

TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN ULANG *SETTING* OCR (*OVER CURRENT RELAY*) DAN GFR (*GROUND FAULT RELAY*) PADA *TOWN FEEDER TRANSFORMER* GARDU INDUK SURALAYA 150 KV BERBASIS ETAP

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



Disusun Oleh :

Nama : Ida Bagus Prabha Girindra
N.I.M : 41420110155
Pembimbing : Budi Yanto Husodo, ST.,MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ida Bagus Prabha Girindra
Nim : 41420110155
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perhitungan Ulang *Setting* OCR (*Over Current Relay*) Dan GFR (*Ground Fault Relay*) Pada *Town Feeder Transformer* Gardu Induk Suralaya 150 KV Berbasis ETAP

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagian 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.

Penulis,



Ida Bagus Prabha Girindra

HALAMAN PENGESAHAN

PERHITUNGAN ULANG SETTING OCR (OVER CURRENT RELAY) DAN GFR (GROUND FAULT RELAY) PADA TOWN FEEDER TRANSFORMER GARDU INDUK SURALAYA 150 KV BERBASIS ETAP



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh:

Nama : Ida Bagus Prabha Girindra
N.I.M. : 41420110155
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. Budi Yanto Husodo, M.,Sc)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir

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

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

KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur penulis panjatkan hanya bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala Rahmat, Hidayah dan atas izin-Nya sehingga dapat diselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Perhitungan Ulang *Setting* OCR (*Over Current Relay*) Dan GFR (*Ground Fault Relay*) Pada *Town Feeder Transformer* Gardu Induk Suralaya 150 KV berbasis ETAP”.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan kelulusan dan memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini terlaksana dengan adanya bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Yth :

1. Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST.,M.Sc. selaku Sekprodi Teknik Elektro sekaligus Koordinator Tugas Akhir
3. Bapak Budi Yanto Husodo, ST.,MT. Selaku 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 Unit Pelayanan Transmisi Cilegon
6. Bapak Ida Bagus Ketut Sugirianta dan Ibu Ida Ayu Putu Sri Widnyani, Ida Ayu Githa Girindra, Ida Ayu Vipra Girindra, Ida Bagus Dipra Girindra dan Ida Ayu Mas Prabhasuari yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan tiada henti
7. Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini

Penulis telah berupaya seoptimal mungkin untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik, namun demikian sangat diharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca guna penyempurnaannya. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan Teknik Elektro di masa kini dan yang akan datang.

Jakarta, 24 Januari 2021

Penulis

Ida Bagus Prabha Girindra



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRAC</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
BAB I 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.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Sistem Tenaga Listrik.....	8
2.3 Sistem Proteksi	9

2.4	Koordinasi <i>Relay</i> Proteksi	11
2.5	<i>Relay</i> Proteksi.....	12
2.5.1	<i>Relay</i> Arus lebih Waktu <i>Invers</i>	13
2.5.2	<i>Relay</i> Arus lebih Waktu Tertentu.....	14
2.5.3	<i>Relay</i> Arus lebih Waktu Instan	15
2.5.4	Ground Fault <i>Relay</i>	16
2.6	<i>Setting Relay</i> Arus Lebih dan <i>Ground Fault Relay</i>	16
2.7	<i>Setting Waktu Relay</i> Arus Lebih <i>Invers</i> dan <i>Ground Fault Relay</i>	18
2.8	Gangguan Arus Hubung Singkat.....	20
2.8.1	Analisa Arus Hubung Singkat.....	21
2.8.2	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	25
BAB III	METODE PENELITIAN	29
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2	Sumber Data	29
3.3.	Tahapan Penelitian	29
3.5	Diagram Alur Metode Penelitian	31
3.6	<i>Time Table</i>	32
3.6	<i>Data Peralatan</i>	33
BAB IV	PEMBAHASAN	38
4.1	Sistem Proteksi <i>Town Feeder Transformer</i>	38
4.2	Perhitungan Impedansi	38
4.2.1	Perhitungan Impedansi sumber 150 kV	39
4.2.2	Perhitungan Impedansi sumber 20 kV	39

4.2.3	Perhitungan Impedansi Transformator sisi 150 kV	40
4.2.4	Perhitungan Impedansi Transformator sisi 20 kV	41
4.2.5	Perhitungan Impedansi Transformator Urutan Positif dan Negatif sisi 150 kV	41
4.2.6	Perhitungan Impedansi Transformator Urutan Positif dan Negatif sisi 20 kV	42
4.2.7	Perhitungan Impedansi Transformator Urutan Nol sisi 150 kV	43
4.2.8	Perhitungan Impedansi Transformator Urutan Nol sisi 20 kV	43
4.2.9	Perhitungan Impedansi Ekivalen Jaringan Urutan Positif dan Negatif sisi 150 kV	44
4.2.10	Perhitungan Impedansi Ekivalen Jaringan Urutan Positif dan Negatif sisi 20 kV	44
4.2.11	Perhitungan Impedansi Ekivalen Jaringan Urutan Nol sisi 150 kV	45
4.2.12	Perhitungan Impedansi Ekivalen Jaringan Urutan Nol sisi 20 kV	46
4.3	Perhitungan Arus gangguan Hubung Singkat	46
4.3.1	Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa sisi 150 kV	46
4.3.2	Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa sisi 20 kV	47
4.3.3	Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa sisi 150 kV	48
4.3.4	Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa sisi 20 KV	48
4.3.5	Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah sisi 150 kV	49
4.3.6	Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah sisi 20 KV	50
4.4	Perhitungan <i>Setting Relay</i>	50
4.4.1	<i>Setting</i> OCR sisi 150 kV	52
4.4.2	<i>Setting</i> OCR sisi 20 kV	53

