

**PENGUJIAN ARUS BOCOR *LIGHTNING ARRESTER* MENGGUNAKAN
ALAT UJI LCM (*LEAKAGE CURRENT MEASUREMENT*)
DI GARDU INDUK BORANG PT. PLN (Persero)
ULTG BORANG**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan
Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi
Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh

AURELIA YOLANDA PUTRI

0617 3031 1361

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2020

**PENGUJIAN ARUS BOCOR *LIGHTNING ARRESTER* MENGGUNAKAN
ALAT UJI LCM (*LEAKAGE CURRENT MEASUREMENT*)
DI GARDU INDUK BORANG PT. PLN (Persero)
ULTG BORANG**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Penyusunan Laporan Akhir Pada Jurusan
Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh
AURELIA YOLANDA PUTRI
0617 3031 1361**

Palembang, September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Ir. H.M. Yunus, M.T.
NIP. 195702281988111001**

**Anton Firmansyah, S.T.,M.T.
NIP. 197509242008121001**

Mengetahui,

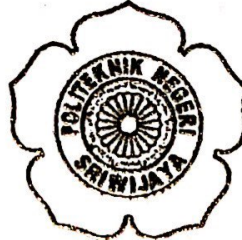
**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

**Ir. Iskandar Lutfi, M.T
NIP. 196501291991031002**

**Anton Firmansyah, S.T.,M.T.
NIP. 197509242008121001**

**PENGUJIAN ARUS BOCOR *LIGHTNING ARRESTER* MENGGUNAKAN
ALAT UJI LCM (*LEAKAGE CURRENT MEASUREMENT*)
DI GARDU INDUK BORANG PT. PLN (Persero)
ULTG BORANG**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Penyusunan Laporan Akhir Pada Jurusan
Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh
AURELIA YOLANDA PUTRI
0617 3031 1361

Palembang, September 2020

Dinyatakan,

Pembimbing I,

Ir. H.M. Yunus, M.T.

NIP. 195702281988111001

Pembimbing II,

Anton Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 197509242008121001

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Teknik Elektro

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.

NIP. 196501291991031002

Ketua Program Studi

Teknik Listrik

Anton Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 197509242008121001

MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN

“MOTTO”



“... Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita...”

(At-Taubah;40)

“Thoughts give birth to actions, actions spawned a habit, habit bore the character and the character created fate.” (Aristoteles)

Kupersembahkan Kepada :

- ❖ *Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kemudahan serta kelancaran Pada penulis dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.*
- ❖ *Keluarga besar dan kedua orang tuaku, Ajad Wahyu Triyono & Lisda Aryanti.*
- ❖ *Adik-adikku, Farel Fahriansyah Putra & Amira Azzahra Putri*
- ❖ *Semua Anggota ULTG Borang.*
- ❖ *Tim Har GI ULTG Borang.*
- ❖ *Saudara Faturridho Q. my main support team*
- ❖ *Sahabat Grup WA Yang Tau Tau Aja.*
- ❖ *Bapak Ir. H.M. Yunus, M.T., sebagai dosen pengajar sekaligus dosen pembimbing I.*
- ❖ *Bapak Anton Firmansyah, S.T.,M.T., sebagai dosen pengajar sekaligus dosen pembimbing II.*
- ❖ *Teman-teman Seperjuangan D3K PLN POLSRI 2017.*
- ❖ *Almamaterku, Politeknik Negeri Sriwijaya.*

ABSTRAK

**PENGUJIAN ARUS BOCOR *LIGHTNING ARRESTER* MENGGUNAKAN
ALAT UJI LCM (*LEAKAGE CURRENT MEASUREMENT*)
DI GARDU INDUK BORANG PT. PLN (Persero)
ULTG BORANG
(2020 : xii + Halaman + Gambar + Tabel + Lampiran)**

Aurelia Yolanda Putri

0617 3031 1361

Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Peralatan yang terdapat pada gardu induk memiliki prinsip kerja yang berbeda-beda, namun memiliki tujuan yang sama yaitu untuk melindungi peralatan dari adanya gangguan, salah satunya adalah *lightning arrester* (LA). LA sangat rentan terhadap gangguan surja petir maupun surja hubung yang terjadi di dalam *switchgear* maupun mendapat gangguan dari saluran transmisi. Oleh karena itu, LA selalu ditempatkan pada posisi sangat dekat terhadap peralatan yang akan dilindunginya.

