembahkan skripsi ini sebaik-baiknya agar dapat memiliki manfaat bagi banyak pihak. Oleh karena itu, penulis akan menerima segala kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak, baik moril maupun materil, sehingga skripsi ini akhirnya dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini dengan ketulusan hati yang paling dalam, penulis mengucapkan terima kasih yang begitu besar kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya dampai saat ini.
2. Orang tua, Ibu Rustin dan Bapak Sutakim yang selalu memberikan do'a, semangat, serta kasih sayang yang tiada hentinya agar penulis dapat menyelesaikan studi dan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Hadi Tasmono MT,IPU,ASEAN Eng,ACPE.,dan Bapak Reza Sarwo Widagdo S.Tr., M.T, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan petunjuk, pengetahuan, bimbingan dan pengarahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Ir Gatut Budiono, M.Sc., bapak Aris Heri Andriawan, S.T.,M.T.,dan bapak Ir. Puji Slamet, S.T., M.T.,Bapak Reza Sarwo Widagdo S.Tr., M.T Giovanni Dimas Prenata,ST.,MT.,dan Izzah Aula Wardah, S.ST.,M.EngSc. selaku dosen penguji dalam Sidang Tugas Akhir, terima kasih banyak atas masukan dan penjelasan demi kesempurnaan penyusunan Tugas Akhir ini.

5. Terima kasih kepada bapak Ir. Puji Slamet, S.T., M.T. selaku kepala program studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Pak Paat dan Bu Eka selaku TU elektro yang telah banyak membantu dalam mengurus segala hal tentang perkuliahan sampai dengan saat ini.
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu yang tidak terbatas selama kuliah di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
8. Seluruh Staf Perpustakaan dan Staf Karyawan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah melayani serta membantu dalam kelancaran proses penyusunan skripsi ini.
9. Seluruh Karyawan serta Pimpinan PT.PLN (PERSERO) UPT Surabaya atas kesempatan yang telah diberikan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Kepada Manan Pratama yang telah membimbing untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Kepada tim Gardu Induk Buduran, Pak Teguh, Mas Didik, Mas Abi, Pak Saiun yang selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi dan membantu dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini.
12. Sahabat-sahabat yang telah memberikan motivasi serta doa.
13. Teman-teman seperjuangan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya terima kasih atas jalinan persahabatan serta kontribusi yang kalian berikan.
14. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, namun telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Surabaya, 29 Mei 2023



Ryo Qodrian Setyanto  
1451900120



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1.Latar Belakang .....	1
1.2.Rumusan Masalah .....	2
1.3.Tujuan.....	2
1.4.Kontribusi Penelitian.....	2
1.5.Batasan Masalah .....	2
1.6.Sistematika Penulisan .....	2
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1 <i>Stade of the art</i> .....	5
2.2 Umum .....	6
2.3 Surja Petir .....	7
2.3.1 Proses Terjadinya Petir.....	7
2.3.2 Macam-macam Petir.....	9
2.4 Bahaya Petir terhadap Peralatan.....	11
2.5 Proteksi Jaringan.....	12
2.6 Gardu induk .....	13
2.7 Lighting Arrester.....	13

2.7.2	Konstruksi <i>Lightning Arrester</i> .....	14
2.7.3	Jenis-Jenis Arrester .....	17
2.7.4	Syarat-Syarat arrester .....	20
2.7.5	Tegangan Sistem Maksimum .....	21
2.7.6	Parameter-Parameter Arrester .....	21
2.7.8	Tegangan Yang Tiba Pada Transformator .....	24
2.8	Pemasangan Arrester Pada Sistem Transmisi .....	24
2.8.1	Kawat hubung arrester ( <i>lead wire</i> ) .....	24
2.8.2	Penempatan Arrester Pada Peralatan Yang Dilindungi .....	25
2.8.3	Penempatan Arrester pada saluran udara transmisi ( <i>Transmisi Line Arrester</i> ) .....	26
2.8.4	Penempatan Arrester Pada GIS ( <i>Gas Insulated Switchgear</i> ) .....	27
2.8.5	Pemisah .....	27
2.8.6	Sistem Pembumian Arrester Pada Gardu Induk .....	28
2.8.7	Surge Counter .....	29
2.8.8	Penyebab kegagalan Pada Lighining Arrester .....	29
2.9	Arus Bocor Arrester .....	30
2.9.1	Arus bocor resistif yang dikoreksi .....	31
2.9.2	Persentase arus bocor .....	31
2.9.3	Galat kondisi arus bocor perhitungan dan pengukuran .....	31
2.9	<i>Leakage current monitoring</i> (LCM) .....	32
2.9.1	Proses pengukuran arus bocor arrester .....	32
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b> .....		<b>35</b>
3.1	Metode penelitian .....	35
3.2	Diagram Alir Penelitian .....	36
3.3	Pengumpulan Data .....	36
3.3.1	Menghitung Tegangan Sistem Maksimum .....	36
3.3.2	Menghitung Tegangan Pengenal Arrester .....	37
3.3.3	Menghitung Arus Pelepasan Arrester .....	37