4.4.3	<i>Setting</i> GFR sisi 150 kV.....	54
4.4.4	<i>Setting</i> GFR sisi 20 kV	55
4.4.5	<i>Setting Time Multiplier Setting</i> OCR sisi 150 kV	56
4.4.6	<i>Setting Time Multiplier Setting</i> OCR sisi 20 kV	57
4.4.7	<i>Setting Time Multiplier Setting</i> GFR sisi 150 kV	58
4.4.8	<i>Setting Time Multiplier Setting</i> GFR sisi 20 kV	58
4.4	Proses simulasi menggunakan ETAP 19.....	60
4.4.1	Pembuatan <i>Single Line Diagram</i>	61
4.4.2	Simulasi Gangguan pada Sisi 150 kV.....	62
4.4.3	Simulasi Gangguan pada Sisi 20 kV.....	64
4.5	Analisis Koordinasi <i>Relay</i>	65
4.5.1	Analisis Koordinasi OCR sisi 20 kV dan 150 kV.....	65
4.5.2	Analisis Koordinasi GFR sisi 20 kV dan 150 kV	66
BAB V	KESIMPULAN	67
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
Lampiran	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Tenaga Listrik dari Pembangkit sampai ke beban	9
Gambar 2. 2 Karakteristik Kurva <i>Invers</i> pada Standara IEC	14
Gambar 2. 3 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Tertentu.....	14
Gambar 2. 4 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih Instan.....	15
Gambar 2. 5 Kombinasi <i>Invers</i> Dengan <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Tertentu	15
Gambar 2. 6 Perubahan dua Fasa Pada Rangkaian tiga Fasa.....	25
Gambar 2. 7 Vektor Arus Urutan Positif dan Negatif.....	26
Gambar 3. 1 Diagram Alur Metode Penelitian	31
Gambar 3. 2 Single Line Diagram Diameter 6 dan Town Feeder Transformer	33
Gambar 3. 3 Diameter 6 bay <i>Town Feeder Transformer</i>	34
Gambar 4. 1 Single Line Diagram GI Suralaya pada <i>software</i> ETAP.....	61
Gambar 4. 2 Percobaan ke 1 Simulasi Gangguan 150 kV	62
Gambar 4. 3 Percobaan ke 2 Simulasi Gangguan pada Bus 150 kV	63
Gambar 4. 4 Simulasi gangguan pada bus 20 kV	64
Gambar 4. 5 Kurva Koordinasi OCR 20 kV dengan 150 kV	65
Gambar 4. 6 Kurva Koordinasi GFR 20 kV dengan 150 kV	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terhadulu	5
Tabel 2. 2 Koefisien <i>Invers</i> Time Dial dengan <i>Standard</i> IEC	19
Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan.....	32
Tabel 3. 2 Data Teknik Town Feeder Transformer.....	35
Tabel 3. 3 Data Current Transformator pada Bay TFT.....	35
Tabel 3. 4 Data PMT pada Bay TFT.....	35
Tabel 3. 5 Data <i>incoming</i> baru dan <i>Incoming</i> lama	36
Tabel 3. 6 Data <i>Relay</i> OCR dan GFR.....	36
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Setting OCR dan GFR sisi 150 kV dan 20 kV	59



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1 Arus Nominal Trafo.....	16
Persamaan 2. 2 Setting Arus Primer OCR	17
Persamaan 2. 3 Setting Arus Sekunder OCR	17
Persamaan 2. 4 Setting Arus Primer GFR Tanpa Belitan Delta	17
Persamaan 2. 5 Setting Arus Pimer GFR Belitan Delta.....	17
Persamaan 2. 6 Setting Arus sekunder GFR.....	18
Persamaan 2. 7 Setting waktu kerja OCR.....	18
Persamaan 2. 8 Setting waktu kerja GFR	19
Persamaan 2. 9 Hukum Ohm	21
Persamaan 2. 10 Daya Hubung Singkat.....	22
Persamaan 2. 11 Impedansi sumber 150 kV	22
Persamaan 2. 12 Impedansi sumber 20 kV	23
Persamaan 2. 13 Impedansi Dasar Trafo.....	23
Persamaan 2. 14 Reaktansi Trafo Urutan Positif dan Negatif	24
Persamaan 2. 15 Impedansi Ekivalen Jaringan Urutan Positif dan Negatif.....	24
Persamaan 2. 16 Reaktansi Trafo Urutan Nol.....	25
Persamaan 2. 17 Impedansi Ekivalen Trafo Urutan Nol.....	25
Persamaan 2. 18 Arus Hubung Singkat Dua Fasa	27
Persamaan 2. 19 Arus Hubung Singkat Dua Fasa	27
Persamaan 2. 20 Arus Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	27

Persamaan 2. 21 Arus Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	28
Persamaan 2. 22 Arus Hubung Singkat Tiga Fasa.....	28

