

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

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Aji Setiawan

20130120103

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

2017

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 18 Maret 2017

Penulis,

Aji Setiawan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Dengan penuh rasa syukur, tugas akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tuaku Bapak Sabar Prayitno dan Ibu Mariyam yang paling aku sayangi dan aku cintai sepanjang hayatku yang senantiasa selalu ada untuk mendoakan saya, memberikan semangat, menyayangi saya sepenuh hati dan telah mendidik saya dari kecil.
2. Kakak saya Purnomo yang selalu memberikan dukungan baik motivasi, semangat atau pun lainnya yang mampu mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Seluruh keluarga saya mbak, mas, ponakan, bibi, paman yang selalu memberikan semangat dan doa untuk kelancaran ku dalam menuntut ilmu.
4. Seluruh guruku baik dosen atau teman yang selalu mengajarku ilmu-ilmunya sehingga aku dapat mendapatkan pengetahuan.

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Koordinasi Proteksi Pada Pt.Pln (Persero) Gardu Induk Wonosobo Menggunakan Software Aplikasi Etap**” dengan baik. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tidak terhingga kepada:

1. Kedua orang tuaku Bapak Sabar Prayitno dan Ibu Mariyam yang tak henti-hentinya mendoakan dan mendukung baik secara moral maupun material.
2. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan izin penyusunan tugas akhir kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak M. Yusvin Mustar, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang telah sabar dalam membimbing saya melakukan penulisan tugas akhir ini.

4. PT. PLN (Persero) Gardu Induk Wonosobo yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian sehingga bisa mengolah data hasil penelitian menjadi bahan analisis pada Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staff laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan banyak sekali ilmu yang bermanfaat dan juga telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu.
6. Teman-teman kontrakan Mufrod, Roni, Erick, Aan, Ali, Lutfi, Dian, Egi dan semuanya yang tidak bisa saya sebut satu per satu yang telah membantu baik secara ilmu yang mereka berikan atau pun motivasi yang terus mereka berikan kepada penulis.
7. Teman-teman semuanya Inna, Mitha, Dewi, Desi, Tika, Nungky, Gigih, Doni, Dicky, Akson, Faldy dan semua yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang sering memberikan semangat kepada penulis untuk senantiasa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan serta berbagi pengalaman pada proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan dapat menjadi amal sholeh serta senantiasa mendapat ridho Allah SWT, sehingga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pendidikan khususnya di bidang Teknik Elektro.

Yogyakarta,

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN PENDADARAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABLE	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Sistem Distribusi	7
2.2.2 Gardu Induk	12
2.2.2.1 Peralatan Pada Gardu Induk	12
2.2.2.2 Transformator	12
2.2.2.3 Transformator Tegangan (PT).....	13
2.2.2.4 Transformator Arus (CT).....	13
2.2.2.5 PMT (Pemutus Daya)	14
2.2.2.6 Penutup Balik Otomatis (Recloser).....	14

2.2.2.7 Busbar (rel daya)	15
2.2.2.8 Lightning Arrester (LA).....	15
2.2.2.9 Panel Kontrol (Control Panel)	15
2.2.2.10 Sumber DC GI (Battery).....	16
2.2.2.11 Wave Trap	16
2.2.3 Proteksi Trafo Tenaga Pada GI	16
2.2.3.1 Komponen Proteksi Sistem Tenaga Listrik	17
2.2.3.2 Trafo Instrumen	19
2.2.3.3 Rele/ Relay.....	20
2.2.3.4 Circuit Breaker (CB)	20
2.2.3.5 Fungsi Proteksi Trafo Tenaga Terhadap Gangguan	21
2.2.3.6 Proteksi Utama Trafo Tenaga.....	21
2.2.4 Hubung Singkat	22
2.2.5 Sistem Pentanahan Titik Netral Trafo Tenaga	23
2.2.5.1 Tujuan Pentanahan Titik Netral Trafo Tenaga	23
2.2.5.2 Metoda Pentanahan Titik Netral Trafo Tenaga	23
2.2.6 Jenis Relay Berdasarkan Karakteristik Waktu	24
2.2.6.1 Rele Arus Lebih Sesaat (instaneous relay)	24
2.2.6.2 Relay Arus Lebih Tertentu (defenite time relay)	24
2.2.6.3 Relay Arus Waktu Terbalik (inverse time).....	24
2.2.6.4 Prinsip kerja rele OCR	24
2.2.6.5 Relai Gangguan Tanah (Ground Fault Relay/GFR)	25
2.2.7 Persyaratan Sistem Proteksi.....	26
2.2.8 Setting Rele / Perhitungan	30
2.2.8.1 Setting Rele OCR	30
2.2.8.2 Perhitungan TMS	32
2.2.8.3 Setting Rele GFR	32
2.2.9 Koordinasi Proteksi	33
2.2.10 Analisis Menggunakan ETAP	35
2.2.10.1 Definisi ETAP	35
2.2.10.2 Elemen AC Proteksi Sistem Tenaga Listrik	38

