

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS KOORDINASI SISTEM PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY*
(*OCR*) DAN *GROUND FAULT RELAY (GFR)* DI GARDU INDUK 150 KV
WIROBRAJAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Elektro Pada Program Strata-1 Pada
Program Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Disusun Oleh:

**MUHAMMAD LATIF REZZA
20140120197**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Latif Rezza
Nim : 20140120197
Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir yang berjudul “ANALISIS KOORDINASI SISTEM PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY (OCR)* DAN *GROUND FAULT RELAY (GFR)* DI GARDU INDUK 150 KV WIROBRAJAN” ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan saya sendiri, bukan hasil plagiasi dari karya pihak manapun, terkecuali dasar teori yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan dapat dipertanggung jawabkan.

Yogyakarta, 23 Agustus 2018



Muhammad Latif Rezza

HALAMAN MOTTO

“Cukuplah Allah sebagai penolong kami,
dan Allah adalah sebaik-baik pelindung”

(Q.S Ali ‘Imran: 173)

“Ojo gumunan, ojo getunan, ojo kagetan, ojo aleman”

(Pepatah Jawa)

“Ilmu pengetahuan tanpa agama lumpuh,
Agama tanpa ilmu pengetahuan buta”

(Albert Einstein)

“Siapa yang tahu tujuan, maka akan mudah
ia melangkah untuk mencapai tujuannya”

(Anak Rantau)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ibu yang selalu mendoakan dan memberi motivasi penulis, ayah yang rajin membagi ilmunya dan memberi motivasi penulis, kakak yang selalu menasehati dan memberikan semangat penulis, serta adik yang selalu memberikan semangat dan menemani mengerjakan tugas akhir ini.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Diawali dengan mengucapkan bismillah dan hamdallah penulis panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul:

“ANALISIS KOORDINASI SISTEM PROTEKSI *OVER CURRENT RELAY (OCR)* DAN *GROUND FAULT RELAY (GFR)* DI GARDU INDUK 150 KV WIROBRAJAN”

Dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini, penulis selalu mendapat dorongan, bantuan, saran serta kritik dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada beberapa pihak yang telah banyak membantu dalam proses penyusunan skripsi ini, antara lain kepada:

1. Ibu tercinta Anis Endang Widiarti, Ayah tercinta Imanudin, kakak tercinta Maharani Wulan Yuniarika, S.Si. dan adik tercinta M. Awan Saktiananta yang selalu memberi dukungan, doa, motivasi, saran, serta cinta yang tiada akhir.
2. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas bimbingannya, dukungannya, serta ilmunya dalam proses penyusunan penyusunan skripsi.
3. Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingannya, dukungannya, serta bantuannya dalam proses penyusunan skripsi.

4. Mas Elvo dan Mas Ari selaku Pembimbing Lapangan di Gardu Induk 150 kV Wirobrajan atas bantuannya dalam pengambilan data yang dibutuhkan untuk proses penyusunan skripsi.
5. Teman-teman Sudrun Adha, Anang, Ary, Bayu, Danang, Firman, Gading, Havif, Rina, Riva, Sutra, Syukran, Ulfi, Yoga atas bantuan dan sarannya dalam proses penyusunan skripsi.
6. Serli Mutiara, S.IP. yang selalu memberikan motivasi dan doanya dalam proses penyusunan skripsi.
7. Teman-teman kelas D 2014 atas ilmu dan bantuan dalam proses penyusunan skripsi.
8. Teman-teman di rumah Indra, Ahmad, Andi, Aang, Raka, Fendi, Kiki, Madon, Sandi, Oki, Hilman, Isal, Rafi, Agung atas motivasinya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat kekurangan sehingga kritik dan saran yang sifatnya dapat membangun sangat diharapkan penulis guna membantu penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, apabila ada kata-kata penulis yang kurang berkenan dalam penulisan skripsi ini secara keseluruhan, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Agustus 2018

Muhammad Latif Rezza

NIM:20140120197

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	5
2.2.1 Pengertian Gardu Induk	5
2.2.2 Gardu Induk Menurut Tegangannya.....	6
2.2.3 Gardu Induk Menurut Penempatannya	6
2.2.4 Komponen Utama pada Gardu Induk di Sisi Penyulang	8
2.2.5 Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	14
2.2.6 Tujuan Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	14
2.2.7 Persyaratan Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	15

2.2.8	Jenis Gangguan pada Sistem Tenaga Listrik	16
2.2.9	Penyebab Gangguan pada Sistem Tenaga Listrik	19
2.2.10	Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik	20
2.2.11	Proteksi <i>Overcurrent Relay</i> (OCR)	21
2.2.12	Proteksi <i>Ground Fault Relay</i> (GFR).....	23
2.2.13	<i>Software</i> ETAP 12.6	24
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Metode Penelitian	25
3.2	Perangkat Penelitian	25
3.3	Tahapan Penelitian.....	26
3.4	Analisis Tahapan Penelitian	28
BAB IV PEMBAHASAN.....		29
4.1	Data dan Spesifikasi Peralatan	29
4.1.1	<i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Wirobrajan.....	29
4.1.2	Data dan Spesifikasi Transformator	30
4.1.3	Data <i>Relay</i> OCR dan GFR	32
4.1.4	<i>Setting Relay</i> OCR dan GFR.....	32
4.1.5	Data Penghantar Penyulang WBJ 1 Transformator 1	33
4.2	Perhitungan Arus Hubung Singkat	34
4.2.1	Menghitung Impedansi Sumber	35
4.2.2	Menghitung Reaktansi Transformator	36
4.2.3	Menghitung Impedansi Penyulang	37
4.2.4	Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	38
4.2.5	Menghitung Arus Hubung Singkat.....	40
4.3	<i>Setting</i> OCR dan GFR Di Sisi Penyulang 20 kV	44
4.3.1	Nilai <i>Setting Relay</i> OCR Di Sisi Penyulang 20 kV	44
4.3.2	Nilai <i>Setting Relay</i> GFR Di Sisi Penyulang 20 kV	45
4.4	<i>Setting Relay</i> OCR dan GFR Di Sisi <i>Incoming</i> 20 kV	47
4.4.1	<i>Setting Relay</i> OCR Di Sisi <i>Incoming</i> 20 kV	47
4.4.2	<i>Setting Relay</i> GFR Di Sisi <i>Incoming</i> 20 kV	48
4.5	Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i>	50

