

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PENGUKURAN ARUS RESISTIF *LIGHTNING***  
***ARRESTER* JENIS METAL OKSIDA**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana

Strata Satu (S1)



**Disusun oleh**

Nama : Syukron Alhakim

NIM : 41419310024

Pembimbing : Ketty Siti Salamah, S.T, M.T.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2021**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Syukron Alhakim

NIM : 41419310024

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengukuran Arus Resistif *Lightning Arrester* Jenis Metal Oksida

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Bekasi, 12 Juni 2021.

UNIVERSITA  
MERCU BUANA



Syukron Alhakim

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS PENGUKURAN ARUS RESISTIF *LIGHTNING ARRESTER* JENIS**  
**METAL OKSIDA**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Disusun oleh

Nama : Syukron Alhakim  
NIM : 41419310024  
Pembimbing : Ketty Siti Salamah, S.T., M.T.

Mengetahui,  
Pembimbing Tugas Akhir

  
(Ketty Siti Salamah, S.T., M.T)

Kaprodi Teknik Elektro

  
(Dr. Eko Ihsanto, M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir

  
(Ketty Siti Salamah, S.T., M.T)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan daya dan kekuatan untuk menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Pengukuran Arus Resistif *Lightning Arrester* Jenis Metal Oksida” Sebagai syarat mendapatkan gelar “Sarjana Teknik” Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Bekasi.

Penulis ingin sampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Abar Suhari dan Ibu Ulfah Mikhanah, orang tua saya yang tak pernah berhenti mendoakan hingga titik ini, serta kepada adik-adik saya atas semangat dan dukungannya.
2. Putri Kartika Oktavia, sumber inspirasi yang tak pernah berhenti mendukung saya.
3. Ibu Ketty Salamah, S. T, M. T sebagai dosen pembimbing dan kaprodi Teknik Elektro, sumber pertimbangan yang sangat saya hormati.
4. Atasan dan rekan-rekan kerja saya di PT. PLN yang telah memberi bantuan, izin, dan bimbingannya.
5. Teman-teman di kampus dan di luar kampus yang telah mendukung secara moral dan pikiran.

Selanjutnya skripsi ini tentu tidak bisa mencakup segala pengetahuan yang ada tentang arrester, namun penulis harap dapat memberikan tambahan ilmu terkait arus bocor pada arrester dan bagaimana degradasi yang terjadi pada peralatan yang digunakan. Penulis terbuka atas diskusi mengenai tulisan ini apabila di kemudian hari.

Bekasi, 12 Juni 2021.

Syukron Alhakim

## ABSTRAK

Arrester merupakan peralatan primer pada gardu induk, pelindung peralatan lain dari *fast front voltage* seperti petir, *slow front voltage* seperti surja hubung di mana kehadirannya dalam sistem dapat merusak isolasi dan menyebabkan breakdown peralatan. Untuk memastikan keadaannya, peralatan ini diuji dengan menggunakan pengukuran arus bocor yang mengalir pada grounding arrester. Teknik ini disebut sebagai LCM (leakage current monitoring), di mana arus total diekstrak untuk mendapatkan nilai arus resistif harmonik ketiganya.

Penelitian ini dilakukan dengan mengukur LCM semua arrester pada instalasi sistem 150kV yang berada di area kerja ULTG Karawang. Data tersebut dianalisa dan dikelompokkan berdasarkan lokasi, spesifikasi tegangan, dan fase.

Dari data didapati bahwa rerata nilai arus resistif harmonik ketiga 213 unit arrester yang diukur sebesar  $63,8\mu\text{A}$  dengan median data  $57\mu\text{A}$ . Kebocoran arus rerata masih 51.9% dari arus referensi pabrikannya. Di mana median data adalah 39.3%. Tegangan rating baik  $U_c$  ataupun  $U_r$  tidak berpengaruh terhadap pemburukan arrester. Ditemukan juga bahwa arrester yang terpasang di fase R cenderung memiliki nilai arus resistif lebih tinggi di antara fase yang lain sebanyak 85,9%.

