

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul

**ANALISIS KINERJA *LIGHTNING ARRESTER* SEBAGAI
PENGAMAN TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK 150kV
KEMAYORAN TERHADAP GANGGUAN SURJA PETIR**

Disusun oleh :

YUDHA FEBRIANSYAH

NIM : 2014 – 11 – 214

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Sarjana Teknik Elektro

SEKOLAH TINGGI TEKNIK-PLN

Jakarta, 27 Juli 2018

Mengetahui,

Disetujui,

**(Syarif Hidayat, S.Si., MT.)
Ka. Prodi S1 Teknik Elektro**

**(Suwarno, Ir., MT.)
Pembimbing**

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Yudha Febriansyah
NIM : 2014 – 11 – 214
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Judul : ANALISIS KINERJA *LIGHTNING ARRESTER* SEBAGAI PENGAMAN TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK 150kV KEMAYORAN TERHADAP GANGGUAN SURJA PETIR

Telah disidangkan dan dinyatakan Lulus Sidang Skripsi pada program Sarjana Strata 1, Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik – PLN pada tanggal 20 Agustus 2018:

Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1. Isworo Pujotomo, Ir.,MT	Ketua Penguji	
2. Retno Aita Diantari, ST.,MT.	Sekretaris	
3. Agus Yogiarto, Ir.MT	Anggota	

Mengetahui :

Ka. Prodi S1 Teknik Elektro

(Syarif Hidayat, S.Si., MT)

PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Yudha Febriansyah
NIM : 2014 – 11 – 214
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA *LIGHTNING ARRESTER* SEBAGAI PENGAMAN TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK 150kV KEMAYORAN TERHADAP GANGGUAN SURJA PETIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana baik di lingkungan STT-PLN maupun di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam pustaka. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika ternyata pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 27 Juli 2018

(Yudha Febriansyah)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

Bapak Suwarno, Ir., MT Selaku Pembimbing Skripsi

Yang telah memberikan petunjuk, saran-saran serta bimbingannya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.

Terima kasih yang sama, saya sampaikan kepada :

1. Bapak, Ibu dan Adik saya yang selalu memberikan *support*, baik motivasi maupun materi kepada saya dari awal hingga selesainya kuliah ini.
2. Orang-orang terdekat saya, Wahyu Chyntia, Wahyu Ridho Utama, Vito Yudho Prasetyo, Amd., yang selalu memberikan motivasi hingga terselesainya skripsi ini.
3. Pihak-pihak APP Pulogadung, Bapak Andi, Bapak Rofi, Bapak Rozi, Bapak Arif yang telah membantu saya saat penelitian.

Yang telah mengizinkan melakukan penelitian dan pengumpulan data di wilayah kerja PT.PLN (Persero) APP Pulogadung dan di GI Kemayoran.

Jakarta, 27 Juli 2018

YUDHA FEBRIANSYAH

NIM : 2014 – 11 – 214

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Sekolah Tinggi Teknik – PLN, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yudha Febriansyah

NIM : 2014 – 11 – 214

Program Studi : S-1

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Sekolah Tinggi Teknik – PLN **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS KINERJA *LIGHTNING ARRESTER* SEBAGAI PENGAMAN TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK 150kV KEMAYORAN TERHADAP GANGGUAN SURJA PETIR

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Sekolah Tinggi Teknik – PLN berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencita dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 27 Juli 2018

Yang menyatakan

(Yudha Febriansyah)

**ANALISIS KINERJA *LIGHTNING ARRESTER* SEBAGAI PENGAMAN
TRANSFORMATOR DAYA DI GARDU INDUK 150 kV KEMAYORAN
TERHADAP GANGGUAN SURJA PETIR**

