

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SISTEM KOORDINASI PROTEKSI PADA PT.PLN
(PERSERO) GARDU INDUK GODEAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE*
ETAP**



Disusun Oleh:

Muhammad Rifky Sukma Pangestu

20140120089

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

2020

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Muhammad Rifky Sukma Pangestu**
NIM : **20140120089**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Fakultas : **Teknik**
Universitas : **Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**
Judul Tugas Akhir : **Analisis Sistem Koordinasi Proteksi Pada PT. PLN (Persero) Gardu Induk Godean Menggunakan Software ETAP**

Saya menyatakan bahwa tugas akhir yang saya susun ini benar-benar murni hasil karya tulis sendiri dan tidak terdapat kata-kata penjiplakan atau penyalinan data orang lain. Karya tulis yang saya buat murni hasil penelitian langsung dilapangan dan disusun sesuai dengan aturan etika penulisan karya ilmiah yang ada. Terkecuali landasan teori yang dirujuk dari beberapa penelitian dicantumkan dalam naskah penulisan dan sumber disebutkan pada daftar pustaka tugas akhir ini. Akhir kata dari saya, sekian pernyataan yang dibuat ini benar-benar murni dituliskan secara sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 17 Januari 2020
Yang Membuat Pernyataan

Muhammad Rifky Sukma Pangestu

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“ Berbuat baiklah selagi dirimu masih bisa berbuat baik dan jangan sekali-kali mengharapkan balasan dari perbuatan baik tersebut ”

~ Ibu ~

“ Jangan lelah untuk terus berkarya dan terus belajar sesuatu yang baru Insha Allah semua akan bermanfaat bagi dirimu sendiri selama kamu Ikhlas melakukannya ”

~ Muhammad Rifky Sukma Pangestu ~

“ Belajarlah untuk mencintai diri sendiri ”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, terucap beribu-ribu kata syukur yang hamba panjatkan kepada engkau ya Allah SWT. Atas rahmat dan kasih sayangmu hamba bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.

Sebuah karya tulis ini saya persembahkan untuk keluarga kecil saya yaitu untuk ayah dan ibu serta ketiga adik yang saya punya. Pertama saya mohon ampun dan meminta maaf jika selama ini saya banyak berbuat salah terhadap kalian ayah dan ibu. Terimakasih kepada ibu tercinta yang telah melahirkan saya dengan mempertaruhkan nyawanya agar anakmu ini bisa lahir ke dunia ini. Terimakasih ayah dan ibu atas kasih sayang dan perhatian kalian selama ini telah merawat anakmu ini dari kecil sampai besar, terimakasih atas doa dan dukungan kalian berdua, terimakasih atas pendidikan yang kalian kasih keanak mu ini, anak mu ini selalu bersyukur mempunyai kedua orangtua yang hebat seperti ayah dan ibu. Alhamdulillah tugas dan tanggungan kuliah anakmu ini sudah terselesaikan walau masih diluar harapan ayah dan ibu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir ini dengan lancar. Tugas Akhir yang diteliti oleh penulis berjudul **“Analisis Sistem Koordinasi Proteksi Pada PT.PLN (Persero) Gardu Induk Godean 150 KV Menggunakan *Software* ETAP”**.

Tugas Akhir merupakan tugas tingkatan akhir dikuliah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang Program Studi-S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dengan penulisan tugas akhir ini diharapkan penulis bisa menyelesaikan tugas secara baik dan lancar. Penulis mendapatkan banyak sekali manfaat dari penelitian untuk penulisan tugas akhir ini, baik dari segi akademik maupun pengalaman yang penulis dapatkan dilapangan secara langsung.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak sekali bantuan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ayah dan Ibu, yaitu Bapak Suko Purwanto dan Ibu Hayatul Faridah atas dukungan serta, do'a kalian, masukan-masukan, perhatian dan kasih sayang yang kalian berikan kepada anakmu ini. Sehingga anakmu ini bisa menyelesaikan tanggung jawabnya diperkuliahan.
2. Adik-adik saya yang telah menjadi motivasi dan penyemangat untuk menyelesaikan tanggung jawab saya.
3. Bapak Ir. Gunawan Budiyanto, M.P. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T, M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing penulis, memberikan ilmunya, memberikan arahan dan masukan, revisi dalam penyusunan tugas akhir

sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini sampai selesai secara baik dan lancar.

6. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, waktu dan perbaikan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Yudhi Ardiyanto, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji yang sudah berkenan menguji penulis dalam pengujian Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Elektro 2014 Kelas B atas kerjasamanya, dukungannya, motivasi, kerukunannya, dan semangatnya mendorong saya agar cepat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak dan teman-teman yang tidak bisa saya ucapkan satu-persatu, terimakasih atas dukungannya dan motivasinya yang diberikan kepada saya.

Penulis berharap dengan adanya penulisan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat yang lebih untuk pembaca. Penulis pun menyadari masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk melengkapi Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir yang penulis susun memberikan banyak manfaat bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta, 17 Januari 2020

Muhammad Rifky Sukma Pangestu
(20140120089)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN I.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iv
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Sistem Tenaga Listrik	7
2.2.2. Sistem Proteksi.....	23
2.2.3. Hubung Singkat.....	29
2.2.4. Setting <i>Relay</i> dan Perhitungan	32
2.2.5. Koordinasi Proteksi.....	36
2.2.6. Analisis Menggunakan Software ETAP	38
BAB III	42
METODE PENELITIAN.....	42

3.1.	Alat dan Bahan	42
3.1.1.	Alat Penelitian	42
3.1.2.	Bahan Penelitian.....	42
3.1.3.	Tahapan Penelitian	42
3.1.4.	Prosedur Tahapan Penelitian.....	44
3.2.	Analisis Tahapan Penelitian	44
3.2.1.	Metode Simulasi ETAP	44
3.2.2.	Jenis Simulasi Analisis Yang Digunakan	44
3.3.	Metode Analisis.....	45
3.3.1.	Pengumpulan Data	45
3.3.2.	Pengolahan Data.....	45
3.4.	Data Sistem <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Godean	46
BAB IV		47
PEMBAHASAN		47
4.1.	Data dan Spesifikasi Peralatan	47
4.1.1.	<i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Godean	47
4.1.2.	Data Spesifikasi Transformator 1.....	47
4.1.3.	Data Spesifikasi <i>Relay</i> OCR dan GFR.....	49
4.1.4.	Data <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR	49
4.1.5.	Data Penghantar Penyulang	51
4.2.	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	51
4.2.1.	Impedansi Sumber.....	52
4.2.2.	Reaktansi Transformator	53
4.2.3.	Impedansi Penyulang	54
4.2.4.	Impedansi Ekuivalen Jaringan	55
4.2.5.	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat.....	57
4.3	Perhitungan Nilai <i>Setting Over Current Relay</i> (OCR) dan <i>Ground Fault Relay</i> (GFR)	60
4.3.1.	Nilai <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR di sisi <i>incoming</i> 20 kV	60
4.3.2.	Nilai <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR di sisi penyulang	63
4.4.	Pemeriksaan Waktu Kerja <i>Relay</i>	65
4.4.1.	Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Arus Gangguan 3 Fasa	65

