

TUGAS AKHIR

**KOORDINASI *SETTING OVER CURRENT RELAY*
(OCR) DAN *DIRECTIONAL GROUND RELAY* (DGR)
PADA PENYULANG 20 KV UP3 SURABAYA UTARA**



Disusun Oleh :

AJI RIYANTO
NBI : 1451900082

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2023**

TUGAS AKHIR

**KOORDINASI *SETTING OVER CURRENT RELAY*
(OCR) DAN *DIRECTIONAL GROUND RELAY* (DGR)
PADA PENYULANG 20 KV UP3 SURABAYA UTARA**



Disusun Oleh :

AJI RIYANTO
NBI : 1451900082

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2023

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : AJI RIYANTO
NBI : 1451900082
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : *KOORDINASI SETTING OVER CURRENT RELAY (OCR) DAN DIRECTIONAL GROUND RELAY (DGR) PADA PENYULANG 20 KV UP3 SURABAYA UTARA*

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1



Ir. Hadi Tasmono, MT., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 204SF.L6.0709

Dosen Pembimbing 2



Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., MT.
NPP. 20450.22.0860

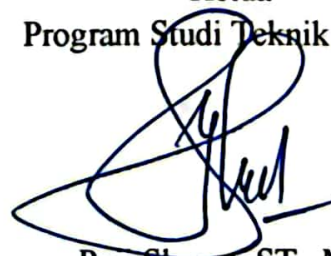
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. H. Saiful, M.Kes., IPU., ASEAN Eng
NPP. 20410.90.0197

Ketua
Program Studi Teknik Elektro



Puji Slamet, ST., MT.
NPP. 20450.11.0601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aji Riyanto
NBI : 1451900082
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

**“KOORDINASI *SETTING OVER CURRENT RELAY (OCR)* DAN
DIRECTIONAL GROUND RELAY (DGR) PADA PENYULANG 20 KV UP3
SURABAYA UTARA”**

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 29 Mei 2023
Yang Menyatakan,



Aji Riyanto
NBI. 1451900082



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI**

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aji Riyanto
NBI/NPM : 1451900082
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), atas karya saya yang berjudul:

**“KOORDINASI *SETTING OVER CURRENT RELAY* (OCR) DAN
DIRECTIONAL GROUND RELAY (DGR) PADA PENYULANG 20 KV UP3
SURABAYA UTARA”**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentukpangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 29 Mei 2023.

Yang Menyatakan,



Aji Riyanto
NBI. 1451900082

ABSTRAK

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakaian energi listrik, terutama pemakaian energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Sistem tenaga listrik harus mempunyai keandalan yang baik dan secara kontinu dapat melayani kebutuhan energi listrik. Suatu sistem kelistrikan tidak lepas dari adanya gangguan. Untuk melindungi peralatan yang ada dibutuhkan suatu sistem proteksi yang dapat menjaga kontinuitas dan keandalan pendistribusian tenaga listrik. Pada tahun 2022 transformator 1 GI kupang telah mengalami gangguan sebanyak 9 kali pada sisi penyulang. Oleh karena itu dibutuhkannya koordinasi proteksi yang baik agar tidak terjadi padam yang tidak dibutuhkan. Salah satu sistem proteksinya yaitu *Over Current Relay (OCR)* dan *Directional Ground Relay (DGR)*. Untuk itu penelitian ini membahas mengenai koordinasi *setting* OCR dan DGR pada penyulang – penyulang di transformator 1 GI Kupang. Dari hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat tiga fasa paling besar pada semua penyulang sebesar 11.607,56 A dan arus gangguan hubung singkat satu fasa ketanah paling kecil sebesar 25,2 – 25,1 A. Setelan $I_{set\ primer}$ OCR sebesar 128,1 A penyulang M Duryat, 141,75 A penyulang Trunojoyo, 108,15 A penyulang Pasar Kembang, 97,65 A penyulang Tegalsari, 39,9 A penyulang Kedongdong. Setelehan $I_{instant\ primer}$ OCR sebesar 3149,18 A pada semua penyulang. Dengan setelan TMS OCR sebesar 0,202 penyulang M Duryat, 0,197 penyulang Trunojoyo, 0,21 penyulang Pasar Kembang, 0,215 penyulang Tegalsari, 0,257 penyulang Kedongdong, dan 0,198 pada sisi incoming. Dengan waktu instant selama 0,3 detik pada sisi penyulang dan 0,7 detik pada sisi incoming. Dan settingan arus pada relay *DGR* pada sisi penyulang sebesar 12 A dengan TMS 0,0206.

Kata kunci: DGR, Koordinasi, OCR, Relay Proteksi,

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanya bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat dan salam juga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sebagai teladan bagi umat manusia sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Koordinasi *Setting Over Current Relay* (OCR) dan *Directional Ground Relay* (DGR) pada Penyulang 20 kV UP3 Surabaya Utara”

Penyusunan tugas akhir ini telah melalui serangkaian tahapan yang memakan waktu dan tenaga yang tidak sedikit. Dalam proses penulisan tugas akhir ini, penulis juga menyadari akan keterbatasan, kemampuan, dan pengetahuan penulis dalam menyusun tugas akhir. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi yang luar biasa selama proses penyelesaian tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah melimpahkan karunia serta rahmatnya, sehingga penulis diberikan kemudahan serta kelancaran dalam menulis tugas akhir.
2. Kedua Orang Tua, yang selalu memberikan dukungan berupa do'a, waktu, materi, maupun tenaga, serta memberikan saya semangat untuk dapat segera menyelesaikan penulisan tugas akhir hingga terselesainya tugas akhir ini.
4. Bapak Puji Slamet, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro,
5. Bapak Ir. Hadi Tasmono, MT, IPU, ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing I dalam penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak Reza Sarwo Widagdo, S.Tr.T., MT. selaku Dosen Pembimbing II dalam penulisan tugas akhir ini.
7. Seluruh Dosen Teknik Elektro karena sudah memberikan ilmu yang bermanfaat mulai dari semester 1 hingga semester akhir ini agar penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Pak Parlan selaku supervisor PT PLN (Persero) UP3 Surabaya Utara telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di UP3 Surabaya Utara.
9. Bapak Nandar selaku supervisor Gardu Induk Kupang.
10. Mas Septiadi selaku pembimbing lapangan di UP3 Surabaya Utara.
11. Seluruh teman dekat saya, EDNMAX yang sudah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Serta seluruh teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu karena banyaknya bantuan dari kalian.

Surabaya, 14 Juni 2023
Penulis

Aji Riyanto
NBI. 1451900082

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Kontribusi Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1. <i>State of The Art</i>	5
2.2. Sistem Proteksi Tenaga Listrik	6
2.3. Pembagian Daerah Proteksi	6
2.4. Penyulang.....	7
2.5. Relay Proteksi	8
2.6. <i>Over Current Relay (OCR)</i>	8
2.6.1. Relai arus lebih waktu seketika (Instanstaneous Relay).....	9
2.6.2. Relai arus lebih waktu tertentu (Definite time lag relay)	10
2.6.3. Relai arus lebih waktu terbalik (Invers time-lag relay).....	11
2.7. <i>Directional Ground Relay (DGR)</i>	13
2.8. Arus Gangguan Hubung Singkat.....	14
2.8.1. Menghitung Impedansi.....	14
2.8.1.1. Sistem Per Unit.....	15
2.8.1.2. Impedansi Sumber.....	15
2.8.1.3. Impedansi Transformator Daya.....	16
2.8.1.4. Impedansi Penyulang	17
2.8.1.5. Impedansi Total.....	17

2.8.2. Arus Gangguan.....	18
2.8.2.1. Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	18
2.8.2.2. Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa	19
2.8.2.3. Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Tanah	20
2.9. Penyetelan Relay	20
2.9.1. Penyetelan Arus.....	20
2.9.2. Penyetelan <i>Over Current Relay (OCR)</i> Tipe <i>Invers</i> (Terbalik).....	22
BAB III. METODE PENELITIAN.....	25
3.1. Metode Penelitian.....	25
3.2. Diagram Alir Penelitian	25
3.2.1. Studi Literatur	26
3.2.2. Pengambilan Data	26
3.2.3. Langkah – Langkah Penelitian	29
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Transformator 1 Gardu Induk Kupang.....	31
4.2. Menghitung Impedansi.....	31
4.2.1. Impedansi Dasar	31
4.2.2. Impedansi Sumber	31
4.2.3. Impedansi Transformator Daya.....	32
4.2.4. Impedansi Penyulang	32
4.2.5. Impedansi Total.....	33
4.3. Menghitung Arus Hubung Singkat	34
4.3.1. Arus Hubung Singkat 3 Fasa.....	34
4.3.2. Arus Hubung Singkat Antar Fasa.....	36
4.3.3. Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	37
4.4. Menghitung Penyetelan Arus	39
4.4.1. Penyetelan Arus OCR Pada Sisi Penyulang.....	39
4.4.2. Penyetelan Arus DGR Pada Sisi Penyulang.....	41
4.4.3. Penyetelan Arus Pada Sisi <i>Incoming</i>	42
4.5. Penyetelan Waktu.....	43
4.5.1. Penyetelan Waktu Pada Sisi Penyulang	43
4.5.1.1 Penyetelan Waktu OCR.....	43
4.5.1.2. Penyetelan Waktu DGR	44
4.5.2. Penyetelan Waktu Pada Sisi <i>Incoming</i>	45
4.6. Koordinasi OCR.....	45
4.6.1. Simulasi OCR penyulang M duryat	46
4.6.2. Koordinasi OCR Penyulang Trunojoyo	48
4.6.3. Koordinasi OCR Penyulang Pasar Kembang	50