Oleh Yudha Febriansyah, 201411214

Dibawah bimbingan Suwarno, Ir.,MT

ABSTRAK

Energi dalam jumlah besar ditransmisikan melalui saluran transmisi dari pusat listrik ke Gardu Induk. Di Indonesia saluran udara dianggap lebih efektif dalam penyaluran listrik, terutama tegangan tinggi. Karena itu saluran transmisi tegangan tinggi yang melalui daerah terbuka, terutama di pegunungan memiliki tingkat kemungkinan terkena sambaran yang cukup tinggi. Petir yang menyambar saluran transmisi akan menimbulkan tegangan lebih yang akan berjalan menuju ke gardu induk dan harus di salurkan ke tanah melalui *Lightning Arrester*. *Lightning Arrester* sangat penting peranannya untuk melindungi peralatan dari tegangan lebih, peralatan yang paling mahal di Gardu Induk adalah Transformator. Transformator harus mendapat perlindungan khusus dengan memasang *Lightning Arrester* didepannya. Hasil yang diperoleh dari penelitian dengan menggunakan rumus praktis bahwa nilai tegangan impuls yang datang ke terminal transformator untuk jarak 4m yaitu sebesar 513,3 kV. Dimana besar tegangan tersebut masih jauh lebih kecil dari tingkat isolasi dasar transformator yang digunakan, yaitu 650 kV. Jarak maksimum arrester yang diperoleh yaitu 45m telah memenuhi syarat perlindungan sehingga perlindungan transformator daya terhadap gangguan surja petir sudah sangat baik.

Kata Kunci : Surja Petir, *Lightning Arrester*, Gardu Induk Kemayoran

**ANALYSIS ON LIGHTNING ARRESTER PERFORMANCE AS POWER
TRANSFORMER PROTECTION ON 150 KV KEMAYORAN SUBSTATION AGAINST
LIGHTNING SURGE FAULT.**

By Yudha Febriansyah, 201411214

Under guidance of Suwarno, Ir.,MT

ABSTRACT

Energy in vast amount is transmitted by transmission line from power plant to substation. In Indonesia overhead transmission is considered to be more effective in transmitting electrical energy, especially on high-voltage. Because of that high-voltage transmission going passing through an open field, more over on highlands, has a high chance of getting struck by a high voltage surge. Lightning transmission line will cause over-voltage flowing to the substation and has to be channeled to the ground through Lightning Arrester. Lightning Arrester is very essential in protecting equipment from excessive voltage, the costliest equipment on the substation is the transformer. transformer must have specialized protection by installing Lightning Arrester on its anterior. The result obtained from the research by using simple equation method is that impulse voltage coming to the transformer's terminal is 513,3 kV if the distance occur is 4m. It is far smaller than the transformer base level isolation used which is 650 kV. Maximum arrester distance amounts to 45 meters corresponding with protection standards, so the power transformer protection against lightning surge fault is exceptional.

Keywords: *Lightning surge, Lightning Arrester, Kemayoran Substation.*

DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan	i
Halaman Pengesahan Tim Penguji	ii
Halaman Pernyataan Keaslian Skripsi	iii
Ucapan Terima Kasih	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	v
Abstrak	vi
<i>Abstract</i>	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan Penelitian	2
1.2.1 Identifikasi Penelitian	2
1.2.2 Ruang Lingkup Masalah	2
1.2.3 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Penelitian	3
1.3.2 Manfaat Penelitian	3
1.4 Sistematika Penulisan	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Proses Terjadinya Petir	5
2.1.2 Efek Sambaran Petir	6
2.1.3 Kawat Tanah	7
2.1.4 <i>Lightning Arrester</i>	9
2.1.4.1 Teknologi <i>Lightning Arrester</i>	10

