

TUGAS AKHIR

ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA PENYULANG KENDANG DI TRANSFORMATOR 2 GI MUARAKARANG BARU BERBASIS ETAP

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata
Satu (S1)



Disusun Oleh:

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Nama : I Gede Ardi Wiguna

NIM : 41421110015

Pembimbing : Ellisa Agustina ST., MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA PENYULANG KENDANG DI TRANSFORMATOR 2 GI MUARAKARANG BARU BERBASIS ETAP



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : I Gede Ardi Wiguna

NIM : 41421110015

Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

(Ellisa Agustina ST., MT)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng.)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc.)

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : I Gede Ardi Wiguna
NIM : 41421110015
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul “ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA PENYULANG KENDANG DI TRANSFORMATOR 2 GI MUARAKARANG BARU BERBASIS ETAP” merupakan hasil karya saya 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 mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 23 Desember 2022

Penulis



I Gede Ardi Wiguna

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa / Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas rakhmat-Nya, Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya dengan judul "ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA PENYULANG KENDANG DI TRANSFORMATOR 2 GI MUARAKARANG BARU BERBASIS ETAP".

Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, banyak bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Yth:

1. Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
2. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc. selaku Sekprodi Teknik Elektro sekaligus Koordinator Tugas Akhir
3. Ellisa Agustina ST., MT. selaku dosen pengampu dosen pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan berdiskusi dengan penulis.
4. Dosen-dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
5. PT. PLN (Persero) ULTG Durikosambi
6. PT. PLN (Persero) UP3 Bandengan
7. Orang Tua, Saudara dan Keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan tiada henti
8. Semua pihak yang membantu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis telah berupaya seoptimal mungkin untuk menyelesaikan Tugas Besar-2 ini dengan baik, namun dengan segala kekurangan, penulis senantiasa mengharapkan kritik membangun dan semoga Laporan Tugas Akhir ini ada manfaatnya.

Jakarta, 23 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Studi Literatur.....	6
2.2 Sistem Tenaga Listrik.....	9
2.3 Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	9
2.4 Koordinasi <i>Relay</i> Proteksi	11
2.5 <i>Over Current Relay</i>	12
2.5.1 <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Seketika (<i>Instantaneus</i>).....	13
2.5.2 <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Terbalik (<i>Inverse</i>).....	14
2.5.3 <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Tertentu (<i>Definite</i>).....	14
2.5.4 Perhitungan Koordinasi <i>Relay</i> Arus Lebih (OCR).....	15

2.6	<i>Ground Fault Relay</i>	17
2.6.1	Perhitungan Koordinasi Kerja GFR.....	18
2.7	Gangguan Arus Hubung Singkat.....	19
2.7.1	Analisis Arus Hubung Singkat.....	20
2.7.2	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	24
BAB III METODE PENELITIAN.....		26
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.2	Sumber Data.....	26
3.3	Tahapan Penelitian.....	26
3.4	Diagram Alur Metode Penelitian.....	28
3.5	Waktu Pelaksanaan Skripsi.....	30
3.6	Data dan Spesifikasi Peralatan.....	30
3.6.1	<i>Single Line Diagram</i> GI Muarakarang Baru.....	30
3.6.2	Spesifikasi Penghantar Kendang.....	31
3.6.3	Spesifikasi Trafo 2 GI Muarakarang Baru.....	32
3.6.4	Data CT Incoming Trafo#2 dan Penyulang Kendang.....	33
3.6.5	Data Arus Nominal Penyulang Kendang.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Sistem Proteksi <i>Transformer</i> 2 GI Muarakarang Baru.....	34
4.2	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	34
4.2.1	Perhitungan Impedansi Sumber.....	34
4.2.2	Perhitungan Impedansi Sumber sisi 150kV dan 20kV.....	35
4.2.3	Perhitungan Reaktansi Transformator.....	36
4.2.5	Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	38
4.2.6	Perhitungan Arus Hubung Singkat 3 Fasa (L-L-L).....	40
4.2.7	Perhitungan Arus Hubung Singkat 2 Fasa (L-L).....	40

