

# **TUGAS AKHIR**

**STUDI KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT  
RELAY MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0 DI  
PABRIK II PT. PETROKIMIA GRESIK**



**Disusun Oleh :**

**ACHMAD PRASETYO**

**NBI : 1451800062**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2022**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**STUDI KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT  
RELAY MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0 DI  
PABRIK II PT. PETROKIMIA GRESIK**



**Disusun Oleh:**

**ACHMAD PRASETYO**

**1451800062**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
TAHUN 2022**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : ACHMAD PRASETYO  
NBI : 1451800062  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : STUDI KOORDINASI PROTEKSI OVER  
CURRENT RELAY MENGGUNAKAN  
SOFTWARE ETAP 12.6.0 DI PABRIK  
II PT. PETROKIMIA GRESIK

**Menyetujui,**

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Puji Slamet, ST., MT.  
NPP. 20450.11.0601



Niken Adriaty Basyarach, ST., MT.  
NPP. 20450.18.0771

**Mengetahui,**

Dekan Fakultas Teknik

Kepala  
Program Studi Teknik Elektro



Dr. Ir. Sa'jiyo, M.Kes.IPU.  
NPP. 20410.90.0197



Puji Slamet, ST., MT.  
NPP. 20450.11.0601

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ACHMAD PRASETYO  
NBI : 1451800062  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Menyatakan bahwa sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir yang berjudul:

### **“STUDI KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT RELAY MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0 DI PABRIK II PT. PETROKIMIA GRESIK”**

Adalah benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 18 Juli 2022

Penulis



Achmad Prasetyo  
NBI. 1451800062



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)  
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ACHMAD PRASETYO  
NBI/ NPM : 1451800062  
Fakultas : TEKNIK  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO  
Jenis Karya : TUGAS AKHIR

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

### STUDI KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT RELAY MENGUNAKAN SOFTWARE 12.6.0 DI PABRIK II PT.PETROKIMIA GRESIK

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada tanggal : 18 Juli 2022



(Achmad Prasetyo)

## ABSTRAK

Dengan visi menjadi produsen pupuk dan produk kimia lainnya yang berdaya saing tinggi dan produksinya paling diminati konsumen. Petrokimia Gresik mendukung program pemerintah yaitu menjaga ketahanan pangan nasional. Agar semua dapat terwujud, penting sekali menjaga keamanan sistem kelistrikan di perusahaan untuk jalannya produksi. Tidak menutup kemungkinan pada sistem kelistrikan pabrik terjadi gangguan *Short Circuit* dan gangguan lainnya. Untuk meminimalisir hal tersebut, perlu dilakukan studi koordinasi proteksi di pabrik II. Pada penelitian tugas akhir ini hanya membahas koordinasi proteksi motor 02MC201-PF1 sampai Pembangkit *Gas Turbine Generator* (GTG) tanpa mempertimbangkan percabangan pada bus. Hasil dari perhitungan, *Relay-02MC201* dengan FLA 50,15, *Lowset Pick-up* disetting 60A, *Time Dial* 0,27 dan *Highset Pick-up* 522A dengan *Delay* 0,05 detik. *Relay-21* dengan FLA 49,2A, *Lowset Pick-up* disetting 68A, *Time Dial* 1,93 dan *Highset Pick-up* 1200A dengan *Delay* 0,1 detik. *Relay-1* dengan FLA 14,8A, *Lowset Pick-up* disetting 20,5A, *Time Dial* 3,3 dan *Highset Pick-up* 400A dengan *Delay* 0,2 detik. *Relay-32* dengan FLA 14,8A, *Lowset Pick-up* disetting 20,5A, *Time Dial* 5,36 dan *Highset Pick-up* 425A dengan *Delay* 0,3 detik. *Relay-02* dengan FLA 14,8A, *Lowset Pick-up* disetting 19,5A, *Time Dial* 8,3 dan *Highset Pick-up* 450A dengan *Delay* 0,4 detik. *Relay-01* dengan FLA 14,8A, *Lowset Pick-up* disetting 20,2A, *Time Dial* 9,7 dan *Highset Pick-up* 460A dengan *Delay* 0,5 detik. *Relay-10* dengan FLA 14,8A, *Lowset Pick-up* disetting 20,4A, *Time Dial* 11,02 dan *Highset Pick-up* 465A dengan *Delay* 0,6 detik. *Relay-08* dengan FLA 14,8A, *Lowset Pick-up* disetting 20,56A, *Time Dial* 13 dan *Highset Pick-up* 470A dengan *Delay* 0,7 detik. *Relay-11* dengan FLA 26,3A, *Lowset Pick-up* disetting 36,5A, *Time Dial* 14,6 dan *Highset Pick-up* 1000A dengan *Delay* 1 detik. Selanjutnya hasil perhitungan tersebut diinputkan ke *Relay* pemodelan *Single Line Diagram* pabrik II di *Software* ETAP 12.6.0. Kemudian disimulasikan pada menu *star-protective device coordination*, sehingga didapatkan sebuah desain koordinasi proteksi yang baik sesuai standar IEC-*Extremely Inverse*.

