

**ANALISIS ARUS BOCOR PADA *LIGHTNING* ARRESTER DI GARDU
INDUK PLN CILEGON LAMA**

SKRIPSI

Disusun Guna Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Strata-I

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Victori Margenta

20180120076

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Victori Margenta
NIM : 20180120076
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa naskah tugas akhir "*ANALISIS ARUS BOCOR PADA LIGHTNING ARRESTER DI GARDU INDUK PLN CILEGON LAMA*" merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dituliskan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 17 Oktober 2023



Victori Margenta

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan Syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas Nikmat dan Rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dengan pencapaian ini saya dapat menerapkan pelajaran yang didapat ke tempat kerja dan masyarakat, guna mewujudkan impian saya.

Sebagai tanda penghargaan atas Dukungan, Do'a dan Kasih sayang mereka yang luar biasa, skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Bapak dan Emak saya, adik dan keluarga serta teman seperjuangan yang telah membantu.

Perkenankan saya untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng., IPM. Atas ketegasan dan kesediaanya untuk membimbing saya hingga tugas akhir ini dapat saya selesaikan.

Sekian terimakasih.

MOTTO

HADAPI RASA TAKUTMU...

TANTANG..!!!

MENANG..!!!

HILANG..!!!

(Victor, 2k20)

KATA PENGANTAR

Untaian puji syukur terindah penulis panjatkan kehadiran Tuhan Semesta Alam, Yang Maha Esa, Allah SWT, atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Arus Bocor Pada Lightning Arrester di Gardu Induk PLN Cilegon Lama”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada jenjang S1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari petunjuk, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Ir. Aris Widyono Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng., IPM. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan arahan berharganya, mulai dari penulisan tugas akhir hingga detik terakhir kelulusan penulis.
4. Bapak Alm. Dr. Ir. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing semasa hidupnya telah banyak memotivasi semoga amal ibadah beliau diterima disisi Allah SWT.
5. Seluruh Dosen dan Tenaga pendidik, maupun staff TU Fakultas Teknik yang memberikan ilmu dan bersedia membantu selama perkuliahan.
6. Bapak dan Emak saya sendiri yang telah mendoakan, dan mendorong penulis hingga terselesaikannya Tugas akhir ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu Semoga segala amalan baik tersebut mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT.

Yogyakarta, Oktober 2023

Penulis



INTISARI

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki kerapatan petir cukup tinggi. Sehingga dalam penyaluran energi listrik hal ini cukup berbahaya karena dapat merusak peralatan listrik di gardu induk. Alat yang mengamankan peralatan di gardu induk dari gangguan petir yaitu lightning arrester. Saat ini *lightning arrester* yang sering digunakan yaitu berjenis tanpa sela dengan tahanan non linier berupa *Zinc Oxide*. Dalam penggunaannya penting untuk memastikan kondisi *lightning arrester* agar tetap terjaga keandalannya dalam mengamankan peralatan. Salah satu caranya yaitu pengukuran arus bocor resistif lightning arrester. Pengukuran arus bocor resistif ini dilakukan dengan metode pengukuran arus bocor atau *Leakage Current Monitoring (LCM)*. Hal ini dikarenakan arus bocor resistif menyebabkan degradasi varistor *Zinc Oxide* sehingga menyebabkan panas dan menurunkan performa *lightning arrester*. Sehingga nilai arus bocor resistif yang terukur menunjukkan kondisi *lightning arrester*. Batas maksimal arus bocor resistif tergantung dari jenis merk dan tipe arrester yang digunakan. Dari nilai arus bocor resistif juga dapat diketahui rekomendasi perlakuan terhadap *lightning arrester*. Dari penelitian, didapatkan pengukuran rata rata arus bocor resistif arrester di Gardu Induk PLN Cilegon Lama bernilai 11-85 μA . Untuk rata rata hasil perhitungan didapatkan nilai arus bocor 9-74 μA . Hal ini mengindikasikan bahwa *lightning arrester* yang digunakan masih dalam keadaan baik karena masih dalam standar pabrik dan standar PLN yaitu sebesar 150 μA . Berdasarkan nilai rekomendasi didapatkan nilainya sebesar 17-64 % sehingga rekomendasi perlakuan terhadap *lightning arrester* adalah ukur arus bocor tahunan. Hal ini sesuai standar PLN jika nilai rekomendasi $\leq 90\%$ maka rekomendasi perlakuan terhadap *lightning arrester* yaitu ukur LCM tahunan.

Kata kunci: arus bocor resistif, LCM, lightning arrester

ABSTRACT

Indonesia is a tropical country that has a fairly high lightning density. So, when distributing electrical energy, this is quite dangerous because it can damage electrical equipment in the substation. The tool that protects equipment in the substation from lightning disturbances is a lightning arrester. At the moment lightning arrester which is often used is the gapless type with non-linear resistance in the form of Zinc Oxide. When using it, it is important to ensure conditions lightning arrester to maintain its reliability in securing equipment. One way is to measure the lightning arrester resistive leakage current. This resistive leakage current measurement is carried out using the leakage current measurement method or Leakage Current Monitoring (LCM). This is because the resistive leakage current causes varistor degradation Zinc Oxide thus causing heat and reducing performance lightning arrester. So the measured resistive leakage current value indicates the condition lightning arrester. The maximum limit of resistive leakage current depends on the brand and type of arrester used. From the resistive leakage current value, treatment recommendations can also be known lightning arrester. From the research, it was found that the average resistive arrester leak current measurement at the PLN Cilegon Lama substation was 11-85 μA . For the average calculation results, the leakage current value is 9-74 μA . This indicates that lightning The arrester used is still in good condition because it is still within factory standards and PLN standards, namely 150 μA . Based on the recommended value, the value was found to be 17-64%, so the treatment recommendation for lightning arrester is a measure of the annual leakage current. This is in accordance with PLN standards, if the recommended value is $\leq 90\%$ then the recommended treatment is met lightning arrester namely measure the annual LCM.

