

**ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI PADA JARINGAN
DISTRIBUSI RADIAL**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

AMIEN HARIST HARDIANSYAH

20120120037

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2016

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : AMIEN HARIST HARDIANSYAH

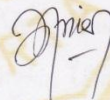
Nim : 20120120037

Jurusan : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, semua yang tertulis dan dikutip di skripsi ini disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 2 April 2016

Yang menyatakan,



Amien Harist Hardiansyah

MOTTO PERSEMBAHAN

SESUNGGUHNYA PERJUANGAN ARTINYA
MENJALA SUSAH, MERANTAH GUNDAH,
MERELAKAN PENGORBANAN, DAN
MENANGGUNG PENDERITAAN. TABAHLAH DAN
BERTINDAKLAH SECARA MATANG DALAM
MENGARUNGI KEPAYAHAN, BIARLAH ALLAH
MENENTUKAN HASILNYA.

*Dengan Penuh Cinta dan Kasihmu, Yang Selalu Setia
Memberikan Doa atas Segala Urusanku, Kemudahanku, dan
Untuk Kesuksesanku.*

*Wahai Ibu dan Ayah Inilah Tulisan Yang Engkau Tunggu
dan Nantikan Setiap Waktu, Sudah Tidak Tertunda Lagi
Untukmu.*

*Terima Kasih Atas Segala Doa Yang Selalu Engkau
Panjatkan Untuk Anakmu Ini, Mungkin Untuk Saat Ini,
Tulisan Ini Sebagai Hadiah Untukmu.*

*Adik Adikku, Fajar, Firdaus Yang Kakak Cintai dan
Sayangi, Kalian Harus Menjadi Manusia Yang Lebih Baik
Dari Kakakmu Ini*

***"Kalian Sebagai Penyemangatkku dengan Penuh
Kerinduan"***

PRAKATA



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 tugas akhir dengan judul:

“ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI RADIAL”

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan arahan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan Karunia, Rahmat, Serta Hidayah Nya.
2. Ibu saya, yang selalu setia memberikan semangat saat pengerjaan tugas akhir ini, selalu mendoakan disetiap waktunya, memberikan motivasi sehingga semangat dalam pengerjaan tugas akhir ini. Untuk Bapak saya yang tidak henti-hentinya bertanya kapan selesainya tulisan ini, yang juga menyemangati dan mendoakan yang tidak pernah lelah. Dan untuk adek adek saya sebagai penyemangat dengan penuh kerinduan. Serta seluruh Keluarga yang memberikan banyak dukungan dalam penulisan tugas akhir ini.

3. Pak Ir. Slamet Suropto, M.Eng dan Pak Rahmat Adesptya, S.T.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan meluangkan banyak waktu, dan pikiran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Pak Dr. Ramadoni Syahputra S.T., M.T selaku penguji saat pelaksanaan sidang tugas akhir ini.
5. Pak Yusuf Wibisono Supervisor PLN Rayon Bantul yang senantiasa menyisihkan banyak waktu untuk membantu pengerjaan tugas akhir ini
6. PT. PLN APJ Jogjakarta (Pak Eko, Pak Tegar) tempat pengambilan data untuk tugas akhir ini.
7. Mas Rezki Fajrian yang selalu saya reportkan dalam pengerjaan tugas akhir ini, yang membantu banyak saat pembuatan tugas akhir ini, yang banyak memberi masukan motivasi dan membantu menghitung saat penulisan tugas akhir ini.
8. Della Ayu Novianti, sebagai penyemangat dan motivasi saya sampai saat ini untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Nanda Rarasmita, yang selalu mengingatkan saya shalat, selalu mengingatkan mandi, selalu membangunkan saya tidur ketika ada kuliah pagi dan saat sidang skripsi.
10. Sahabat gaul saya (Annisa Rahmi Galerizky, Ivan Lutfi Ihwani, Achmed Islamic Hernawan) yang selalu memotivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

11. Sepupu – sepupu saya Zam Zam Harir, Eka Handayani yang juga masih berjuang dan selalu menyemangati saat akan sidang skripsi.
12. Sahabat saya dirumah Laili Haerullisan, Farij Hidayatullah, Faesal Abdau, Saeful Rahman, Linda Safitri, Indah Rosalina, Eka Handayani yang selalu menemani bermain saat liburan panjang.
13. Sahabat saya Budi Kristianto, Rizki Rian Yanotama, Fajar Kurnianto, Faisal Ramadhan, Azhar Zahar, Anugrah Fitrah, Daru Barro, Mukti Syarif, Jarot Wicakmoko, Yulia Ariska, Uswatun Hasanah, Agem Jayadini, Widya Ranuna, Muhammad Fauzi, Reza Gufron, Azhim Arsywismar, Hamzah, Fikri Sabran yang setia dan selalu memotivasi saat penulisan skripsi maupun saat sidang skripsi.
14. Fikrian Fajar Al-Farobi , teman seperjuangan skripsi yang selalu setia menemani saat pengambilan data.
15. Teman – teman TE (Riski, Bram, Jery, Irul, Hafis, Dani, Deni, Denis, Novangga, Sigit, Galuh, Edo, Riza, Danang, Akmal, Isna, Bondan, Ario, Hamami, Jamal, Gandi, Iwan, Irwan, Faza, Rahmat, Rudi, Pak De, Aprizal, Rihan, Habib, Redi dan semuanya) yang telah memberikan semangat, doa selama proses penyusunan tugas akhir ini.
16. Teman teman kocak yang sering mendengarkan curhatan saat penulisan skripsi (Isal, Amar, Arum, Ulvi, Nizam)
17. Teman Bomba (Ahmad Rivaldi Muhni, Azhar NAWAWI, Lutfi, Mas Alam,) yang kocak suka menanyakan tentang skripsi dan kapan sidang.