Kata kunci: Arus Gangguan Hubung Singkat, *Over Current Relay*, Proteksi



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, berkat rahmat dan karunianya, kita semua senantiasa diberikan kesehatan, kebahagiaan, dan rizki yang berlimpah. Tak lupa Sholawat serta Salam selalu tercurah kepada junjungan kita, Nabi Besar Muhammad SAW. Berkat tuntunannya kami dapat mengetahui jalan yang lurus dan jalan yang batil. Dengan kemudahan dan pertolongan Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan buku tugas akhir yang berjudul “Studi Koordinasi Proteksi *Over Current Relay* Menggunakan *Software Etap 12.6.0* Di Pabrik II PT. Petrokimia Gresik”.

Dalam proses penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari akan keterbatasan, kemampuan, dan pengetahuan penulis dalam menyusun tugas akhir. Namun semua keterbatasan itu dapat terasa ringan karena keterlibatan beberapa pihak yang berkontribusi dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada beberapa pihak yang memberikan bantuan berupa tenaga, pikiran, serta do'a. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada, yang pertama:

1. Allah SWT, yang telah melimpahkan karunia serta rahmatnya, sehingga penulis diberikan kemudahan menulis tugas akhir
2. Kedua Orang Tua, yang selalu memberikan dukungan baik do'a, waktu, materi, maupun tenaga, memberikan saya energi untuk dapat segera menyelesaikan penulisan tugas akhir sampai selesai
3. Muhammad Zainur Ridho, selaku kakak kandung yang sudah memfasilitasi kebutuhan saya dalam pengerjaan tugas akhir
4. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
5. Bapak Puji Slamet, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I dalam penulisan tugas akhir ini
6. Ibu Niken Adriaty Basyarach, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing II dalam penulisan tugas akhir ini
7. Seluruh dosen Teknik Elektro yang sudah membantu kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir
8. M. Ghoni Febri Ariantoni ST, selaku pembimbing lapangan di perusahaan
9. Tentor Robot Sekolah Dasar dan seluruh rekan-rekan Teknik Elektro angkatan 2018 yang sudah meminimalisir ketertinggalan informasi selama proses tugas akhir
10. Seluruh rekan-rekan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu karena banyaknya bantuan dari kalian

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, walaupun penulis telah berusaha dengan sebaik-baiknya. Oleh

karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan guna penyempurnaan penyusunan dan penulisan tugas akhir ini. Penulis berharap agar tugas akhir ini bermanfaat dan dapat memperluas serta menambah pengetahuan bagi kita semua.

Gresik, 5 Juli 2022

Penulis



# DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Kontribusi Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II. DASAR TEORI.....	5
2.1 <i>State of The Art</i> .....	5
2.2 Gangguan Sistem Tenaga Listrik .....	6
2.2.1 Gangguan yang berasal dari sistem tenaga listrik.....	6
2.2.2 Gangguan yang berasal dari luar sistem tenaga listrik .....	6
2.3 Sifat Gangguan.....	6
2.3.1 Gangguan Sementara (Temporer).....	6
2.3.2 Gangguan Permanen.....	6
2.4 Jenis Gangguan pada Sistem Tenaga Listrik dan Perhitungannya.....	6
2.4.1 Gangguan Hubung Singkat.....	7
2.4.2 Gangguan Tegangan Lebih.....	13
2.4.3 Gangguan Kurangnya Daya.....	13
2.5 Pengaruh Gangguan pada Sistem Tenaga Listrik.....	13
2.5.1 Hubung Singkat ( <i>Short Circuit</i> ).....	13
2.5.2 Beban Berlebih ( <i>Overload</i> ).....	14
2.6 Peralatan Pengaman dan Proteksi Sistem Tenaga.....	14
2.6.1 <i>Current Transformer (CT)</i> .....	14

2.6.2	<i>Relay Proteksi</i> .....	15
2.6.3	<i>Circuit Breaker (CB)</i> .....	15
2.7	Syarat-syarat Relay Proteksi .....	16
2.7.1	Cepat Bereaksi.....	16
2.7.2	Sensitif.....	17
2.7.3	Selektif.....	17
2.7.4	Handal.....	17
2.8	Karakteristik Relay Proteksi.....	18
2.8.1	<i>Instantaneous Relay</i> .....	18
2.8.2	<i>Definite Time Relay</i> .....	18
2.8.3	<i>Inverse Relay</i> .....	19
2.9	Perhitungan Arus Pick-Up .....	20
2.9.1	<i>Lowset</i> .....	21
2.9.2	<i>Highset</i> .....	21
2.10	<i>Time Dial</i> .....	22
2.10.1	Setting Waktu Kerja <i>Relay</i> .....	23
BAB III. METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Metode Penelitian.....	25
3.2	Diagram Alir Penelitian .....	26
3.2.1	Pengumpulan Data.....	26
3.2.2	Pemodelan SLD Pabrik II Menggunakan ETAP 12.6.0 .....	26
3.2.3	Simulasi Load Flow dan Short Circuit .....	26
3.2.4	Perhitungan Setting Over Current Relay .....	26
3.2.5	Simulasi Koordinasi Over Current Relay .....	26
3.2.6	Penyusunan Laporan Tugas Akhir.....	26
3.3	Sistem Kelistrikan Pabrik II PT. Petrokimia Gresik .....	27
3.4	Sistem Pembangkitan Pabrik II PT. Petrokimia Gresik .....	28
3.5	Sistem Distribusi Pabrik II PT. Petrokimia Gresik .....	29
3.6	Data Beban Pabrik II PT. Petrokimia Gresik .....	30
3.7	Data Arus Gangguan Hubung Singkat .....	31
3.7.1	Arus Gangguan Hubung Singkat Minimum .....	31
3.7.2	Arus Gangguan Hubung Singkat Maksimum.....	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1	Pemodelan Sistem Kelistrikan Pabrik II PT. Petrokimia Gresik.....	33
4.2	Tipikal 1A .....	34
4.2.1	<i>Relay-02MC201</i> .....	35
4.2.2	<i>Relay-21</i> .....	36