Pengujian arus bocor dan tahanan isolasi terhadap LA perlu dilakukan secara rutin guna mengetahui apakah LA masih dalam kondisi layak untuk beroperasi ataupun tidak. Berdasarkan ketentuan standar SK.DIR 0520 dan hasil pengujian yang telah dilakukan, suatu arrester dapat dikatakan baik apabila nilai arus bocornya berada pada nilai $\leq 90\%$, dan berdasarkan dari hasil pengujian arus bocor yang telah dilakukan di Gardu Induk Borang, khususnya pada Penghantar 150 kV Mariana#2 pada tahun 2018, 2019 dan 2020 dapat dikatakan bahwa *arrester* masih dalam keadaan SANGAT BAIK dikarenakan nilai arus bocornya berada pada kisaran 9,66% sampai dengan 26,833% yang dimana nilai tersebut masih berada di bawah standar ketentuan SK.DIR 0520 yang menyatakan bahwa arus bocor pada *arrester* dapat dikatakan baik apabila nilainya $\leq 90\%$.

Kata Kunci : *Lightning Arrester* (LA), arus bocor

ABSTRACT

LEAKAGE CURRENT TEST OF LIGHTNING ARRESTER USING LCM (LEAKAGE CURRENT MEASUREMENT) IN BORANG SUBSTATION PT. PLN (PERSERO) ULTG BORANG (2020 : xii + Pages + Pictures + Table +Attachment)

Aurelia Yolanda Putri

0617 3031 1361

Electrical Engineering

State of Polytechnic Sriwijaya

The equipments in substation has different working principles, but has the same goal, namely to protect the equipment from interference, one of which is a lightning arrester (LA). Arrester is very susceptible to disturbance by lightning surges and circuit surges that occur in switchgear or interference from transmission lines. Therefore, arrester is always placed very close to the equipment to be protected.

Testing of leakage current and insulation resistance against LA needs to be done regularly to find out whether arrester is still in a proper condition to operate or not. Based on the standard provisions of SK.DIR 0520 and the results of the tests that have been carried out, an arrester can be said to be good if the value of the leakage current is at a value of $\leq 90\%$, and based on the results of the leakage current test that has been carried out at The Borang Substation, especially at the 150kV Mariana#2 in 2018, 2019 dan 2020 it can be said that the arrester is still in a VERY GOOD condition because the value of the leakage current is in the range of 9,66% to 26,833%, where the value is still below the standard provisions of SK> DIR 0520 which states that the leakage current in the arrester can be said to be good if the value is $\leq 90\%$.

Keyword : Lightning Arrester (LA), leakage current

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul “**Pengukuran Arus Bocor Pada *Lightning Arrester* Dengan Menggunakan Alat Uji LCM (*Leakage Current Measurement*) di Gardu Induk Borang PT. PLN (Persero) ULTG Borang.**”

Laporan Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam penyusunan Laporan Akhir, penulis banyak mendapatkan masukan dan bimbingan dari berbagai pihak hingga selesainya laporan ini dengan baik. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dosen Pembimbing Laporan Akhir :

1. Ir. H.M. Yunus, M.T. selaku Pembimbing I

2. Anton Firmansyah, S.T.,M.T. selaku Pembimbing II

Yang telah memberikan bimbingan, nasihat dan pengarahan kepada penulis dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini. Selain itu, penulis Laporan Akhir ini mendapat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak lainnya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T, M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Rahadian Rasyid, selaku Manajer PT. PLN (Persero) ULTG Borang sekaligus sebagai Mentor 1.