4.5.1	Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Gangguan 3 Fasa	50
4.5.2	Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Gangguan 2 Fasa	53
4.5.3	Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Gangguan 1 Fasa ke Tanah	56
4.6	Perbandingan <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR Terpasang dengan Terhitung serta Berdasarkan ETAP	59
4.7	Simulasi Gangguan dengan Software ETAP 12.6.....	60
4.7.1	Perbandingan Simulasi Gangguan Pada <i>Setting Relay</i> Terpasang dan Terhitung	60
4.7.2	Simulasi Gangguan Di Tiap Titik Asumsi Lokasi Gangguan.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		xv
LAMPIRAN		xvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk fisik trafo daya	8
Gambar 2.2 Bentuk dalam trafo arus.....	9
Gambar 2.3 Bentuk fisik <i>circuit breaker</i>	10
Gambar 2.4 Bentuk <i>arrester</i>	11
Gambar 2.5 Kabel ACSR	14
Gambar 2.6 Gangguan 1 fasa ke tanah.....	17
Gambar 2.7 Gangguan 2 fasa.....	17
Gambar 2.8 Gangguan 2 fasa ke tanah.....	18
Gambar 2.9 Gangguan 3 fasa.....	19
Gambar 2.10 Karakteristik <i>relay</i> arus lebih waktu terbalik.....	22
Gambar 2.11 Rangkaian pengawatan OCR.....	23
Gambar 3.1 Denah Gardu Induk Wirobrajan.....	26
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian.....	27
Gambar 4.1 Single line diagram gardu induk wirobrajan 150 kV	30
Gambar 4.2 Kurva Hubungan Lokasi Gangguan Terhadap Waktu Kerja <i>Relay</i> Arus Gangguan 3 Fasa.....	52
Gambar 4.3 Kurva Hubungan Lokasi Gangguan Terhadap Waktu Kerja <i>Relay</i> Gangguan 2 Fasa.....	55
Gambar 4.4 Kurva Hubungan Lokasi Gangguan Terhadap Waktu Kerja <i>Relay</i> Gangguan 1 Fasa ke Tanah.	58
Gambar 4.5 Simulasi koordinasi proteksi sisi <i>incoming</i> (terpasang di GI).	61
Gambar 4.6 Simulasi koordinasi proteksi sisi penyulang (terpasang di GI).	62
Gambar 4.7 Simulasi koordinasi proteksi sisi <i>incoming</i> (terhitung).....	63
Gambar 4.8 Simulasi koordinasi proteksi sisi penyulang (terhitung).	64
Gambar 4.9 Simulasi gangguan di titik lokasi gangguan 0%	65
Gambar 4.10 Simulasi gangguan di titik lokasi gangguan 25%	66
Gambar 4.11 Simulasi gangguan di titik lokasi gangguan 50%	67
Gambar 4.12 Simulasi gangguan di titik lokasi gangguan 75%	68
Gambar 4.13 Simulasi gangguan di titik lokasi gangguan 100%	69

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator 1 Gardu Induk Wirobrajan 150 kV.....	31
Tabel 4.2 Data <i>Relay</i> OCR dan GFR.	32
Tabel 4.3 Data Nilai <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR.	33
Tabel 4.4 Data Penghantar Penyulan WBJ 1.....	33
Tabel 4.5 Impedansi Urutan Positif/Negatif dan Nol.....	34
Tabel 4.6 Impedansi penyulang urutan positif dan negatif	38
Tabel 4.7 Impedansi penyulang urutan nol	38
Tabel 4.8 Impedansi ekuivalen Z_{1eq} dan Z_{2eq}	39
Tabel 4.9 Impedansi ekuivalen Z_{0eq}	39
Tabel 4.10 Arus gangguan hubung singkat 3 fasa	40
Tabel 4.11 Gangguan Arus Hubung Singkat 2 Fasa	41
Tabel 4.12 Gangguan Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.....	42
Tabel 4.13 Perbandingan Tiap Arus Gangguan Hubung Singkat.....	43
Tabel 4.14 Setting relay OCR dan GFR di sisi peyulang.....	46
Tabel 4.15 <i>Setting relay</i> OCR dan GFR pada sisi <i>incoming</i>	49
Tabel 4.16 Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Gangguan 3 Fasa	50
Tabel 4.17 Selisih Waktu Kerja <i>Relay</i> Gangguan 3 Fasa di sisi <i>Incoming</i> dan Penyulang.....	51
Tabel 4.18 Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Gangguan 2 Fasa	53
Tabel 4.19 Selisih Waktu Kerja <i>Relay</i> Gangguan 2 Fasa di sisi <i>Incoming</i> dan Penyulang.....	54
Tabel 4.20 Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Gangguan 1 Fasa ke Tanah	56
Tabel 4.21 Selisih Waktu Kerja <i>Relay</i> Gangguan 1 Fasa ke Tanah	57
Tabel 4.22 Perbandingan <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR Terpasang dan Terhitung serta Berdasarkan ETAP	59