2.2.10.3 Elemen – elemen AC di ETAP	39
2.2.10.4 Elemen-elemen di ETAP	41
2.2.10.5 Elemen Aliran Daya.....	41
2.2.10.6 Elemen Hubung Singkat	42
2.2.10.7 Memberi Gangguan Pada Bus.....	42
BAB III METODE PENELITIAN	46
3.1 Alat dan Bahan.....	46
3.1.1 Alat Penelitian.....	46
3.1.2 Bahan Penelitian	46
3.1.3 Tahapan Penelitian.....	47
3.1.4 Prosedur Tahapan Penelitian	48
3.2 Analisis Tahapan Penelitian	48
3.2.1 Metode Simulasi ETAP	48
3.2.2 Jenis Simulasi Analisis yang Digunakan.....	49
3.3 Metode Analisis	49
3.3.1 Pengumpulan Data.....	49
3.3.2 Pengolahan Data	50
3.3.3 Analisis Data dan Simulasi	50
3.4 Data Sistem Gardu Induk	52
3.4.1 Data Spesifikasi Relay dan Recloser	54
3.4.2 Data <i>Feeder</i> WBO03 dan WBO04	54
BAB IV ANALISIA DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Koordinasi Proteksi Pada Gardu Induk Wonosobo	55
4.2 Data Setting Proteksi OCR, GFR, dan Recloser	57
4.3 Menghitung Manual Setelan Relay	58
4.3.1 Data Teknik Trafo II 150/20 KV Gardu Induk Wonosobo	58
4.4 Impedansi Sumber	59
4.4.1 Impedansi sisi 20 KV	60
4.4.2 Reaktansi urutan positif dan negative.....	60

4.4.3 Reaktansi urutan nol trafo	61
4.4.4 Menghitung arus base dan z base.....	61
4.4.5 Impedansi Penyulang.....	62
4.4.6 Impedansi feeder WBO03	63
4.4.7 Menghitung Impedansi Jaringan.....	65
4.5 Menghitung Arus Hubung Singkat	68
4.5.1 Menghitung Arus Hubung Singkat 3 Fasa	68
4.5.2 Menghitung Arus Hubung Singkat 2 Fasa	71
4.5.3 Menghitung Arus Hubung Singkat 1 fasa ke tanah	74
4.5.4 Analisis Grafik Arus	77
4.6 Perhitungan Setting Sistem Proteksi Feeder WBO03 dan WBO04	79
4.6.1 Perhitungan Setting Relay Incoming	79
4.7 Perhitungan feeder WBO03	82
4.7.1 Perhitungan Setting Outgoing Relay Feeder WBO03	82
4.7.2 Perhitungan Setting Recloser Feeder WBO03	85
4.8 Perhitungan feeder WBO04	87
4.8.1 Perhitungan Setting Outgoing Relay Feeder WBO04.....	87
4.8.2 Perhitungan Setting Recloser Feeder WBO04.....	90
4.9 Perbandingan Nilai Setting Terpasang dan Nilai Setting Hasil Hitung ..93	
4.10 Simulasi Gangguan Menggunakan Software Aplikasi ETAP 12.6	95
4.11 Analisis Perbedaan Simulasi Antara Terpasang dan Terhitung.....	104
BAB V PENUTUP	105
5.1 Kesimpulan.....	105
5.2 Saran	107

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konfigurasi Sistem Tenaga Listrik.....	9
Gambar 2.2 Komponen Sistem Distribusi	11
Gambar 2.3.Rangkaian Komponen Proteksi Sistem Tenaga Listrik.....	19
Gambar 2.4 Diagram system kerja relay.....	28
Gambar 2.5 Koordinasi proteksi.....	34
Gambar 2.6.a Desain ETAP.....	37
Gambar 2.6.b AC Toolbar pada ETAP	38
Gambar 2.6.c Simbol Transformator 2 Kawat di ETAP	39
Gambar 2.6.d Simbol Generator di ETAP	39
Gambar 2.6.e Simbol statis dan dinamis di ETAP	40
Gambar 2.6.f simbol pemutus rangkaian di ETAP	40
Gambar 2.6.f simbol bus di ETAP	40
Gambar 2.6.g Toolbar Load Flow di ETAP	41
Gambar 2.6.h Tolbar Short Circuit di ETAP	43
Gambar 2.6.i Toolbar Short Circuit ANSI Standar di ETAP	43
Gambar 2.6.j Toolbar Short Circuit IEC Standar di ETAP	44
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian.....	47
Gambar 3.2 Single line diagram jaringan listrik 20KV Rayon Wonosobo	52
Gambar 3.3 Single line diagram GI Wonosobo dengan ETAP	53
Gambar 4.1. Penempatan PMT dan Recloser pada jaringan distribusi	56
Gambar 4.2 Grafik nilai arus hubung singkat 3 fasa terhadap jarak.	70
Gambar 4.3. Grafik nilai arus hubung singkat 3 fasa terhadap jarak.	71
Gambar 4.4. Grafik nilai arus hubung singkat 2 fasa terhadap jarak.	73
Gambar 4.5. Grafik nilai arus hubung singkat 2 fasa terhadap jarak.	74
Gambar 4.6. Grafik nilai arus hubung singkat satu fasa terhadap jarak.	76
Gambar 4.7. Grafik nilai arus hubung singkat satu fasa terhadap jarak.	77
Gambar 4.8. Grafik Arus hubung singkat feeder WBO03	78
Gambar 4.9 Grafik Arus hubung singkat feeder WBO04	78

