



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**ANALISIS KEGAGALAN PROTEKSI *CIRCUIT BREAKER*
OUTGOING (CBO) PELANGGAN TEGANGAN MENENGAH
PADA GARDU DISTRIBUSI CP255 DENGAN METODE
HUBUNG SINGKAT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ALFIANI KUSUMAWARDANI
41422120051

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**



**ANALISIS KEGAGALAN PROTEKSI *CIRCUIT BREAKER*
OUTGOING (CBO) PELANGGAN TEGANGAN MENENGAH
PADA GARDU DISTRIBUSI CP255 DENGAN METODE
HUBUNG SINGKAT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : ALFIANI KUSUMAWARDANI
NIM : 41422120051
PEMBIMBING : Ir. BUDI YANTO HUSODO, M.Sc.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

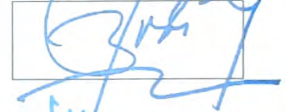
Nama : Alfiani Kusumawardani
NIM : 41422120051
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Analisis Kegagalan Proteksi *Circuit Breaker Outgoing*
(CBO) Pelanggan Tegangan Menengah Pada Gardu
Distribusi CP255 Dengan Metode Hubung Singkat

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc.
NIDN/NIDK/NIK : 0312076904



Ketua Penguji : Akhmad Wahyu Dani, ST.MT
NIDN/NIDK/NIK : 0320078501




Anggota Penguji : Yudhi Gunardi, ST.MT, Ph.D.
NIDN/NIDK/NIK : 0330086902



Jakarta, 30 Juli 2024

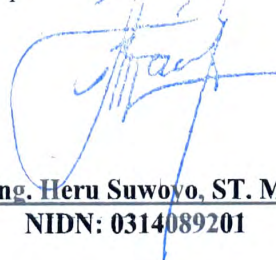
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST. M.Sc
NIDN: 0314089201

HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : ALFIANI KUSUMAWARDANI
NIM : 41422120051
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : ANALISIS KEGAGALAN PROTEKSI CIRCUIT BREAKER OUTGOING (CBO) PELANGGAN TEGANGAN MENENGAH PADA GARDU DISTRIBUSI CP255 DENGAN METODE HUBUNG SINGKAT

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 03 Agustus 2024** dengan hasil presentase sebesar **29%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Senin, 05 Agustus 2024

Administrator Turnitin,



Saras Nur Pratiha, S.Psi., MM

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alfiani Kusumawardani
N.I.M : 41422120051
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Kegagalan Proteksi *Circuit Breaker Outgoing*
(CBO) Pelanggan Tegangan Menengah Pada Gardu
Distribusi CP255 Dengan Metode Hubung Singkat

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 30 Juli 2024


Alfiani Kusumawardani



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

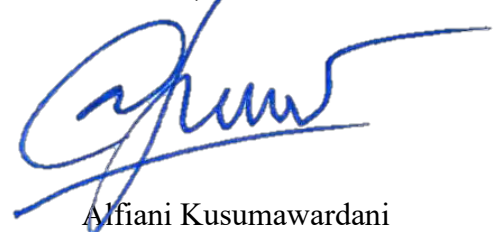
Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kegagalan Proteksi *Circuit Breaker Outgoing* (CBO) Pelanggan Tegangan Menengah Pada Gardu Distribusi CP255 Dengan Metode Hubung Singkat” tepat pada waktunya.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungannya selama pembuatan Tugas Akhir ini, karena bantuan dan dukungan dari banyak pihak penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberi saran dan masukan kepada penulis dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa serta dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen serta staff pengajar di lingkungan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi sempurnanya Tugas Akhir ini. Besar harapan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, khususnya pembaca.

Jakarta, 30 Juli 2024



Alfiani Kusumawardani

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....	i
HALAMAN JUDUL SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Sistem Tenaga Listrik.....	12
2.3 Sistem Jaringan Distribusi.....	13
2.4 Peralatan Jaringan Tegangan Menengah	14
2.4.1 Penghantar.....	14
2.4.2 PMT	15
2.4.3 Trafo Distribusi	17
2.4.4 Transformator Arus	18
2.4.5 Transformator Tegangan (PT).....	20
2.5 Gangguan Jaringan Distribusi	21
2.5.1 Gangguan Beban Lebih.....	21