3.3.4 Menghitung Jarak Pemasangan Arrester.....	37
3.3.5 Tegangan Yang Tiba Pada Transformator .....	38
3.3.6 Menghitung Arus Bocor Arrester .....	38
3.3.7 Persentase arus bocor .....	39
3.3.8 Galat kondisi arus bocor perhitungan dan pengukuran .....	39
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1 Tegangan Sistem Maksimum .....	41
4.3 Arus Pelepasan.....	42
4.4 Menghitung Arus Bocor Arrester .....	45
4.5 Persentase arus bocor .....	49
4.6 Galat kondisi arus bocor perhitungan dan pengukuran.....	56
<b>BAB V. PENUTUP.....</b>	<b>60</b>
5.1.Kesimpulan .....	60
5.2.Saran .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>62</b>
Lampiran A. Surat Balasan Tempat Penelitian.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Muatan Sepanjang pinggir awan menginduksikan muatan awan pada bumi .....	7
Gambar 2.2 <i>Lidah petir menjalar ke arah bumi</i> .....	8
Gambar 2.3 Kilat Sambaran balik dari bumi ke awan .....	8
Gambar 2.4 Bentuk standar gelombang surja petir .....	11
Gambar 2.5 Diagram garis sistem tenaga listrik interkoneksi .....	13
Gambar 2.6 Skema <i>Lightning arrester</i> .....	14
Gambar 2.7 Konstruksi LA .....	14
Gambar 2.8 Keping Blok <i>Varistor Zinc Oxide</i> .....	15
Gambar 2. 9 Konstruksi <i>Housing Lightning Arrester</i> .....	16
Gambar 2.10 Sealing dan Pressure Relief Systems <i>Lightning Arrester</i> .....	16
Gambar 2.11 <i>grading ring</i> pada arrester.....	17
Gambar 2.12 <i>Arrester jenis ekspulsi</i> .....	17
Gambar 2.13 <i>Arrester Jenis Katup</i> .....	18
Gambar 2.14 <i>Arrester Jenis ZnO</i> .....	19
Gambar 2.15 Skema Jarak Lighting arrester dan Transformator .....	23
Gambar 2.16 Sambungan kawat hubung pbumian.....	24
Gambar 2.17 Efek tegangan lead wire terhadap tegangan rambat ke peralatan .....	25
Gambar 2.18 Contoh penempatan arrester di bay transformator .....	25
Gambar 2.19 Contoh penempatan arrester di bay penghantar .....	26
Gambar 2.20 Contoh penempatan arrester pada transmisi.....	26
Gambar 2.21 Contoh pemasangan TLA dengan celah udara luar.....	27
Gambar 2.22 Penempatan arrester pada GIS .....	27
Gambar 2.23 Contoh pemisah pada transmission line arrester .....	28
Gambar 2.24 Contoh sistem pbumian arrester pada gardu induk.....	28
Gambar 2.25 Contoh surge counter pada transmission line arrester .....	29
Gambar 2.26 <i>Model Sederhana Arus Bocor</i> .....	30
Gambar 2.27 <i>Leakage current monitor</i> .....	32
Gambar 2.28 Pemasangan alat LCM.....	33
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian .....	35
Gambar 5.1 Surat balasan Tempat Penelitian .....	62
Gambar 5.2 Single Line Diagram.....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rekomendasi Hasil Ukur <i>Leackage Curren Monitor</i> .....	33
Tabel 4.1 Nilai maksimum tegangan lebih petir .....	42
Tabel 4.2 Hasil perhitungan arus bocor .....	48
Tabel 4.3 Batas Maksimum Arus Bocor.....	49
Tabel 4.4 Batas Maksimum Arus Bocor.....	50
Tabel 4.5 Hasil penghitungan arus bocor .....	55
Tabel 4.6 Grafik Kondisi LA .....	55
Tabel 4.7 Grafik Kondisi LA .....	56
Tabel 4.8 Hasil Galat kondisi penghitungan dan pengukuran .....	59
Tabel 5.1 koreksi rasio tegangan .....	64
Tabel 5.2 koreksi suhu .....	65
Tabel 5.3 Data Traformator .....	66
Tabel 5. 4 Data Lightining Arrester.....	67
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Arus Bocor .....	69