

**HALAMAN JUDUL**  
**KOORDINASI PENEMPATAN PERALATAN PROTEKSI JENIS ARUS  
LEBIH (OCR) DAN PELEBUR (FCO) PADA PENYULANG DI GARDU  
INDUK 150/20 KV GEJAYAN YOGYAKARTA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1**

**Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

**Disusun Oleh:**

**Adha Priantiku Anrada**

**20140120187**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adha Priantiku Anrada  
NIM : 20140120187  
Jursusan : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir yang berjudul **“KOORDINASI PENEMPATAN ALAT PROTEKSI ARUS LEBIH (OCR) DAN PELEBUR (FCO) PENYULANG DI GARDU INDUK 150/20 KV GEJAYAN YOGYAKARTA”** ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan saya sendiri, bukan hasil plagiasi dari karya pihak manapun, terkecual dasar teori yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Demikian surat pernyataan ini saya but dengan sebenar-benarnya dan dapat diperanggung jawabkan.

Yogyakarta, 25 Juli 2018

  
Adha Priantiku Anrada



## **MOTTO**

*“Hargai kedua orang tuamu, mereka berhasil lulus dari sekolah tanpa bantuan Google”*  
(Anonim)

*“Lakukan sekarang atau tidak sama sekali.”*  
(Anti Multazamiya)

*“Jadilah pribadi yang baik, setidaknya jangan menyusahkan orang lain.”*  
(Adha Priantiku Anrada)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

**A**lunan nada haru tak cukup kuat untuk tertahan  
**G**etaran parau tak mampu disembunyikan  
**R**asa bahagia membuncah dalam binar mata..  
**O**lah kata tak lagi membayangi..  
**K**ini aku sampai pada waktuku!  
**O**rnamen keraguan itu terhapus sudah..  
**T**erimakasih ketulusanmu.. Ayah,Ibu..  
**E**ngkau telah sabar memberi kasih sayang yang tak ada  
batasnya untukku  
**K**enakalan, kelalaian, kesalahan, telah sangat banyak aku  
lakukan  
**N**amun, selalu senyum tulus yang engka berikan dan lantunan  
do'a malam yang engkau panjatkan, untukku  
**R**asanya beribu maaf dariku tak kan cukup untuk semua  
khilafku itu  
**L**embaran-lembaran ini.. bagian kecil bakti kasihku untuk  
engkau  
**O**tentik! Ini kehebatan dari cahaya kasih sayangmu..  
**G**ambaran dari cinta tulusmu yang tak pernah padam..  
**I** LOVE YOU.. Ayah,Ibu..

Untuk Abang-Abangku yang hebat, terimakasih.

Nasihat dan do'amumu yang penuh cinta telah mengantarkanku  
pada detik ini

Tak lupa untuk Buaian yang tak henti menjadi suntikan  
penyemangat atas keluh kesah dalam hariku.. dan

Indahnya hari tak mungkin lengkap tanpa adanya sahabat-  
sahabatku dan teman-temanku..

Canda tawa juga suka dalam kebersamaan kita adalah hal yang  
sangat berarti dan kelak kuyakin merindu saat waktu menjadi  
pembeda, saat jarak menjadi pemisah..

Tapi beda bukan berarti putus, berpisah bukan berarti mati..

Titik memang perpisahan, tapi garis adalah awal kehidupan..

Terimakasih atas kebersamaan dalam persahabatan selama ini  
dan semoga selamanya..

ELEKTRO 2014..

## KATA PENGANTAR



**Assalammu'alaikum Wr.Wb.**

Dengan mengucapkan Basmallah dan Hamdallah penulis panjatkan akan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul:

**“KOORDINASI PENEMPATAN ALAT PROTEKSI ARUS LEBIH (OCR)  
DAN PELEBUR (FCO) PENYULANG DI GARDU INDUK GEJAYAN  
150/20 KV GEJAYAN YOGYAKARTA”**

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan skripsi ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematika pembahasannya. Penulis berharap laporan skripsi ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Terwujudnya laporan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang sangat besar. Dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua saya, Bapak Rajudin Ali dan Ibu Darwati yang selalu mendoakan dan selalu menyemangati. Yang tak pernah lelah memberikan dorongan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Kakak saya, Armilabri Eksrada, S.E, Apritentiantoni Anrada, A.Md, Aprinaldho Anrada S.pd. yang selalu memotivasi dan mendoakan.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan membagi ilmunya dalam penyelesaian tugas akhir ini.

4. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T. sebagai Dosen Penguji pendadaran.
5. Segenap Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas segala ilmu yang telah diberikan.
6. Staf Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Teman-teman terdekat Sudrun *Family*, Rezza, Ary, Syukron, Gading, Bayu, Ulfi, Rina, Merina, Riva, Arif, Bang Arif, Bang Nogi, Tian, Havif, Danang, Anang, Harun, Firman, Yoga, Wahyu yang telah menemani dan memberikan cerita manis dalam kehidupan penulis.
8. Teman kelas D 2014, beserta seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta angkatan 2014.
9. Rekan-rekan KKN kelompok 126 dan warga Desa Mlese, Kecamatan Gantiwarno, Klaten.
10. Anti Multazamiya yang selalu memberi semangat dan dukungan sampai dengan selesainya penulisan tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung mendukung penulis.

Tidak ada yang dapat penulis berikan selain ucapan terimakasih atas seluruh bantuan yang telah diberikan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua, Aamiin.

**Wassalammu'alaikum Wr.Wb**

Yogyakarta, 25 Juli 2018

Yang Menyatakan

Adha Priantiku Anrada

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
<i>ABSTRACT</i> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Kajian Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Pengertian Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	6
2.2.2. Tujuan Sistem Proteksi Tenaga Listrik .....	6
2.2.3. Persyaratan Sistem Proteksi Tenaga Listrik .....	7
2.2.4. Jenis Gangguan pada Sistem Tenaga Listrik .....	9
2.2.5. Penyebab Gangguan pada Sistem Tenaga Listrik.....	10
2.2.6. Zona Proteksi Sistem Tenaga Listrik .....	11

2.2.7. Proteksi Dengan Menggunakan <i>Over Current Relay</i> (OCR) .....	13
2.2.8. Fuse Cut Out .....	15
2.3. Perhitungan Dasar .....	16
2.3.1. Perhitungan Setting <i>Over Current Relay</i> (OCR) .....	16
2.3.2 Perhitungan Fuse Cut Out .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	24
3.1. Metode Penelitian .....	24
3.2. Perangkat Penelitian .....	25
3.3. Tahapan Penelitian .....	25
3.4. Prosedur Penelitian .....	27
3.5. Analisis Tahapan Penelitian .....	27
<b>BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN</b> .....	28
4.1. Sistem Kelistrikan pada Gardu Induk Gejayan 150/20 kV .....	28
4.2. Data Peralatan Yang Diperoleh .....	31
4.2.1 Spesifikasi Transformator .....	31
4.2.2 Data Kabel Penyulang GJN 04 Transformator 1 .....	32
4.2.3 Data Setting Relay Arus Lebih .....	32
4.3. Perhitungan Arus Hubung Singkatt .....	33
4.3.1 Perhitungan Impedansi Sumber .....	33
4.3.2 Perhitungan Reaktansi Transformator .....	35
4.3.3 Perhitungan Impedansi Penyulang .....	36
4.3.4 Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan .....	38
4.3.5 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat .....	39
4.4. Perhitungan Setting Rele Arus Lebih .....	44
4.4.1 Perhitungan <i>Setting</i> Rele di Sisi Penyulang GJN 04 / 20 kV .....	44
4.4.2 Perhitungan <i>setting</i> Rele Arus Lebih Yang Terpasang pada Recloser .....	46
4.5. Pemeriksaan Waktu Kerja Alat Proteksi .....	48
4.5.1 Waktu Kerja Rele Arus Lebih .....	48
4.6. Simulasi Koordinasi Alat Proteksi pada <i>software</i> ETAP 12.6 .....	54
4.6.1. Simulasi Koordinasi Alat Proteksi di Sisi <i>outgoing</i> Pada Penyulang GJN-04 Berdasarkan Data yang Terpasang .....	56