2.1.4.2	Klasifikasi <i>Arrester</i>	11
2.1.4.3	Konstruksi <i>Lightning Arrester</i>	12
2.1.4.4	Tipe-tipe <i>Arrester</i>	17
2.1.4.5	Karakteristik <i>Arrester</i>	20
2.1.4.6	Pemilihan <i>Arrester</i>	22
2.1.4.7	Syarat-syarat <i>Arrester</i>	23
2.1.4.8	Pemilihan Tingkat Isolasi Dasar <i>Lightning Arrester</i> ...	23
2.1.5	Pengujian <i>Arrester</i>	24
2.1.5.1	Pengujian Ketahanan Arus Pelepasan	24
2.1.5.2	Pengujian Pressure Relief.....	25
2.1.5.3	Pengujian Ketahanan Isolasi.....	25
2.1.5.4	Pengujian Tegangan Pelepasan	25
2.1.6	Bentuk dan Spesifikasi Gelombang Berjalan	26
2.1.7	Pantulan pada Gelombang Berjalan.....	26
2.1.8	Kecepatan Rambat Gelombang Berjalan	27
2.2	Kerangka Pemikiran.....	31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Analisa Kebutuhan	32
3.2	Perancangan Penelitian	32
3.3	Teknik Analisis	34
3.4	Impedansi Surja Petir pada Kawat Penghubung	34
3.4.1	Kecepatan Gelombang Petir	35
3.5	Pemilihan <i>Lightning Arrester</i>	35
3.5.1	Impedansi Surja	36
3.5.2	Pemilihan <i>Lightning Arrester</i>	37
3.6	Teori Penghitungan Jarak Maksimum	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil.....	45
4.1.1	Data Teknis <i>Arrester</i> GI Kemayoran.....	45
4.1.2	Data Transmisi	45
4.1.3	Data Penghantar	46
4.2	Pembahasan.....	47
4.2.1	Data-data Pendukung	47
4.2.2	Perhitungan Kecepatan Gelombang Petir	48
4.2.3	Banyaknya Hari Guruh	49
4.2.4	Menghitung Nilai Impedansi Surja Petir pada Kawat Fasa ...	49

4.3 Perhitungan Pemilihan <i>Lightning arrester</i>	50
4.3.1 Tegangan Pengenal	50
4.3.2 Tegangan Pelepasan	51
4.3.3 Arus Pelepasan <i>Arrester</i>	51
4.4 Perhitungan Jarak <i>Arrester</i> dengan Transformator.....	52
BAB V PENUTUP.....	56
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penetapan Tingkat Isolasi Transformator dan Penangkap Petir	24
Tabel 4.1 Penetapan Tingkat Isolasi Transformator dan <i>Arrester</i>	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Terjadinya Sambaran Petir	6
Gambar 2.2 Lebar Jalur Perisaian Terhadap Sambaran Petir	8
Gambar 2.3 Tegangan Lebih Akibat Surja Petir	9
Gambar 2.4 LA di Gardu Induk	11
Gambar 2.5 Konstruksi LA	12
Gambar 2.6 Keping Blok Varistor Zinc Oxide	13
Gambar 2.7 Konstruksi Housing LA	14
Gambar 2.8 Sealing dan Pressure Relief System LA	15
Gambar 2.9 <i>Grading Ring</i> LA	16
Gambar 2.10 Counter LA	16
Gambar 2.11 Insulator Dudukan LA	17
Gambar 2.12 Struktur Penyangga LA	17
Gambar 2.13 Bentuk Gelombang Berjalan	26
Gambar 2.14 Gelombang dengan Titik Peralihan	27
Gambar 2.15 Kawat Transmisi dengan Batere	27
Gambar 2.16 Kerangka Pemikiran Penelitian	31
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	33
Gambar 3.2 Diagram Tangga Berulang	40
Gambar 3.3 Gelombang Berjalan dan Pantulannya	45
Gambar 3.4 Transformator dan <i>Arrester</i> terpisah	46
Gambar 3.5 Contoh Diagram Tangga	48
Gambar 4.1 Impedansi Surja Petir <i>Arrester</i> dan Transformator	55
Gambar 4.2 Kurva Perbandingan Jarak dan Tegangan	63
Gambar 4.3 Jarak <i>Lightning Arrester</i> terhadap Transformator	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran-A Absen Bimbingan Skripsi.....	A1
Lampiran-B Data IKL	B1
Lampiran-C <i>Single Line Diagram</i> GI Ancol.....	C1