4.4.2.	Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Arus Gangguan 2 fasa.....	68
4.4.3.	Waktu Kerja <i>Relay</i> pada Arus Gangguan 1 Fasa ke Tanah	70
4.5.	Perbandingan Antara <i>Setting Relay</i> OCR dan GFR Terpasang dengan Terhitung.....	73
4.6.	Simulasi Menggunakan <i>Software</i> ETAP 12.6.....	74
4.6.1.	Simulasi Koordinasi Proteksi Menggunakan <i>Software</i> ETAP 12.6	75
4.6.2.	Simulasi Proteksi Pada Tiap Titik Gangguan Yang Diasumsikan..	80
BAB V.....		85
KESIMPULAN DAN SARAN.....		85
5.1.	Kesimpulan.....	85
5.2.	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA		87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Cara kerja relay pada nilai setting	33
Tabel 2.2. Tetapan Nilai Karakteristik Invers Time Relay	36
Tabel 4.1. Spesifikasi Transformator 1 Gardu Induk Godean 150 kV.....	48
Tabel 4.2. Spesifikasi Relay OCR dan GFR	49
Tabel 4.3. Nilai impedansi menurut SPLN No: 064 1985	51
Tabel 4.4. Tabel urutan positif dan negatif $Z_1=Z_2$	55
Tabel 4.5. Tabel urutan nol Z_0	55
Tabel 4.6. Impedansi Ekuivalen $Z_{1eq}=Z_{2eq}$	56
Tabel 4.7. Impedansi Ekuivalen Z_{0eq}	56
Tabel 4.8. Gangguan Arus Hubung Singkat 3 Fasa	57
Tabel 4.9. Gangguan Arus Hubung Singkat 2 Fasa	58
Tabel 4.10. Gangguan Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	59
Tabel 4.11. Gangguan Arus Hubung Singkat 3 fasa, 2 fasa, dan 1 fasa ke tanah	60
Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Setting Relay OCR dan GFR.....	62
Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Setting Relay OCR dan GFR.....	65
Tabel 4.14. Waktu Kerja Relay pada Arus Gangguan 3 fasa.....	65
Tabel 4.15. Rekapitulasi Waktu Kerja Relay pada Arus Gangguan 3 fasa.	66
Tabel 4.16. Pemeriksaan Waktu Kerja Relay pada Arus Gangguan 2 fasa.	68
Tabel 4.17. Rekapitulasi Waktu Kerja Relay pada Arus Gangguan 2 fasa.	68
Tabel 4.18. Waktu Kerja Relay pada Arus Gangguan 1 fasa ke Tanah.	70
Tabel 4.19. Rekapitulasi Waktu Kerja Relay pada Arus Gangguan 1 Fasa ke Tanah.....	71
Tabel 4.20. Perbandingan Setting Relay OCR Terpasang dengan Terhitung	73
Tabel 4.21. Perbandingan Setting Relay GFR Terpasang dengan Terhitung.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2.2 Contoh Pembangkit Tenaga Listrik.....	8
Gambar 2.3 Contoh Saluran Transmisi	9
Gambar 2.4. Saluran Distribusi	10
Gambar 2.5. Saluran Radial tipe Pohon (tree).	12
Gambar 2.6. Saluran Radial tipe Tie dan Switch	13
Gambar 2.7. Saluran Radial tipe Pusat Beban.	14
Gambar 2.8. Saluran Radial tipe Phase Area	14
Gambar 2.9. Saluran Distribusi Ring “Loop”	15
Gambar 2.10. Saluran Distribusi Jaring-jaring (Net)	15
Gambar 2.11. Saluran Distribusi Spindel.....	17
Gambar 2.12. Gardu Induk Jenis Pasang Luar.....	19
Gambar 2.13. Gardu Induk Jenis Pasang Dalam.....	20
Gambar 2.14. Gardu Induk Pasang Setengah Luar	20
Gambar 2.15. Instaneous Relay	27
Gambar 2.16. Definite Time Relay	27
Gambar 2.17. Inverse Time Relay	28
Gambar 2.18. Karakteristik Inverse Time Relay	28
Gambar 2.19. Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	30
Gambar 2.20. Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa	30
Gambar 2.21. Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah	31
Gambar 2.22. Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	32
Gambar 2.23. Koordinasi Proteksi	37
Gambar 2.24. Desain software ETAP Power Station	39
Gambar 2.25. Elemen-elemen pada software ETAP Power Station	40
Gambar 2.26. Toolbar Unbalanced Load Flow di ETAP Power Station	41
Gambar 3.1. Flowchart Tahapan Penelitian.....	43
Gambar 3.2. Single Line Diagram Gardu Induk Godean.....	46
Gambar 4.1. Single Line Diagram Gardu Induk Godean 150 kV	47

Gambar 4.2. Data Setting Relay OCR dan GFR Gardu Induk Godean	50
Gambar 4.3. Kurva Hubungan antar Lokasi Gangguan 3 fasa dan Waktu Kerja Relay	67
Gambar 4.4. Kurva Hubungan antar Lokasi Gangguan 2 fasa dan Waktu Kerja Relay	69
Gambar 4.5. Kurva Hubungan antar Lokasi Gangguan 1 fasa ke Tanah dan Waktu Kerja Relay.....	72
Gambar 4.6. Koordinasi di sisi incoming dengan nilai setting relay terpasang....	75
Gambar 4.7. Koordinasi di sisi incoming dengan nilai setting relay terhitung.....	76
Gambar 4.8. Bentuk dan waktu kerja relay incoming terpasang	76
Gambar 4.9. Bentuk dan waktu kerja relay incoming terhitung	77
Gambar 4.10. Koordinasi di sisi outgoing dengan nilai setting relay terpasang...	77
Gambar 4.11. Koordinasi di sisi outgoing dengan nilai setting relay terhitung....	79
Gambar 4.12. Bentuk dan waktu kerja relay outgoing terpasang	78
Gambar 4.13. Bentuk dan waktu kerja relay outgoing terhitung	79
Gambar 4.14. Simulasi gangguan di titik 0%	80
Gambar 4.15. Simulasi gangguan di titik 25%	81
Gambar 4.16. Simulasi gangguan di titik 50%	82
Gambar 4.17. Simulasi gangguan di titik 75%	83
Gambar 4.18. Simulasi gangguan di titik 100%	84