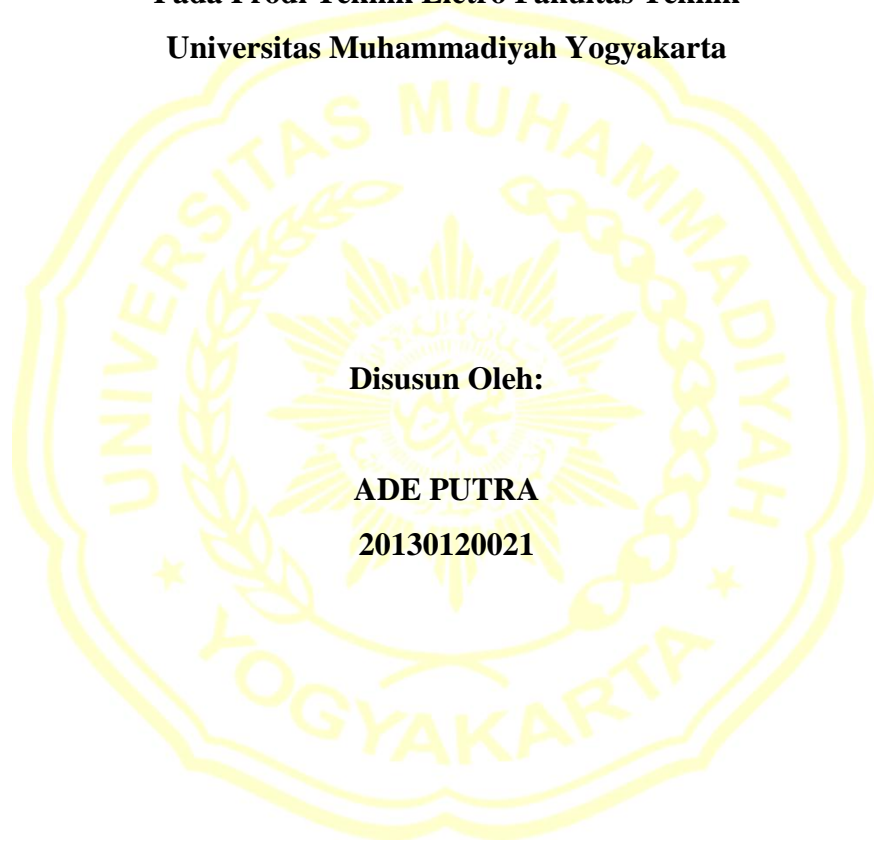


**STUDI ANALISIS SISTEM KOORDINASI PROTEKSI *OVER
CURRENT RELAY (OCR) DAN GROUND FAULT RELAY
(GFR) PADA GARDU INDUK GODEAN***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1
Pada Prodi Teknik Eletro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

ADE PUTRA

20130120021

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2017

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ADE PUTRA
NIM : 20130120021
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah Tugas Akhir “**STUDI ANALISIS SISTEM KOORDINASI PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY* (OCR) DAN *GROUND FAULT RELAY* (GFR) PADA GARDU INDUK GODEAN**”, ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjaanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya tulis ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 20 April 2017

Penulis

Ade Putra

MOTO

“Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan usaha yang disertai dengan do’a, karena sesungguhnya nasib seseorang manusia tidak akan berubah dengan sendirinya tanpa berusaha”

“Jadi diri sendiri, carilah jati diri dan dapatkan hidup yang mandiri, optimis, karena hidup ini terus mengalir dan kehidupan terus berputar, sesekali lihatlah ke belakang untuk melanjutkan perjalanan panjang yang tiada ujungnya”