4.2.3	<i>Relay-1</i> .....	37
4.2.4	<i>Relay-32</i> .....	38
4.2.5	<i>Relay-02</i> .....	39
4.2.6	Hasil Simulasi Koordinasi Proteksi Tipikal 1A .....	41
4.3	Tipikal 1B .....	44
4.3.1	<i>Relay-01</i> .....	45
4.3.2	<i>Relay-10</i> .....	46
4.3.3	<i>Relay-08</i> .....	47
4.3.4	<i>Relay-11</i> .....	48
4.3.5	Hasil Simulasi Koordinasi Proteksi Tipikal 1B .....	49
4.5	Hasil Koordinasi Keseluruhan .....	52
BAB V. PENUTUP.....		57
5.1	Kesimpulan .....	57
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA .....		59
LAMPIRAN.....		61
	Lampiran 1. ....	61
	Lampiran 2. ....	62
	Lampiran 3. ....	63
	Lampiran 4. ....	64
	Lampiran 5. ....	65
	Lampiran 6. ....	66
	Lampiran 7. ....	67
	Lampiran 8. ....	68

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram fasor komponen simetris tegangan .....	7
Gambar 2. 2 Gangguan satu fasa ke tanah .....	9
Gambar 2. 3 Gangguan dua fasa ke tanah .....	10
Gambar 2. 4 Gangguan dua fasa .....	11
Gambar 2. 5 Gangguan tiga fasa .....	12
Gambar 2. 6 Rangkaian sistem proteksi pada jaringan .....	14
Gambar 2. 7 Current Transformer .....	15
Gambar 2. 8 Alur proteksi sistem tenaga listrik .....	15
Gambar 2. 9 Circuit Breaker .....	16
Gambar 2. 10 Karakteristik relay waktu seketika (Instantaneous Relay) .....	18
Gambar 2. 11 Karakteristik relay arus lebih waktu tertentu (Definite Time Relay) .	18
Gambar 2. 12 Karakteristik relay waktu terbalik (Inverse Relay).....	19
Gambar 2. 13 Kurva Inverse .....	19
Gambar 2. 14 Batasan Arus Pick-Up .....	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir.....	25
Gambar 3. 2 Single Line Diagram pabrik II Petrokimia .....	27
Gambar 4. 1 Single Line Diagram Pabrik II Pembahasan .....	33
Gambar 4. 2 Tipikal 1A Pembahasan.....	34
Gambar 4. 3 Kurva TCC (Time Current Curve) Tipikal 1A .....	41
Gambar 4. 4 Grafik arus lowset pick-up tipikal 1A .....	42
Gambar 4. 5 Grafik arus highset pick-up tipikal 1A .....	42
Gambar 4. 6 Tipikal 1B Pembahasan.....	44
Gambar 4. 7 Kurva TCC (Time Current Curve) Tipikal 1B .....	50
Gambar 4. 8 Grafik arus lowset pick-up tipikal 1B .....	51
Gambar 4. 9 Grafik arus highset pick-up tipikal 1B .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kurva IEC 60255-151 .....	22
Tabel 3. 1 Spesifikasi pembangkit di pabrik II PT. Petrokimia .....	28
Tabel 3. 2 Spesifikasi gardu induk PT. Petrokimia .....	28
Tabel 3. 3 Data bus pada sistem kelistrikan pabrik II PT. Petrokimia .....	29
Tabel 3. 4 Spesifikasi transformator di pabrik II PT. Petrokimia .....	30
Tabel 3. 5 Data beban di pabrik II PT. Petrokimia.....	30
Tabel 3. 6 Arus Hubung Singkat Minimum 30 Cycle.....	32
Tabel 3. 7 Arus Hubung Singkat Maksimum 4 Cycle .....	32
Tabel 4. 1 Hasil Setting Koordinasi Proteksi Tipikal 1A.....	42
Tabel 4. 2 Hasil Setting Koordinasi Proteksi Tipikal 1B .....	50
Tabel 4. 3 Hasil Setting Koordinasi Proteksi Keseluruhan .....	54