4.2.8	Perhitungan Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.....	41
4.3	Perhitungan Setting <i>Relay</i> OCR dan GFR.....	42
4.3.1	Perhitungan Arus Nominal <i>Incoming</i> Trafo 2.....	42
4.3.2	Perhitungan Arus Nominal Penyulang Kendang	42
4.3.3	Perhitungan Arus Primer pada sisi <i>Incoming</i> Trafo 2 <i>Relay</i> OCR...42	
4.3.4	Perhitungan Arus Primer pada sisi Penyulang Kendang <i>Relay</i> OCR 43	
4.3.5	Perhitungan Arus Sekunder pada sisi <i>Incoming</i> Trafo 2 <i>Relay</i> OCR 43	
4.3.6	Perhitungan Arus Sekunder pada sisi Penyulang Kendang <i>Relay</i> OCR 44	
4.3.7	Perhitungan TMS (<i>Time Multiplier Setting</i>) <i>Relay</i> OCR <i>Incoming</i> Trafo 2 44	
4.3.8	Perhitungan TMS (<i>Time Multiplier Setting</i>) <i>Relay</i> OCR Penyulang Kendang	45
4.3.9	Perhitungan Arus Primer <i>Relay</i> GFR pada <i>Incoming</i> Trafo 2	45
4.3.10	Perhitungan Arus Primer <i>Relay</i> GFR pada Penyulang Kendang	46
4.3.11	Perhitungan Arus Sekunder <i>Relay</i> GFR pada <i>Incoming</i> Trafo 2	46
4.3.12	Perhitungan Arus Sekunder <i>Relay</i> GFR pada Penyulang Kendang.....	46
4.3.13	Perhitungan TMS (<i>Time Multiplier Setting</i>) GFR pada <i>Incoming</i> Trafo 2 47	
4.3.14	Perhitungan TMS (<i>Time Multiplier Setting</i>) GFR pada Penyulang Kendang	47
4.3.15	<i>Time Test Relay</i> OCR/GFR pada Penyulang dan <i>Incoming</i>	48
4.4	Simulasi ETAP	50
4.4.1	Simulasi Gangguan Hubung Singkat	51