4.6.1 Simulasi Koordinasi Alat Proteksi di Sisi <i>outgoing</i> Pada Penyulang GJN-04 Berdasarkan Data yang Terhitung .....	57
4.6.1.1. Waktu Kerja Fuse Cut Out .....	57
4.7. Perbandingan Hasil Perhitungan dan Hasil Simulasi .....	62
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	65
5.1. Kesimpulan .....	65
5.2. Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	67
<b>LAMPIRAN</b> .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram Koordinasi Zona Proteksi Utama dan Pendukung .....	12
Gambar 2.2. Kurva Waktu Terhadap Arus Lebih Seketika .....	14
Gambar 2.3. Kurva Waktu Terhadap Arus Lebih Waktu Tertentu .....	14
Gambar 2. 4. Kurva Waktu Terhadap Arus Lebih Berbanding Terbalik.....	15
Gambar 2.5. Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa .....	18
Gambar 2.6. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah.....	19
Gambar 2.7. Gangguan Arus Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah .....	20
Gambar 3.1. Peta lokasi PT. PLN Gardu Induk Gejayan Yogyakarta.....	25
Gambar 3.2. Flow Chart tahap penelitian .....	26
Gambar 4.1. Single Line Diagram Gardu Induk Gejayan 150/20 kV .....	29
Gambar 4. 2. Single Line Diagram Gardu Induk Gejayan Sisi 20 kV .....	30
Gambar 4.3. Diagram titik arus gangguan .....	39
Gambar 4.4. Simulasi Koordinasi Alat Proteksi Keseluruhan .....	55
Gambar 4.5. Simulasi Koordinasi Proteksi Berdasarkan Data yang Terpasang ...	56
Gambar 4.6. Hasil <i>report</i> simulasi waktu kerja OCR dan FCO .....	57
Gambar 4.7. Simulasi Koordinasi Proteksi Berdasarkan Data yang Terhitung ....	60
Gambar 4.8. Grafik Waktu Kerja OCR pada recloser dan FCO .....	61
Gambar 4.9. Grafik Perbedaan Waktu Dan Arus Gangguan Tiga Fasa Antara OCR dan FCO Berdasarkan Data Terhitung .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar KHA Konduktor AAAC berdasarkan SPLN 64:1985.....	23
Tabel 4. 1. Spesifikasi Transformator 1 Gardu Induk Gejayan 150/120 kV .....	31
Tabel 4.2. Data Kabel .....	32
Tabel 4.3. Tabel Setting Relay Arus Lebih Sisi Penyulang dan Recloser .....	33
Tabel 4.4. Impedansi Urutan Positif dan Negatif .....	37
Tabel 4.5. Impedansi Urutan Nol .....	37
Tabel 4. 6. Tabel Impdansi Ekvivalen $Z1_{(eki)}$ dan $Z2_{(eki)}$ .....	38
Tabel 4.7. Tabel Impedansi Ekvivalen $Z0_{(eki)}$ .....	39
Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Tabel Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa .....	41
Tabel 4. 9. Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa .....	42
Tabel 4. 10. Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa .....	43
Tabel 4. 11. Perbandingan Arus Gangguan Hubung Singkat 1, 2, dan 3 Fasa .....	43
Tabel 4. 12. Perbandingan Hasil Perhitungan Waktu Kerja Rele Arus Lebih Pada Gangguan 3 Fasa.....	50
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Waktu Kerja Rele Gangguan 2 Fasa .....	52
Tabel 4.14. Hasil Perhitungan Waktu Kerja Rele Gangguan 1 Fasa ke Tanah.....	54
Tabel 4.15. Standar KHA konduktor AAC berdasarkan SPLN 64:1985 .....	58
Tabel 4.16. Spesifikasi <i>Fuse Cut Out</i> .....	58
Tabel 4.17. Perbandingan Arus Gangguan dan Waktu Kerja OCR Pada Recloser dan FCO .....	62