2.5.2	Gangguan Tegangan Lebih	22
2.5.3	Gangguan Hubung Singkat	22
2.6	Teori Arus Hubung Singkat	22
2.6.1	Metode Komponen Simetris	23
2.6.2	Perhitungan Impedansi Sumber	24
2.6.3	Perhitungan Impedansi Transformator Tenaga	25
2.6.4	Perhitungan Impedansi Penyulang	26
2.6.5	Perhitungan Impedansi Total.....	26
2.6.6	Perhitungan Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa	27
2.6.7	Perhitungan Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa.....	27
2.6.8	Perhitungan Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa	27
2.7	Koordinasi Proteksi Sistem Tenaga Listrik	28
2.7.1	Daerah Proteksi Sistem Tenaga Listrik	28
2.7.2	Fungsi Proteksi.....	29
2.8	Pengamanan Pada Jaringan Distribusi	30
2.8.1	<i>Over Current Relay</i> (OCR)	30
2.8.2	<i>Ground Fault Relay</i> (GFR)	32
2.9	<i>Energy Not Sale</i>	32
2.10	Program ETAP.....	33
BAB III RANCANGAN PENELITIAN.....		36
3.1	Metode Penelitian	36
3.2	Diagram Alir Penelitian	37
3.3	<i>Single Line Diagram</i>	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Gambaran Umum PT PLN (Persero) UP3 Ciputat.....	41
4.2	Perhitungan Arus Hubung Singkat	43
4.1.1	Perhitungan Impedansi Sumber	44
4.1.2	Perhitungan Impedansi Transformator Tenaga	45
4.1.3	Perhitungan Impedansi Penyulang	46
4.1.4	Perhitungan Impedansi Total.....	46
4.1.5	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa.....	47
4.1.6	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	47

4.1.7	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa.....	48
4.3	Simulasi Arus Hubung Singkat Menggunakan Perangkat Lunak ETAP	48
4.4	Perbandingan Perhitungan Nilai Arus Hubung Singkat	50
4.5	Analisis Koordinasi Relai PMT Penyulang Pakde dengan Gardu Distribusi CP255	51
4.6	Analisis Kejenuhan <i>Current Transformator</i> Gardu Distribusi CP255 ...	54
4.7	Analisis Koordinasi Relai dengan Kejenuhan <i>Current Transformator</i> ..	56
4.8	Perhitungan <i>Energy Not Sale</i>	57
BAB 5	PENUTUP	59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN - LAMPIRAN	63
Lampiran 1	Turnitin.....	64
Lampiran 2	Data Statistik PLN Tahun 2022	65
Lampiran 3	Katalog CT Indoor dan CT Ring.....	68
Lampiran 4	Standarisasi Tangga Daya Untuk Tegangan Menengah.....	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Kelistrikan	12
Gambar 2.2 Kabel NA2XSEBY	14
Gambar 2.3 Kubikel	16
Gambar 2.4 Trafo Distribusi	18
Gambar 2.5 Kurva Kejenuhan CT	19
Gambar 2.6 Current Transformer	20
Gambar 2.7 Vektor Komponen Urutan Positif.....	23
Gambar 2.8 Vektor Komponen Urutan Negatif	23
Gambar 2.9 Vektor Komponen Urutan Nol	24
Gambar 2.10 One Line Diagram Zona Proteksi.....	28
Gambar 2.11 Diagram Karakteristik Relay Instantaneous.....	30
Gambar 2.12 Diagram Karakteristik Relay Definite Time	31
Gambar 2.13 Diagram Karakteristik Relay Inverse Time.....	31
Gambar 2.14 Penyambungan Relai Gangguan Tanah.....	32
Gambar 2.15 Tampilan ETAP	33
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	38
Gambar 3. 2 Single Line Diagram Penyulang Pakde.....	40
Gambar 4. 1 Peta Jaringan 150 kV UID Jakarta Raya	42
Gambar 4.2 Simulasi gangguan hubung singkat tiga fasa pada ETAP	49
Gambar 4.3 Simulasi gangguan hubung singkat dua fasa pada ETAP	49
Gambar 4.4 Simulasi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah pada ETAP ..	50
Gambar 4.5 Hasil simulasi gangguan hubung singkat pada ETAP	51
Gambar 4.6 Simulasi Koordinasi Relai.....	52
Gambar 4.7 Koordinasi Relai PMT Penyulang Pakde dengan CBO Gardu CP255	53
Gambar 4. 8 Kondisi Wiring Kubikel Saat Ditambahkan CT Ring.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 2.2 Impedansi Penghantar NA2XSEBY	15
Tabel 2.3 Karakteristik Relai Beban Lebih	17
Tabel 4.1 Nilai Arus Hubung Singkat	51
Tabel 4.2 Setting Relay PMT Penyulang Pakde dan CBO Gardu Distribusi CP255	52



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

- CBO : *Circuit Breaker Outgoing*
- CT : *Current Transformer*
- ENS : *Energy Not Sale*
- ETAP : *Electric Transient and Analysis Program*
- FMEA : *Failure Mode Effect Analysis*
- GD : Gardu Distribusi
- GFR : *Ground Fault Relay*
- GI : Gardu Induk
- OCR : *Over Current Relay*
- PMT : Pemutus Tenaga
- PT : *Potensial Transformer*
- SAIDI : *System Average Interruption Duration Index*
- SAIFI : *System Average Interruption Frequency Indeks*
- SLD : *Single Line Diagram*
- UID : Unit Induk Distribusi
- UP3 : Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA