

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI PENYULANG 20 KV
DAN PROTEKSI PELANGGAN KHUSUS TEGANGAN
MENENGAH PADA GARDU INDUK BANTUL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

Disusun Oleh:

Ahmad Djailani

NIM: 20140120211

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

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Djailani

NIM : 20140120211

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah Tugas Akhir “Analisis Koordinasi Proteksi Penyulang 20 kV dan Proteksi Pelanggan Khusus Tegangan Menengah pada Gadu Induk Bantul” ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana 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.

Yogyakarta, 18 April 2018



Ahmad Djailani

HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Kupersembahkan karya ini untuk kedua orang tuaku
dan adik-adikku tercinta yang selalu mendukung serta
nasihatnya yang selalu menuntunku dalam perjalanan hidup”*

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)

PRAKATA



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah dengan rasa syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan Hidayah-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penelitian di Gardu Induk Bantul sebagai Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Koordinasi Proteksi dan Proteksi Pelanggan Khusus Tegangan Menengah Pada Gardu Induk Bantul**”. Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) di Program Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini, tidak terlepas dari dukungan dan kontribusi berbagai pihak baik berupa material, moral, spiritual dan psikologis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Jazaul Ikhsan, S.T.,M.T.,Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra S.T.,M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan sekaligus sebagai dosen pembimbing I yang dengan sabar meluangkan waktunya untuk berdiskusi, membaca kata demi kata dan memberikan masukan dalam Tugas Akhir ini,
3. Bapak Yusvin Muhtar S.T.,M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran dan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
4. Ayahanda, Ibunda dan Keluarga tercinta atas segala doa, nasihat, bimbingan, dukungan serta kasih sayang yang berlimpah,

5. Rama Okta Wiyagi, S.T.,M.Eng selaku dosen penguji yang telah memeberikan kritik dan saran yang membangun ketika menguji keabsahan Tugas Akhir ini,
6. Segenap dosen pengajar Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
7. Seluruh karyawan TU jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
8. Staff laboratorium jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
9. Kepada pimpinan APP Gardu Induk Salatiga-Jawa Tengah yang telah membantu dalam proses rekomendasi dan perijinan penelitian di Gardu Induk Bantul-DIY,
10. Kepada pimpinan, karyawan, dan staf Gardu Induk Bantul-DIY yang telah membantu dalam proses pengambilan data selama penelitian.
11. Rekan-rekan Teknik Elektro 2014 yang telah memberikan kesan yang luar biasa selama empat tahun terakhir,
12. Teman-teman Calon Orang Sukses (Elektro E 2014) yang telah menjadi sahabat dan keluarga selama di Yogyakarta serta sebagai pelipur lara dalam mengerjakan Tugas Akhir ini,
13. Teman-teman KKN 113 (Manarul, Indri, Sendy, Nai, Ridho, Tiwi, Dayat, Linda, dan Indra) yang telah yang telah mau menjadi teman secepat selama sebulan yang telah memberikan banyak cerita baik suka maupun duka,
14. Dita, Malik, Naufal, Bagus, Arif, Arief, Vicky, Tian, Manarul, Doeng, Dendra, Adi dan Bias yang telah menjadi sahabat sekaligus teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,
15. Agung, Adib, Aryo, Abi, Fallah kostan GGWP yang telah menjadi teman dan sahabat selama tinggal rantau di Yogyakarta,
16. Serta semua pihak yang telah yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, saran dan kritik yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan laporan berikutnya. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga Tugas Akhir **“Analisis Koordinasi Proteksi dan Proteksi Pelanggan Khusus Tegangan Menengah Pada Gardu Induk Bantul”** ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dikemudian hari tak terkecuali bagi penulis pribadi dan para pembaca dan bagi kita semua.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 6 Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II STUDI PUSTAKA DAN TEORI PENDUKUNG.....	5
3.2 Teori Pendukung	6
2.2.1 Transformator (Trafo).....	6
2.2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	6
2.2.3 Gangguan Pada Sistem Distribusi	8

2.2.4 Menghitung Impedansi	11
2.2.5 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	12
2.2.6 Proteksi Pada Jaringan Distribusi	15
2.2.7 <i>Over Current Relay</i> (OCR)	17
2.2.8 <i>Ground Fault Relay</i> (GFR)	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Alat dan Bahan	23
3.1.1 Alat Penelitian	23
3.1.2 Bahan Penelitian	23
3.1.3 Tahapan Penelitian	23
3.1.4 Prosedur Penelitian	25
3.2 Metode Analisis.....	25
3.2.1 Pengumpulan data	25
3.2.2 Pengolahan data.....	25
3.2.3 Analisis	26
3.2 Lokasi Penelitian	26
BAB IV PEMBAHASAN.....	27
4. 1 Data dan Spesifikasi Peralatan	27
4.1.1 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Bantul	27
4.1.2 Data dan Spesifikasi Transformator	29
4.1.3 Data Rele OCR dan GFR	30
4.1.4 Setting Rele OCR dan GFR	30
4.1.5 Data Pengahantar Penyulang BNL 1 Transformator 1	31
4. 2 Perhitungan Arus Hubung Singkat	32
4.2.1 Menghitung Impedansi Sumber	32

4.2.2 Menghitung Reaktansi Transformator	34
4.2.3 Menghitung Impedansi Penyulang	34
4.2.4 Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	35
4.2.5 Menghitung Arus Hubung Singkat.....	36
4. 3 Perhitungan Setting Rele Arus Lebih dan Gangguan Tanah	39
4.3.1 <i>Setting</i> Rele Sisi Penyulang 20 kV	39
4.3.2 <i>Setting</i> Rele Sisi <i>Incoming</i> 20 kV.....	42
4. 4 Pemeriksaan Waktu Kerja Rele	45
4. 5 Perbandingan <i>Setting</i> Rele OCR dan GFR Terpasang dengan Terhitung .	55
4. 6 Simulasi Gangguan dengan <i>Software Etap</i> 12.6.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Data dan Spesifikasi Transformator 1 Gardu Induk Bantul 150 kV.	29
Tabel 4.2 Data Rele dan OCR Gardu Induk 150 kV Bantul.	30
Tabel 4.3 <i>Setting</i> Rele OCR dan GFR.	30
Tabel 4.4 Data Penghantar Penyulang BNL 1.	31
Tabel 4.5 Impedansi Urutan Positif/Negatif dan Nol berdasarkan SPLN.	31
Tabel 4.6 Impedansi penyulang urutan positif dan negatif.	35
Tabel 4.7 Impedansi penyulang urutan nol.	35
Tabel 4.8 Impedansi ekuivalen $Z1_{eq}$ dan $Z2_{eq}$	36
Tabel 4.9 Impedansi ekuivalen $Z0_{eq}$	36
Tabel 4.10 Gangguan Arus Hubung Singkat 3 Fasa.	37
Tabel 4.11 Gangguan Arus Hubung Singkat 2 Fasa.	37
Tabel 4.12 Gangguan Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.	38
Tabel 4.13 Gangguan Arus Hubung Singkat 3 Fasa, 2 Fasa, dan 1 Fasa ke Tanah.	39
Tabel 4.14 <i>Setting</i> OCR dan GFR terhitung sisi penyulang.	42
Tabel 4.15 <i>Setting</i> OCR dan GFR terhitung sisi <i>incoming</i>	44
Tabel 4.16 Pemeriksaan Waktu Kerja Rele pada Gangguan 3 Fasa.	46
Tabel 4.17 Pemeriksaan Waktu Kerja Rele Gangguan 3 Fasa.	47
Tabel 4.18 Pemeriksaan Waktu Kerja Rele pada Gangguan 2 Fasa.	49
Tabel 4.19 Pemeriksaan Waktu Kerja Rele Gangguan 2 Fasa.	50
Tabel 4.20 Pemeriksaan Waktu Kerja Rele pada Gangguan 1 Fasa ke Tanah.	52
Tabel 4.21 Pemeriksaan Waktu Kerja Rele Gangguan 1 Fasa ke Tanah.	53
Tabel 4.22 Perbandingan <i>Setting</i> Rele Terpasang dan Terhitung.	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Transformator.....	6
Gambar 2.2 Gangguan hubung singkat tiga fasa.....	13
Gambar 2.3 Gangguan hubung singkat dua fasa.....	14
Gambar 2.4 Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.....	14
Gambar 2.5 Karakteristik Rele Arus Seketika	18
Gambar 2.6 Karakteristik Rele Waktu Tertentu.....	18
Gambar 2.7 Karakteristik berdasarkan IEC (kiri) dan ANSI (kanan).	20
Gambar 3.1 Lokasi Gardu Induk 150 kV Bantul.....	26
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Bantul.	28
Gambar 4.2 Konversi Impedansi 150 kV ke 20 kV.....	33
Gambar 4.3 Kurva Hubungan Lokasi Gangguan dengan Waktu Kerja Rele Arus Gangguan 3 fasa.....	48
Gambar 4.4 Kurva Hubungan Lokasi Gangguan dengan Waktu Kerja Rele Arus Gangguan 2 Fasa.....	51
Gambar 4.5 Kurva Hubungan Lokasi Gangguan dengan Waktu Kerja Rele Arus Gangguan 1 Fasa ke Tanah.....	54
Gambar 4. 6 Simulasi Koordinasi Proteksi Sisi Penyulang (Terpasang di GI).....	57
Gambar 4.7 Simulasi Koordinasi Proteksi Sisi Incoming (Terpasang di GI).	58
Gambar 4.8 Simulasi Koordinasi Proteksi Sisi Penyulang (Terhitung Manual)...	59
Gambar 4.9 Simulasi Koordinasi Proteksi Sisi <i>Incoming</i> (Terhitung Manual). ...	60
Gambar 4.10 Simulasi Gangguan Pada Peralatan	61