6. Bapak Fatkhur Rokhman, selaku Spv. Pemeliharaan Gardu Induk PT. PLN (Persero) ULTG Borang sekaligus sebagai Mentor 2.
7. Bapak Gusti Pratama Putra, selaku staff Pemeliharaan Gardu Induk PT. PLN (Persero) ULTG Borang.
8. Bapak Muhammad Alhafidz, selaku staff Pemeliharaan Gardu Induk PT. PLN (Persero) ULTG Borang.
9. Seluruh karyawan dan staff ULTG Borang yang telah memberikan masukan, bimbingan serta dukungan selama pelaksanaan kegiatan lapangan dan kerja praktek.
10. Teman-teman seperjuangan D3K PLN - Polsri Angkatan 2017.

Saya sebagai penulis menyadari atas kekurangan dalam Laporan Akhir ini, maka dari itu kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun sangat diharapkan guna kesempurnaan laporan ini dan juga dapat menambah ilmu pengetahuan.

Akhir kata, penulis berharap Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Palembang, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.5.1 Metode Literatur.....	3
1.5.2 Metode Observasi.....	4
1.5.3 Metode Diskusi.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Petir.....	5
2.1.1 Proses Terjadinya Petir.....	5
2.1.2 Tahapan Sambaran Petir ke Tanah.....	9
2.1.3 Faktor-faktor yang Memengaruhi Sambaran Petir.....	12

2.2	Sistem Pembumian.....	13
2.2.1	Sistem Pembumian Dengan Tahanan.....	14
2.3	Lightning Arrester.....	14
2.3.1	Klasifikasi Lightning Arrester.....	16
2.3.2	Konstruksi Lightning Arrester.....	21
2.3.3	Tes Uji Tahanan Isolasi Lightning Arrester.....	26
2.4	Kebocoran Arus Pada Lightning Arrester.....	27
2.5	Arus Bocor Model MOSA.....	28
2.5.1	Konsep Perhitungan Leakage Current Measurement.....	30
2.5.2	Konsep Pengukuran Leakage Current Measurement.....	33
2.5.3	Metode Pengukuran Arus Bocor Pada LA.....	33

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.1.1	Waktu Penelitian.....	37
3.1.2	Tempat Penelitian.....	37
3.2	Single Line Diagram Penghantar Mariana Gardu Induk Borang.....	38
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	38
3.3.1	Lightning Arrester.....	38
3.3.2	LCM 500 (<i>Leakage Current Measurement</i>).....	41
3.3.3	Prinsip Pengukuran LCM.....	41
3.3.4	Bagian-bagian LCM.....	42
3.4	Sistem Pengukuran Arus Bocor	45
3.5	Prosedur Percobaan.	46
3.6	Diagram Aliran Jalannya Penelitian.....	50

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengukuran Arus Bocor.....	51
4.1.1	Gardu Induk 150kV Borang Tahun 2018.....	51
4.1.2	Gardu Induk 150kV Borang Tahun 2019.....	53

4.1.3 Gardu Induk 150kV Borang Tahun 2020.....	54
4.2 Perhitungan Arus Bocor.....	57
4.2.1 Perhitungan Rata-Rata Arus Korektif.....	57
4.2.2 Perhitungan Nilai Arus Bocor Pada LA.....	59
4.3 Analisa Lightning Arrester.....	61
4.4 Analisa Gabungan.....	61