Kata kunci: Arrester, LCM, *Fast fourier transform*, Arus bocor, petir, surja

## **ABSTRACT**

*Arrester is a primary device in substation to protect other device from fast front voltage and slow front voltage which can disrupt insulation leading to breakdowns. To ensure its condition, Leakage current on grounding are measured with a method called LCM (leakage current monitoring), where total leakage current is extracted into its third harmonic resistif current component.*

*This research is done by measuring LCM of arresters installed on 150kV system in ULTG Karawang's areas. The data then analyzed and grouped based on its location, voltage specification, and phase in which it is installed on.*

*From the data gathered, calculated mean of resistive leakage current of  $63,8\mu A$  with median of  $57\mu A$ . The leakage is still safe on the mean level 51.9% of the manufacturer-referenced current with median of 39.3%. Voltage specification ( $U_c$  and  $U_r$ ) almost uncorrelated with the number of damaged arrester. Here, also concluded that LA installed on Phase-R (L1/ Phase A) have 85,9% tendency to have higher  $I_{r3}$  compared to other phase.*

*Keyword: Arrester, LCM, Fast fourier transform, Arus bocor, lightnng, surge*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
1. BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
1.7 Perbandingan Penelitian .....	5
2. BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 State of the Art.....	8
2.3 Lighting Arrester.....	8
2.3.1 Definisi <i>lightning arrester</i> metal oksida.....	8
2.3.2 Sejarah .....	8
2.3.3 Karakteristik .....	10
2.3.4 Seng oksida (ZnO).....	11
2.3.5 Konstruksi <i>Lightning Arrester</i> .....	12
2.3.6 Spesifikasi Tegangan.....	13
2.3.7 Arus bocor .....	14
2.3.8 Arus surja.....	15
2.3.9 Pemburuan <i>Lightning Arrester</i> .....	16
2.4 LCM (Leakage current measurement).....	17
2.4.1 Spesifikasi Alat Uji.....	18



2.4.2	Aplikasi Doble LCM .....	19
2.5	Standard SK Direksi PLN No. 520 Tahun 2014.....	19
3.	BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	22
3.1	Jenis dan Desain Penelitian.....	22
3.2	Populasi, Sampel, dan Teknik Sampling .....	22
3.3	Teknik pengumpulan data.....	23
3.4	Instrumen Penelitian .....	24
3.5	Teknik analisis data .....	24
4.	BAB IV PEMBAHASAN .....	25
4.1	Pengukuran Leakage Current.....	25
4.1.1	Gardu Induk Kutamekar .....	25
4.1.2	Gardu Induk Telukjambe.....	26
4.1.3	Gardu Induk Parungmulya .....	28
4.1.4	Gardu Induk Sukamandi.....	29
4.1.5	Gardu Induk Peruri.....	31
4.1.6	Gardu Induk Indoliberty.....	31
4.1.7	Gardu Induk Kosambi Baru 150kV.....	33
4.1.8	Gardu Induk Dawuan .....	35
4.1.9	Gardu Induk Maligi .....	36
4.1.10	Gardu Induk Kiarapayung.....	37
4.1.11	Gardu Induk Deltamas 150kV.....	38
4.1.12	Keseluruhan.....	39
4.2	Analisa LCM Berdasarkan Spesifikasi Tegangan dan Fase .....	40
4.2.1	Analisa spesifikasi tegangan.....	41
4.2.2	Analisa fase tegangan arrester .....	43
5.	BAB V PENUTUP .....	46
5.1	Kesimpulan .....	46
5.2	Saran .....	47
	DAFTAR PUSTAKA .....	48



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Posisi <i>lightning arrester</i> pada sistem tenaga dari pembangkit hingga gardu induk.....	1
Gambar 2.1 Desain ZnO pada Paten Non Linear resistor .....	9
Gambar 2.2 Gambaran skematik besar tegangan dan overvoltase berbanding durasi overvoltase.....	10
Gambar 2.3 (a) Gambaran bulir ZnO pada keping-keping varistor (b) tampilan fotomikrografi dari permukaan ZnO yang telah dipoles.....	11
Gambar 2.4 Karakteristik V-I dari MOSA pada umumnya .....	12
Gambar 2.5 Konstruksi <i>Lightning Arrester</i> .....	13
Gambar 2.6 Model elektrik dan diagram fasor arrester tipe ZnO .....	15
Gambar 2.7 Bentuk gelombang 8/20 $\mu$ s (impuls petir) berdasarkan IEC60060-1..	16
Gambar 2.8 Pemasangan LCM pada pengujian arus bocor .....	17
Gambar 2.9 Kelengkapan peralatan LCM .....	18
Gambar 2.10 Halaman muka Doble LCM Viewer .....	19
Gambar 3.1 Flowchart penelitian.....	23
Gambar 3.2 Diagram blok instrumen pengukuran.....	24
Gambar 3.3 Diagram arus pengukuran LCM.....	24
Gambar 4.1 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Kutamekar.....	26
Gambar 4.2 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Telukjambe.....	27
Gambar 4.3 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Parungmulya .....	28
Gambar 4.4 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Sukamandi.....	29
Gambar 4.5 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Peruri.....	31
Gambar 4.6 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Indoliberty.....	32