Gambar 4.10 Posisi Relay Incoming Gardu Induk Wonosobo	79
Gambar 4.11 Posisi Relay Outgoing Feeder WBO03	82
Gambar 4.12 Posisi Recloser pada jaringan Feeder WBO03.	85
Gambar 4.13 Posisi Relay Outgoing Feeder WBO04.....	87
Gambar 4.14 Posisi Recloser pada jaringan Feeder WBO04.....	90
Gambar 4.15 Simulasi Gangguan Setting Terpasang Gardu Induk Wonosobo (Feeder WBO03).....	96
Gambar 4.16 Simulasi Gangguan Setting Terpasang Gardu Induk Wonosobo (Feeder WBO04).....	97
Gambar 4.17 Simulasi Gangguan Setting Hasil Hitungan Gardu Induk Wonosobo (Incoming)	98
Gambar 4.18 Simulasi Gangguan Setting Hasil Hitungan Gardu Induk Wonosobo (Outgoing WBO03)	99
Gambar 4.19 Simulasi Gangguan Setting Hasil Hitungan Gardu Induk Wonosobo (Recloser WBO03).....	100
Gambar 4.20 Simulasi Gangguan Setting Hasil Hitungan Gardu Induk Wonosobo (Outgoing WBO04)	101
Gambar 4.21 Simulasi Gangguan Setting Hasil Hitungan Gardu Induk Wonosobo (Recloser I WBO04)	102
Gambar 4.22 Simulasi Gangguan Setting Hasil Hitungan Gardu Induk Wonosobo (Recloser II WBO04).....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 cara kerja rele pada nilai setting	25
Tabel 3.1 Sspesifikasi Relay dan recloser	54
Tabel 3.2 Data Saluran Feeder WBO03 dan WBO04	54
Tabel 4.1. Setting relai OCR terpasang pada jaringan	57
Tabel 4.2. Setting Recloser terpasang pada jaringan.	57
Tabel 4.3. Nilai Impedansi Urutan Positif dan Nol	62
Tabel 4.3. Nilai Impedansi Urutan Positif dan Nol (Lanjutan)	63
Tabel 4.4. Hasil perhitungan impedansi saluran WBO03	64
Tabel 4.5. Hasil perhitungan impedansi saluran WBO04	65
Tabel 4.6. Nilai impedansi jaringan WBO03	66
Tabel 4.6. Nilai impedansi jaringan WBO03 (Lanjutan).....	67
Tabel 4.7. Nilai impedansi Jaringan WBO04.....	67
Tabel 4.7. Nilai impedansi Jaringan WBO04 (Lanjutan)	68
Tabel 4.8. Nilai arus hubung singkat 3 fasa feeder WBO03	69
Tabel 4.9. Nilai arus hubung singkat 3 fasa feeder WBO04	70
Tabel 4.9. Nilai arus hubung singkat 3 fasa feeder WBO04 (Lanjutan)	71
Tabel 4.10. Nilai arus hubung singkat 2 fasa WBO03	72
Tabel 4.11. Nilai arus hubung singkat 2 fasa WBO04	73
Tabel 4.12. Nilai perhitungan arus hubung singkat satu fasa ke tahan WBO03	75
Tabel 4.13. Nilai perhitungan arus hubung singkat satu fasa ke tahan WBO04	76
Tabel 4.14 Hasil perhitungan setting relay incoming	81
Tabel 4.15 Hasil perhitungan setting relay outgoing feeder WBO03	84
Tabel 4.16 Hasil perhitungan setting recloser feeder WBO03	86
Tabel 4.17 Hasil perhitungan setting relay outgoing feeder WBO04	89
Tabel 4.18 Hasil perhitungan setting recloser feeder WBO04	92