Keywords: Resistive leakage current, LCM, Lightning Arrester.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN I.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Gardu induk.....	8
2.2.2 Transformator.....	11

2.2.3	Arrester.....	14
2.2.4	Prinsip Kerja Arrester	15
2.2.5	Jenis – Jenis Arrester.....	15
2.2.6	Konstruksi Arrester	18
2.2.7	Karakteristik Arrester ZnO	19
2.2.8	Degradasi Kualitas Arrester ZnO.....	19
2.2.9	Metode Untuk Memonitor Degradasi Kualitas Arrester ZnO.....	20
2.2.10	Arus Bocor Pada Arrester ZnO	22
BAB III ALUR PENELITIAN		24
3.1	Metode Penelitian.....	24
3.1.1	Studi Literatur	24
3.1.2	Survey Lapangan.....	24
3.1.3	Pengolahan Data.....	25
3.1.4	Analisis Penelitian.....	25
3.2	Teknik Analisis.....	26
3.2.1	Pengukuran Arus Bocor	26
3.2.2	Perhitungan Arus Bocor Resistif Dikoreksi (I_r corrected).....	27
3.2.3	Analisis Hasil Pengukuran dan Perhitungan	29
BAB IV HASIL PENELITIAN		33
4.1	Data Spesifikasi <i>Lightning</i> Arrester	33
4.2	Arus Bocor Resistif Arrester	35
4.2.1	Pengukuran dan Perhitungan Bay 150 kV Cilegon Baru 1	35
4.2.2	Pengukuran dan Perhitungan Bay 150 kV Mitsui.....	37
4.2.3	Pengukuran dan Perhitungan Bay 150 kV Cilegon Baru 2.....	39
4.2.4	Pengukuran dan Perhitungan Bay 150 kV Trafo 2	41
4.2.5	Pengukuran dan Perhitungan Bay 150 kV MCCI.....	43

4.2.6	Pengukuran dan Perhitungan Bay 150 Kv Trafo 1	45
4.3	Analisis Kondisi Arrester	49
4.3.1	Analisis Kondisi Arrester Bay 150 kV Cilegon Baru 1	49
4.3.2	Analisis Kondisi Arrester Bay 150 kV Mitsui	50
4.3.3	Analisis Kondisi Arrester Bay 150 kV Cilegon Baru 2	52
4.3.4	Analisis Kondisi Arrester Bay 150 kV Trafo 2.....	53
4.3.5	Analisis Kondisi Arrester Bay 150 kV MCCI	54
4.3.6	Analisis Kondisi Arrester Bay 150 kV Trafo 1.....	56
BAB V KESIMPULAN		60
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Single line Gardu Induk PLN Cilegon Lama.	9
Gambar 2.2 Komponen-komponen trafo dan trafo step up-down	12
Gambar 2. 3 Arrester Jenis Katup	16
Gambar 2. 4 Arrester jenis Gapless.....	17
Gambar 2. 5 Arrester Jenis Ekspulsi	18
Gambar 2. 6 Bagian – bagian Arrester	19
Gambar 2. 7 Representasi model sederhana dari arus bocor arrester	22
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian.....	24
Gambar 3. 2 Diagram alur analisis arus bocor pada <i>lightning</i> arrester	25
Gambar 3. 3 Peralatan alat uji LCM	26
Gambar 3. 4 Diagram koneksi pengukuran.....	27
Gambar 4. 1 Grafik Rata Rata Pehitungan Arus Bocor Resistif Arrester (μA)	48
Gambar 4. 2 Grafik Rata-rata Kondisi Arrester Gardu Induk Cilegon Lama.	57
Gambar 4. 3 Grafik Rata Rata Galat Kondisi Arrester Pengukuran dan Perhitungan.	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Koreksi untuk Rating Tegangan	28
Tabel 3. 2 Tabel Koreksi untuk Rating Suhu	29
Tabel 3. 3 Tabel Batasan arus bocor resistif maksimal berbagai pabrikan	29
Tabel 3. 4 Tabel Rekomendasi Kondisi Arrester	32
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran Arus Bocor di Bay 150 kV Cilegon Baru 1	36
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran arus bocor di Bay 150 kV Cilegon Baru 1	37
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Arus Bocor di Bay 150 kV Mitsui	38
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Nilai Arus Bocor Resistif Bay 150 kV Mitsui.	39
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Arus Bocor di Bay 150 kV Cilegon Baru 2	40
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Nilai Arus Bocor Resistif Bay 150 kV Cilegon Baru 2	41
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Arus Bocor di Bay 150 kV Trafo 2.	42
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Nilai Arus Bocor Resistif Bay 150 kV Trafo 2.	43
Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Arus Bocor di Bay 150 kV MCCI	44
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Nilai Arus Bocor Resistif Bay 150 kV MCCI.	45
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Arus Bocor di Bay 150 kV Trafo 1.	46
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Nilai Arus Bocor Resistif Bay 150 kV Trafo 1	47
Tabel 4. 13 Kondisi Arrester Bay 150 kV Cilegon Baru 1	50
Tabel 4. 14 Kondisi Arrester Bay 150 kV Mitsui.	51
Tabel 4. 15 Kondisi Arrester 150 kV Cilegon Baru 2.	53
Tabel 4. 16 Kondisi Arrester Bay 150 kV Trafo 2	54
Tabel 4. 17 Kondisi Arrester Bay 150 kV MCCI.	55
Tabel 4. 18 Kondisi Arrester Bay 150 kV Trafo 1	57