4.4.2	Simulasi Koordinasi <i>relay</i> OCR & GFR.....	53
4.5	Data Observasi Pasca Gangguan (<i>Breakdown</i>) di Penyulang Kendang..	57
4.5.1	Grafik <i>Relay</i> OCR & GFR di <i>Incoming</i> Trafo 2.....	57
4.5.2	Grafik <i>Relay</i> OCR & GFR di Penyulang Kendang.....	58
4.5.3	Kondisi PMT Penyulang Kendang Pasca Gangguan (<i>Breakdown</i>)..	58
4.6	Data Pemeliharaan Penyulang Kendang dan <i>Incoming</i> Trafo 2.....	59
4.6.1	Data Pemeliharaan Penyulang Kendang	59
4.6.2	Data Pemeliharaan <i>Incoming</i> Trafo 2.....	61
4.7	Analisis Penyebab Gangguan Penyulang Kendang.....	63
BAB V	PENUTUP.....	66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN	xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik dari Pembangkit sampai ke beban.....	9
Gambar 2. 2 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Seketika	13
Gambar 2. 3 Karakteristik Standard, Very, Extremely Inverse	14
Gambar 2. 4 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Tertentu.....	15
Gambar 2. 5 Rangkaian <i>Ground Fault Relay</i>	17
Gambar 2. 6 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	24
Gambar 2. 7 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa	24
Gambar 2. 8 Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa	25
Gambar 3. 1 Diagram Alur Metode Penelitian	29
Gambar 3. 2 <i>Single Line</i> 150kV GI Muarakarang Baru.....	30
Gambar 3. 3 <i>Single Line</i> 20kV GI Muarakarang Baru.....	31
Gambar 3. 4 <i>Single Line</i> Diagram Penyulang Kendang	32
Gambar 4. 1 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa (L-L)	51
Gambar 4. 2 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa (L-L-L)	51
Gambar 4. 3 Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	52
Gambar 4. 4 Simulasi Waktu Kerja <i>Relay</i> OCR pada jarak 0% di titik PMT Penyulang.....	53
Gambar 4. 5 Kurva <i>Trip Relay</i> OCR pada jarak 0% di titik PMT Penyulang	54
Gambar 4. 6 Simulasi Waktu Kerja <i>Relay</i> GFR pada jarak 0% di titik PMT Penyulang.....	55
Gambar 4. 7 Kurva <i>Trip Relay</i> GFR pada jarak 0% di titik PMT Penyulang.....	55
Gambar 4. 8 Grafik <i>Relay</i> OCR & GFR di <i>Incoming Trafo</i> 2	57
Gambar 4. 9 Data Hasil Pengujian PMT <i>Incoming Trafo</i> 2.....	62
Gambar 4. 10 Penyebab <i>Trip Incoming Trafo</i> 2.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Korelasi Penelitian	6
Tabel 2. 2 Korelasi Penelitian (lanjutan).....	7
Tabel 2. 3 Korelasi Penelitian (lanjutan).....	8
Tabel 2. 4 Faktor dan tergantung pada kurva arus vs waktu.....	17
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Skripsi.....	30
Tabel 3. 2 Impedansi Kabel	31
Tabel 3. 3 Spesifikasi Trafo 2 GI Muarakarang Baru.....	33
Tabel 3. 4 Ratio CT sisi Incoming Trafo 2 dan Penyulang Kendang	33
Tabel 3. 5 Arus nominal penyulang kendang.....	33
Tabel 4. 1 Nilai Impedansi Penyulang urutan positif & negatif.....	37
Tabel 4. 2 Impedansi Penyulang urutan nol.....	38
Tabel 4. 3 Impedansi $Z_{1\text{ eki}}$ $Z_{2\text{ eki}}$	39
Tabel 4. 4 Impedansi Z_0	39
Tabel 4. 5 Perhitungan Arus Hubung Singkat 3 Fasa (L-L-L).....	40
Tabel 4. 6 Perhitungan Arus Hubung Singkat 2 Fasa (L-L).....	41
Tabel 4. 7 Perhitungan Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	41
Tabel 4. 8 Settingan <i>relay</i> OC.....	48
Tabel 4. 9 Settingan <i>relay</i> GFR.....	48
Tabel 4. 10 <i>Time Test</i> Perhitungan OCR <i>Incoming</i> & Penyulang	49
Tabel 4. 11 <i>Time Test</i> Perhitungan GFR <i>Incoming</i> & Penyulang.....	50
Tabel 4. 12 Simulasi Gangguan Hubung Singkat menggunakan <i>software</i> ETAP.....	52
Tabel 4. 13 <i>Time Test relay</i> OCR & GFR.....	56
Tabel 4. 14 Kondisi PMT Penyulang Kendang Pasca <i>Breakdown</i>	58
Tabel 4. 15 Data Hasil Pengujian <i>Relay</i> Penyulang Kendang	59
Tabel 4. 16 Kondisi <i>Compartment</i>	59
Tabel 4. 17 Pengujian Tahanan Isolasi PMT Penyulang (Gohm).....	59
Tabel 4. 18 Pengujian Tahanan Kontak PMT $\mu\Omega$	60
Tabel 4. 19 Data Hasil Pengujian <i>Relay Incoming</i> Trafo 2.....	61
Tabel 4. 20 Data Hasil Simulasi Perhitungan & <i>Software</i> ETAP.....	64