4.6.4. Koordinasi OCR Penyulang Tegalsari	52
4.6.5. Koordinasi OCR Penyulang Kedongdong	54
4.7. Koordinasi DGR.....	55
4.8. Perbandingan Existing dan Resetting OCR & DGR.....	57
BAB V. PENUTUP	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63
Lampiran A. Surat Balasan Tempat Penelitian.	63
Lampiran C.1 Tabel Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa.	64
Lampiran C.2 Tabel Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa.	68
Lampiran C.3 Tabel Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ke tanah.	71
Lampiran C.4 Tabel Setelan Waktu OCR Sesuai Jarak Gangguan Penyulang M Duryat.....	75
Lampiran C.5 Tabel Setelan Waktu OCR Sesuai Jarak Gangguan Penyulang Trunojoyo.....	78
Lampiran C.6 Tabel Setelan Waktu OCR Sesuai Jarak Gangguan Penyulang Pasar Kembang.	82
Lampiran C.7 Tabel Setelan Waktu OCR Sesuai Jarak Gangguan Penyulang Tegalsari.....	86
Lampiran C.8 Tabel Setelan Waktu OCR Sesuai Jarak Gangguan Penyulang Kedongdong.	89
Lampiran C.9 Tabel Setelan Waktu DGR Sesuai Jarak Gangguan Penyulang.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembagian Daerah Proteksi.....	7
Gambar 2. 2 Rangkaian OCR dan DGR	9
Gambar 2. 3 Kurva OCR Waktu Seketika	10
Gambar 2. 4 Kurva OCR Waktu Tertentu.....	10
Gambar 2. 5 Kurva OCR Waktu Terbalik.....	11
Gambar 2. 6 Kurva Karakteristik OCR Waktu Terbalik.....	12
Gambar 2. 7 Ilustrasi Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	18
Gambar 2. 8 Ilustrasi Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa	19
Gambar 2. 9 Ilustrasi Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Tanah.....	20
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	25
Gambar 4. 1 Grafik Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa Pada Penyulang M Duryat (a) dan Penyulang Lainnya (b)	35
Gambar 4. 2 Grafik Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa Pada Penyulang M Duryat (a) dan Penyulang Lainnya (b)	37
Gambar 4. 3 Grafik Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke tanah Pada Penyulang M Duryat (a) dan Penyulang Lainnya (b)	38
Gambar 4. 4 Simulasi Koordinasi OCR Penyulang M Duryat.....	46
Gambar 4. 5 Laporan Waktu kerja OCR Terhadap Gangguan Penyulang M Duryat	46
Gambar 4. 6 Kurva Hasil Simulasi Gangguan Penyulang M Duryat.....	47
Gambar 4. 7 Simulasi Koordinasi OCR Penyulang Trunojoyo	48
Gambar 4. 8 Laporan Simulasi Waktu kerja OCR Terhadap Gangguan Penyulang Trunojoyo.....	48
Gambar 4. 9 Kurva Hasil Simulasi Gangguan Penyulang Trunojoyo.....	49
Gambar 4. 10 Simulasi Koordinasi OCR Penyulang Pasar Kembang	50
Gambar 4. 11 Laporan Simulasi Waktu kerja OCR Terhadap Gangguan Penyulang Pasar Kembang.....	50
Gambar 4. 12 Kurva Hasil Simulasi Gangguan Penyulang Pasar Kembang	51
Gambar 4. 13 Simulasi Koordinasi OCR Penyulang Tegalsari	52
Gambar 4. 14 Laporan Simulasi Waktu kerja OCR Terhadap Gangguan Penyulang Tegalsari.....	52
Gambar 4. 15 Kurva Hasil Simulasi Gangguan Penyulang Tegalsari.....	53
Gambar 4. 16 Simulasi Koordinasi OCR Penyulang Kedongdong.....	54

Gambar 4. 17 Laporan Simulasi Waktu kerja OCR Terhadap Gangguan Penyulang Kedondong	54
Gambar 4. 18 Kurva Hasil Simulasi Gangguan Penyulang Kedondong.....	55
Gambar 4. 19 Kurva Hasil Simulasi Relay DGR.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Karakteristik Relay OCR	23
Tabel 3. 1 Spesifikasi Transformator daya 1 di Gardu Induk Kupang.....	26
Tabel 3. 2 Spesifikasi Relai Pada Sisi Penyulang	27
Tabel 3. 3 Spesifikasi Relai Pada Sisi Incoming.....	27
Tabel 3. 4 Data Arus Puncak pada masing-masing Penyulang	28
Tabel 3. 5 Data kabel penghantar.....	28
Tabel 3. 6 Data Panjang Penyulang	28
Tabel 4. 1 Gangguan Pada Transformator 1 GI Kupang Pada Sisi Penyulang	31
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Setelan Arus OCR Pada Masing – masing Penyulang	40
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Setelan Arus DGR Pada Masing – masing Penyulang	41
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Setelan Waktu OCR Pada Masing – masing Penyulang	44
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Setelan Waktu DGR Pada Masing – masing Penyulang	45
Tabel 4. 6 Perbandingan <i>Setting</i> OCR dan DGR Keadaan <i>Existing</i> dan <i>Resetting</i> ...	57