Gambar 4.7 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Kosambi Baru 150kV.....	34
Gambar 4.8 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Dawuan .....	35
Gambar 4.9 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Maligi .....	36
Gambar 4.10 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Kiarapayung .....	37
Gambar 4.11 Grafik perbandingan I resistif LA masing-masing fase per bay di GI Deltamas 150kV.....	38
Gambar 4.12 Diagram Lokasi Kerusakan <i>lightning arrester</i> di GI Kosambi Baru, Telukjambe, Maligi, Dawuan, Parungmulya, dan Peruri.....	39
Gambar 4.13 Diagram Lokasi <i>lightning arrester</i> perlu Perhatian di GI Dawuan, Telukjambe, Parungmulya, dan Kosambi Baru .....	40
Gambar 4.14 Regresi linier hubungan $U_c$ dengan persentase kerusakan.....	42
Gambar 4.15 Regresi linier hubungan $U_r$ dengan persentase kerusakan .....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Perbandingan Penelitian.....	5
Tabel 2.1 Karakteristik perlindungan arrester Ohio Brass seri PH3 .....	12
Tabel 2.2 Spesifikas pengukuran Doble LCM 500 .....	18
Tabel 2.3 Standard referensi I resistif pabrikan .....	19
Tabel 2.4 Standard referensi I resistif berdasarkan tegangan .....	20
Tabel 2.5 Rekomendasi tindakan .....	21
Tabel 4.1 Hasil Pengujian LCM GI Kutamekar.....	25
Tabel 4.2 Hasil Pengujian LCM GI Telukjambe .....	26
Tabel 4.3 Hasil Pengujian LCM GI Parungmulya .....	28
Tabel 4.4 Hasil Pengujian LCM GI Sukamandi .....	29
Tabel 4.5 Hasil Pengujian LCM GI Peruri.....	31
Tabel 4.6 Hasil Pengujian LCM GI Indoliberty.....	31
Tabel 4.7 Hasil Pengujian LCM GI Kosambi Baru 150kV .....	33
Tabel 4.8 Hasil Pengujian LCM GI Dawuan .....	35
Tabel 4.9 Hasil Pengujian LCM GI Maligi.....	36
Tabel 4.10 Hasil Pengujian LCM GI Kiarapayung.....	37
Tabel 4.11 Hasil Pengujian LCM GI Deltamas 150kV .....	38
Tabel 4.12 Rangkuman kondisi LA berdasarkan hasil pengukuran LCM di seluruh gardu induk wilayah ULTG Karawang.....	39
Tabel 4.13 Proporsi masing-masing GI dari total LA rusak/ monitoring .....	39
Tabel 4.14 Arrester dengan kondisi rusak dan monitoring .....	41
Tabel 4.15 Variasi spesifikasi tegangan kontinyu dan jumlah yang terpasang.....	41
Tabel 4.16 Variasi spesifikasi tegangan rated dan jumlah yang terpasang .....	41
Tabel 4.17 Rangkuman kondisi LCM LA berdasarkan spesifikasi tegangan kontinyu.....	42
Tabel 4.18 Rangkuman kondisi LCM LA berdasarkan spesifikasi tegangan <i>rated</i> .....	42
Tabel 4.19 Jumlah arrester bermasalah pada bay penghantar sesuai posisi konduktor. ....	43
Tabel 4.20 Jumlah arrester bermasalah pada bay Trafo.....	43

Tabel 4.21 Jumlah arrester bermasalah per fasenya.....	44
Tabel 4.22 Jumlah $I_{r3}$ tertinggi tiap fase.....	44
Tabel 4.23 Jumlah konduktor di posisi atas tiap fase.....	44