18. Teman – teman angkatan 2013, 2014, 2012 kelas A dan B, serta angkatan 2011 yang telah banyak membantu selama masa Perkuliahan saya.
19. Teman – teman KKN Dusun Ngaran Bantul (Aziz Sitompul, Azhar Zahar Makmur, Rizky Agung Kurniawan, Utari Dina Sari, Bogy Gunanda, Nur Hafizal Hasanah, Fitri Navisah Fauzia) yang selalu saling menyemangati saat penulisan tugas akhir ini, bahagia dan bangga bisa mengenal kalian.
20. Semua pihak yang telah secara tidak langsung mendukung penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari 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 penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan informasi. Semoga apa yang kita kerjakan selalu atas niat karena Allah supaya kita semua mendapat Ridho-Nya. Aminn

Wassalammu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 2 April 2016
Yang Menyatakan

Amien

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Jaringan Distribusi.....	7

2.2.2 Jaringan Distribusi Primer	10
2.2.3 Jaringan Distribusi Sekunder	11
2.2.4 Komponen Pada Sistem Distribusi	12
2.2.5 Struktur Jaringan Distribusi	15
2.2.5.1 Struktur Jaringan Radial.....	15
2.2.5.2 Struktur Jaringan Lingkaran	16
2.2.5.3 Struktur Jaringan Spindel	17
2.2.5.4 Struktur Jaringan Anyaman	18
2.2.6 Distribusi Tenaga Listrik	19
2.2.6.1 Gardu Distribusi.....	19
2.2.6.2 Penyaluran Setempat.....	20
2.2.7 Tegangan Distribusi.....	20
2.2.7.1 Tegangan Menengah.....	20
2.2.7.2 Tegangan Rendah	21
2.2.7.3 Tegangan Pelayanan	21
2.2.8 Proteksi Sistem Tenaga Listrik.....	21
2.2.8.1 Persyaratan Sistem Proteksi	21
2.2.8.2 Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik	25
2.2.8.2.1 Faktor-Faktor Penyebab Gangguan	25
2.2.8.3 Jenis Gangguan.....	26
2.2.8.3.1 Tegangan Lebih	26
2.2.8.3.2 Hubung Singkat	27
2.2.9 Kabel.....	30

2.2.10 Proteksi Pada Jaringan Distribusi	37
2.2.11 Komponen Proteksi Sistem Tenaga Listrik.....	44
2.2.12 Aplikasi Sistem Proteksi Pada Peralatan Pusat Tenaga Listrik.....	58
2.2.13 Relay Arus Lebih (OCR)	60
2.2.14 Relay Gangguan Tanah (GFR).....	62
2.2.15 Setelan Moment.....	63
2.2.16 Koordinasi Proteksi	63
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	66
3.1 Metodologi Penelitian	66
3.2 Langkah-langkah Penyusunan Tugas Akhir.....	67
1. Studi Pendahuluan	67
2. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	69
3. Studi Pustaka.....	69
4. Pengumpulan Data	70
5. Pengolahan Data dan Analisis.....	70
6. Penulisan Laporan	71
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	72
4.1 Unjuk Kerja Koordinasi Relay Proteksi Jaringan Distribusi	72
4.2 Saluran Penghantar	73
4.2.1 Data Setting Relay Penyulang Bantul.....	73
4.3 Simulasi Jaringan Pada ETAP 6.00 Dan Analisa.....	76
4.3.1 Jaringan ETAP dalam Keadaan Normal	76
4.3.2 Jaringan ETAP dalam Keadaan Abnormal.....	77