INTISARI

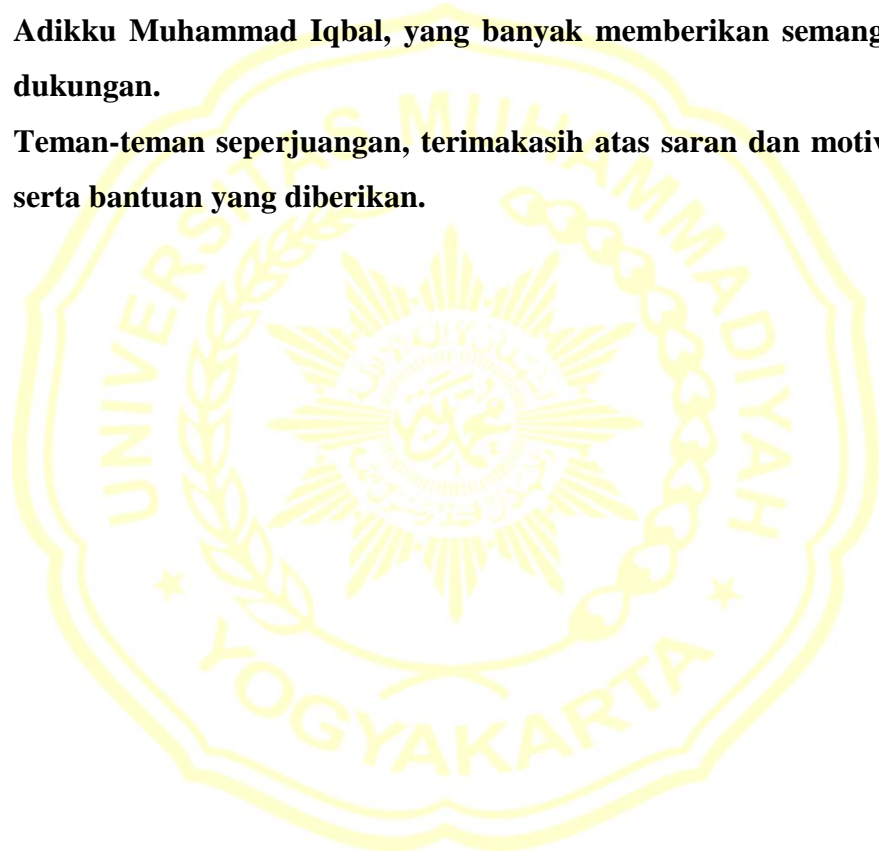
Transformator daya merupakan komponen utama dalam sistem tenaga listrik, dan merupakan inti dari Gardu Induk, pada Gardu Induk Godean transformator memiliki beberapa relay proteksi yang berfungsi sebagai instrument yang akan memutus arus gangguan yang terjadi yang dapat merusak komponen kelistrikan khususnya transformator daya. Relay ada beberapa jenis namun pada gardu induk godean menggunakan sistem Over current relay dan juga ground fault relay yang berfungsi untuk memutus arus hubung singkat yang terjadi di jaringan agar tidak meluas. Untuk mengukur kepekaan relay yang terpasang pada jaringan maka digunakanlah sebuah software, yaitu ETAP 12.60 dengan menggunakan 2 buah fitur yang terdapat pada aplikasi tersebut, yaitu star protective device coordination dan juga short circuit analysis, yang digunakan untuk menganalisis apakah proteksi yang bekerja pada jaringan bekerja dengan baik atau tidak. Hasil dari analisis ini memperlihatkan kondisi dari relay-relay yang terpasang serta waktu kerja relay, apakah relay bekerja secara normal atau tidak.

Kata kunci : Relay OCR, Relay GFR, Recloser

LEMBAR PERSEMBAHAN

Skripsi ini, penulis persembahkan untuk :

- 1. Mama (Nurhayati) dan Papa (Muhammad Yani S.H.), yang telah mendukungku, memberiku motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat besar yang tak mungkin bisa ku balas dengan apapun.**
- 2. kakakku Rizky Amalia yang selalu mendukungku.**
- 3. Adikku Muhammad Iqbal, yang banyak memberikan semangat dan dukungan.**
- 4. Teman-teman seperjuangan, terimakasih atas saran dan motivasinya serta bantuan yang diberikan.**



KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum Wr. Wb.

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

“STUDI ANALISIS SISTEM KOORDINASI PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY (OCR) DAN GROUND FAULT RELAY* PADA GARDU INDUK GODEAN”

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan skripsi ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya, karena masih banyak kekurangan-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 berarti, dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, dan hidayah Nya.
2. Rasulullah SAW yang telah menunjukkan jalan terang benderang.
3. Bapak Jazaul Ikhsan, S.T, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Yudhi Ardiyanto, S.T., M.Eng., sebagai Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., sebagai penguji pada saat pendadaran.
8. Segenap Dosen pengajar di jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas segala bantuan yang selama ini telah diberikan.
9. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
10. Staf Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
11. Mama dan Papa, yang telah mendukungku, memberiku motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat besar yang tak mungkin bisa ku balas dengan apapun.
12. Teman-teman seperjuangan teknik elektro angkatan 2013, kalian luar biasa kawan, semoga suatu hari nanti kita bisa bertemu lagi.
13. Semua teman-teman Kost, yang pernah berjuang bersama, terima kasih atas doa dan juga motivasi yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini mengingat kemampuan dan pengalaman dalam penyusunan skripsi ini yang sangat terbatas. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. 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, amiin yaa robbalalamin.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 20 April 2017