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64

DAFTAR PUSTAKA.....65

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gambar Petir	5
Gambar 2.2 Tipe-tipe Arus Sambaran	8
Gambar 2.3 Model <i>Stepped Leader</i> Wagner dan Hileman	9
Gambar 2.4 Hubungan wye dengan Phasa B terganggu.....	14
Gambar 2.5 Fungsi <i>Arrester</i>	15
Gambar 2.6 <i>Lightning Arrester</i> di Gardu Induk.....	16
Gambar 2.7 <i>Lightning Arrester</i> di Saluran Transmisi	16
Gambar 2.8 <i>Arrester</i> Jenis Ekspulsi	18
Gambar 2.9 <i>Arrester</i> Jenis Katup	19
Gambar 2.10 Karakteristik Arus Tegangan dari Tahanan Katup.....	20
Gambar 2.11 Konstruksi <i>Lightning Arrester</i>	21
Gambar 2.12 Keping Blok Varistor <i>Zinc Oxide</i>	22
Gambar 2.13 Konstruksi <i>Housing Lightning Arrester</i>	23
Gambar 2.14 <i>Sealing</i> dan <i>Pressure Relief System LA</i>	24
Gambar 2.15 <i>Grading Ring Lightning Arrester</i>	24
Gambar 2.16 <i>Counter LA</i> dan <i>Counter Meter Arus Bocor Total LA</i>	25
Gambar 2.17 Insulator Dudukan LA	25
Gambar 2.18 Struktur Penyangga <i>Lightning Arrester</i>	26
Gambar 2.19 Skema Pengujian Tahanan Isolasi <i>Lightning Arrester</i>	27
Gambar 2.20 Alat Uji Tahanan Isolasi <i>Lightning Arrester</i>	27
Gambar 2.21 Rangkaian Ekuivalen <i>Lightning Arrester</i>	28
Gambar 2.22 Model MOSA	29
Gambar 2.23 Kurva Ir Terhadap Tegangan Operasi	29
Gambar 2.24 Tegangan Operasi Terhadap a.....	30
Gambar 2.25 Bagan Pengujian <i>Arrester</i> Dengan ALat Uji LCM II.....	31
Gambar 2.26 Skema Perhitungan dan Pengukuran LCM	32
Gambar 2.27 Kurva Kenaikan Nilai Rata Arus Bocor (%)	34
Gambar 2.28 <i>Tapping</i> Arus Bocor Resistif.....	34
Gambar 2.29 Contoh Arus Bocor dengan Harmonisa	35
Gambar 3.1 <i>Single Line Diagram</i> Penghantar Mariana 150kV GI Borang.....	38
Gambar 3.2 <i>Nameplate Lightning Arrester</i> Fasa R	39
Gambar 3.3 <i>Nameplate Lightning Arrester</i> Fasa S	39
Gambar 3.4 <i>Nameplate Lightning Arrester</i> Fasa T	40
Gambar 3.5 Alat Uji LCM 500	41
Gambar 3.6 Display LCM.....	42
Gambar 3.7 <i>Stick Probe</i>	43
Gambar 3.8 Perlengkapan Alat LCM.....	43

Gambar 3.9 <i>Current Probe</i>	44
Gambar 3.10 <i>Field Probe</i>	44
Gambar 3.11 <i>DC Ccable 12V</i>	44
Gambar 3.12 <i>Kabel Power Supply</i>	45
Gambar 3.13 <i>Antenna</i>	45
Gambar 3.14 <i>Kabel Pentanahan</i>	45
Gambar 3.15 <i>Diagram Alir</i>	50
Gambar 4.1 <i>Grafik Hasil Arus Bocor Arrester GI 150kV Borang</i>	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kecepatan Komponen Petir.....	11
Tabel 2.2. Perbandingan Hari Guruh.....	12
Tabel 3.1 Peralatan yang digunakan untuk penelitian.....	38
Tabel 4.1. Kriteria Arus Bocor <i>Arrester</i>	51
Tabel 4.2. Pengujian LCM di GI 150kV Tahun 2018.....	52
Tabel 4.3. Hasil %Arus Bocor di GI 150kV Tahun 2018.....	53
Tabel 4.4. Pengujian LCM di GI 150kV Tahun 2019.....	53
Tabel 4.5. Hasil %Arus Bocor di GI 150kV Tahun 2019.....	54
Tabel 4.6 Pengujian LCM di GI 150kV Tahun 2020.....	55
Tabel 4.7 Hasil %Arus Bocor di GI 150kV Tahun 2020.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir DP3

Lampiran 2 Working Permit

Lampiran 3 Single Line Diagram GI Borang

Lampiran 4 Foto Pengujian Arus Bocor Lightning Arrester Menggunakan Alat Uji
LCM di Gardu Induk Borang

Lampiran 5 Data Laporan Hasil Pengujian

Lampiran 6 Surat Permohonan Pengajuan Pengambilan Data