4.4 Perhitungan Manual Setelan Relay	80
4.4.1 Data Teknik Trafo III 150/20 KV Bantul	81
4.4.2 Impedansi Sumber	81
4.4.3 Impedansi Penyulang	84
4.4.4 Menghitung Arus Hubung Singkat	88
4.4.5 Perhitungan Setelan Arus OCR	96
4.4.6 Perhitungan TMS OCR	98
4.5 Simulasi Koordinasi Setelan Relay Hasil Perhitungan.....	104
4.6 Analisa Perbandingan Antara Data Setting PLN dan Perhitungan	106
BAB V PENUTUP	112
5.1 Kesimpulan	112
5.2 Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Faktor kunci untuk kabel dengan isolasi yang berbeda-beda.....	33
Tabel 2.2 Cara Kerja Rele Pada Nilai Setting	61
Tabel 4.1 Nilai Resistans, Reaktans, Dan KHA Kawat AAAC	73
Tabel 4.2 Data Setting Relay PLN Penyulang Bantul	74
Tabel 4.3 Nilai Impedansi Urutan Positif dan Nol.....	85
Tabel 4.4 Data Impedansi Penghantar A3C240 mm ² 1,55 KM.....	87
Tabel 4.5 Data Impedansi Penghantar A3C 240 mm ² 10 KM.....	87
Tabel 4.6 Data Impedansi Total Penghantar A3C 240 mm ² 11,55 KM.....	87
Tabel 4.7 Data Impedansi Penghantar Total 12,8 KM.....	88
Tabel 4.8 Data Hasil Perhitungan Impedansi Ekuivalensi	90
Tabel 4.9 Data Arus Hubung Singkat Hasil Perhitungan.....	95
Tabel 5.0 Faktor K Pada Kurva Arus Lebih	98
Tabel 5.1 Nilai Setting OCR dan GFR Hasil Perhitungan Manual	102
Tabel 5.2 Data Setting Relay PLN Penyulang Bantul	107
Tabel 5.3 Nilai Setting OCR dan GFR Hasil Perhitungan Manual	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	9
Gambar 2.2 Hubungan Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah dan Konsumen ...	11
Gambar 2.3. Gambar Komponen Penyusun Sistem Distribusi.....	14
Gambar 2.4. Gambar Struktur Jaringan Radial.....	15
Gambar 2.5. Gambar Struktur Jaringan Radial Ganda.....	16
Gambar 2.6. Gambar Struktur Jaringan Lingkaran / LOOP.....	17
Gambar 2.7. Gambar Struktur Jaringan Spindel	18
Gambar 2.8. Gambar Struktur Jaringan Anyaman.....	19
Gambar 2.9. Diagram sistem proteksi terhadap gangguan	23
Gambar 2.10. Contoh gangguan	24
Gambar 2.11. Gambar Penampang Kabel Distribusi	31
Gambar 2.12. Diagram fasa yang menunjukkan jatuh tegangan akibat daya reaktif....	36
Gambar 2.13. Relai Elektromagnetik	40
Gambar 2.14 Relai Elektronik	41
Gambar 2.15 Relai Arus Lebih Waktu Seketika dan Karakteristiknya.....	42
Gambar 2.16 Relai Arus Lebih Waktu Tertentu dan Karakteristiknya	43
Gambar 2.17 Relai Arus Lebih Waktu Terbalik dan Karakteristiknya	44
Gambar 2.18 Elemen Proteksi	45
Gambar 2.19 Komponen Proteksi Sistem Tenaga Listrik	46
Gambar 2.20. Diagram Prinsip Kerja Relay Proteksi	49
Gambar 2.21. Konstruksi Relay Proteksi	49
Gambar 2.22. Model Relay Proteksi	49

Gambar 2.23 Konstruksi Air Circuit Breaker (ACB).....	52
Gambar 2.24 Model Air Circuit Breaker (ACB)	52
Gambar 2.25 Konstruksi Vacum Circuit Breaker (VCB).....	53
Gambar 2.26 Model Vacum Circuit Breaker (VCB)	53
Gambar 2.27 Konstruksi Gas Circuit Breaker (GCB).....	54
Gambar 2.28 Model Gas Circuit Breaker (GCB).....	54
Gambar 2.29 Konstruksi Oil Circuit Breaker (OCB).....	55
Gambar 2.30 Model Oil Circuit Breaker (OCB).....	55
Gambar 2.31 Konstruksi Fuse Cut Out	57
Gambar 2.32 Model Fuse Cut Out	57
Gambar 2.33 Contoh Cara Kerja Relay OCR.....	61
Gambar 2.34 Relai Gangguan Tanah (OCR/GFR)	63
Gambar 3.1 PLN Gardu Induk 150 kV Bantul	68
Gambar 3.2. Kantor PLN APJ Yogyakarta	68
Gambar 4.1. Penempatan PMT pada Jaringan Distribusi.....	72
Gambar 4.2 Jaringan Kondisi Normal.....	77
Gambar 4.3 Jaringan Kondisi Abnormal.....	78
Gambar 4.4 Kurva Koordinasi Arus dan Waktu Relay	79
Gambar 4.5 Simulasi Koordinasi Hasil Perhitungan	104
Gambar 4.6 Kurva Arus dan Waktu Koordinasi Hasil Perhitungan	105
Gambar 4.7 Kurva Arus dan Waktu Koordinasi Data PLN	107
Gambar 4.8 Kurva Arus dan Waktu Koordinasi Hasil Perhitungan	108