Yang menyatakan,

Ade Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	v
MOTO	vi
INTISARI	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 BatasanMasalah	3
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. TINJAUAN MUTAKHIR	5
2.2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.2.1 Pengertian Gardu Induk	7
2.2.2 Gardu Induk Menurut Tegangannya.....	7
2.2.3 Gardu Induk Menurut Penempatannya.....	8
2.2.4 Komponen Utama Pada Gardu Induk di Sisi Penyulang.....	9
2.2.5 Transformator Daya.....	10
2.2.6 Instrumen Transformator.....	12
2.2.7 <i>Disconetting Switch</i>	14

2.2.8	<i>Circuit Breaker (CB)</i>	14
2.2.9	<i>Arrester</i>	15
2.2.10	<i>Grounding</i>	17
2.2.11	Kabel.....	18
2.2.12	ACSR.....	19
2.2.13	Faktor-faktor Penyebab Gangguan.....	19
2.2.14	Jenis-jenis Gangguan.....	20
2.2.15	Jenis-jenis Gangguan Eksternal.....	21
2.2.16	Sifat-sifat Gangguan.....	24
2.2.17	Pengertian Proteksi Tenaga Listrik.....	25
2.2.18	Komponen Proteksi Jaringan.....	27
2.2.19	Komponen-komponen <i>Relay</i> Proteksi Trafo.....	29
2.2.20	<i>Software</i> ETAP 12.60.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1.	Alat yang Digunakan dalam Penelitian	33
3.2.	Lokasi Penelitian Tugas Akhir	33
3.3.	Data yang Dibutuhkan	33
3.4.	Tahapan Penelitian	34
3.5.	Studi Literatur	35
3.6.	Pengumpulan Data	35
3.7.	Analisis Sistem <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR.....	35
3.8.	Hasil.....	36
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS		37
4.1	Gardu Induk Godean.....	37
4.2	Transformator Daya	39
4.3	<i>Over Current Relay</i> dan <i>Ground Fault Relay</i> GI Godean	40
4.4	Data <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR.....	41
4.5	Data <i>Setting Recloser</i> pada jaringan GDN 1.....	43
4.6	Data Konduktor pada Jaringan GDN 1.....	43
4.7	Perhitungan dan Analisis.....	44

4.8 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Arus Lebih.....	45
4.8.1 Menghitung Impedansi Sumber.....	46
4.8.2 Menghitung Reaktansi Trafo	47
4.8.3 Menghitung Impedansi pada Penyulang.....	47
4.8.4 Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	49
4.8.5 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat.....	50
4.9 Penentuan Nilai <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR.....	54
4.9.1 Nilai <i>Setting Relay</i> OCR disisi Penyulang 20 kV	55
4.9.2 Nilai <i>Setting Relay</i> GFR pada sisi Penyulang.....	56
4.9.3 Nilai <i>Setting Relay</i> OCR di sisi <i>Incoming</i>	58
4.9.4 Nilai <i>Setting Relay</i> GFR pada sisi <i>Incoming</i>	60
4.10 Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i>	61
4.10.1 Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Gangguan 3 Fasa	61
4.10.2 Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Gangguan 2 Fasa	64
4.10.3 Waktu Kerja <i>Relay</i> Gangguan 1 Fasa ke Tanah.....	66
4.11 Perhitungan Nilai <i>Setting Recloser</i> GDN 1.....	72
4.12 Simulasi Gangguan Menggunakan <i>Software</i> ETAP 12.60.....	73
4.13 Analisis Simulasi <i>Setting</i> Terpasang dan <i>Setting</i> Terhitung	83
BAB V KESIMPULAN	84
5.1 KESIMPULAN.....	84
5.2 SARAN	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transformator Daya Pada Gardu Induk Godean.....	10
Gambar 2.2 Current Transformator.....	13
Gambar 2.3 <i>Circuit Breaker</i>	14
Gambar 2.4 <i>Arrester</i>	15
Gambar 2.5 ACSR	19
Gambar 2.6 Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	21
Gambar 2.7 Gangguan Hubung Singkat antar 2 Fasa	22
Gambar 2.8 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah	23
Gambar 2.9 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	23
Gambar 2.10 <i>Relay</i> Proteksi	26
Gambar 2.11 Gambaran <i>Relay</i> yang Bekerja dalam Keadaan Normal	30
Gambar 2.12 Gambaran <i>Relay</i> saat Terjadi Gangguan.....	30
Gambar 2.13 Contoh <i>Simulasi</i> pada <i>Aplikasi</i> ETAP 12.60.....	32
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Tahapan Penelitian.....	34
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Godean	38
Gambar 4.2 Letak <i>Relay</i> OCR dan <i>Relay</i> GFR di Gardu Induk Godean	45
Gambar 4.3 Panjang dan Jenis Saluran Jaringan di GI Godean GDN 1	45
Gambar 4.4 Kurva Waktu Kerja <i>Relay</i> Gangguan 3 Fasa	69
Gambar 4.5 Kurva Waktu Kerja <i>Relay</i> Gangguan 2 Fasa	70
Gambar 4.6 Kurva Waktu Kerja <i>Relay</i> Gangguan 1 Fasa ke Tanah.....	71
Gambar 4.7 Simulasi Koordinasi OCR dan GFR dengan <i>Setting</i> Terpasang	75
Gambar 4.8 Simulasi Koordinasi OCR dan GFR dengan <i>Setting</i> Terhitung.....	76
Gambar 4.9 Simulasi Gangguan dengan <i>Setting</i> Terpasang <i>Recloser</i>	77
Gambar 4.10 Simulasi Gangguan dengan <i>Setting</i> Terhitung <i>Recloser</i>	78
Gambar 4.11 Simulasi Gangguan dengan <i>Setting</i> Terpasang <i>Outgoing</i>	79
Gambar 4.12 Simulasi Gangguan dengan <i>Setting</i> Terhitung <i>Outgoing</i>	80
Gambar 4.13 Simulasi Gangguan dengan <i>Setting</i> Terpasang <i>Incoming</i>	81
Gambar 4.13 Simulasi Gangguan dengan <i>Setting</i> Terhitung <i>Incoming</i>	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Macam-macam Sistem Pendingin pada Trafo	12
Tabel 2.2 Beberapa Jenis Konduktor pada SUTT dan SUTET.....	18
Tabel 4.1 Spesifikasi Trafo II di Gardu Induk Godean	39
Tabel 4.2 Spesifikasi OCR dan GFR	40
Tabel 4.3 Data <i>Setting Relay</i> di Jaringan Gardu Induk Godean	42
Tabel 4.4 Panjang Jenis Konduktor di GI Godean, Penyulang GDN 1	43
Tabel 4.5 Impedensi Jenis Penghantar di GI Godean, Penyulang GDN 1.....	44
Tabel 4.6 Impedansi Penyulang Urutan Positif dan Negatif.....	48
Tabel 4.7 Impedansi Penyulang Urutan Nol.....	48
Tabel 4.8 Impedansi Ekuivalen Z_{1eq} dan Z_{2eq}	49
Tabel 4.9 Impedansi Ekuivalen Z_{0eq}	50
Tabel 4.10 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa.....	51
Tabel 4.11 Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa.....	52
Tabel 4.12 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	53
Tabel 4.13 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa, 2 Fasa dan 1 Fasa.....	54
Tabel 4.14 Nilai <i>Setting</i> Hasil Perhitungan di sisi <i>Incoming</i>	57
Tabel 4.15 Nilai <i>Setting</i> Hasil Perhitungan di sisi Penyulang/ <i>Outgoing</i>	61
Tabel 4.16 Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> untuk Gangguan 3 Fasa.....	69
Tabel 4.17 Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> untuk Gangguan 2 Fasa.....	70
Tabel 4.18 Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> untuk Gangguan 1 Fasa.....	71
Tabel 4.19 Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> dengan Simulasi ETAP 12.60.....	83

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

GI	: Gardu Induk
SUTM	: Saluran Udara Tegangan Menengah
SUTT	: Saluran Udara Tegangan Tinggi
SUTET	: Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi
ACSR	: <i>Aluminium Conductor Steel Reinforced</i>
CT	: <i>Current Transformer</i>
CB	: <i>Circuit Breaker</i>
OCR	: <i>Over Current Relay</i>
GFR	: <i>Ground Fault Relay</i>
PMT	: Pemutus Tenaga
PBO	: Pemutus Balik Otomatis
TMS	: <i>Time Multiplier Setting</i>
kVA	: Kilo Volt Ampere
MVA	: Mega Volt Ampere
kA	: Kilo Ampere
kV	: Kilo Volt
Km	: Kilo Meter
Ω	: Ohm
Z	: Impedansi
V	: Volt
I	: Arus
$\sqrt{3}$: 1,7321
t	: Time