

**ANALISIS PERENCANAAN KOORDINASI RELAY *OCR*  
DAN *GFR* PENYULANG INDONESIA GI AIR ANYIR**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



**Oleh**

**GUGUM GUMILAR  
1021522008**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG  
2017**

**SKRIPSI / TUGAS AKHIR**

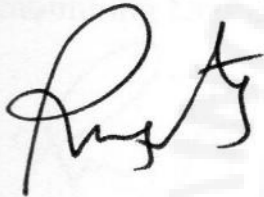
**ANALISIS PERENCANAAN KOORDINASI RELAY OCR DAN GFR  
PENYULANG INDONESIA GI AIR ANYIR**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**Gugum Gumilar**  
**102 15 22 008**

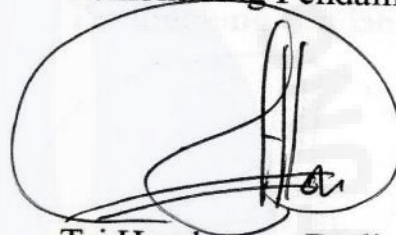
Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Pada Tanggal : 15 Juli 2017

Pembimbing Utama,



Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.  
NIP/NP. 198407222014042002

Pembimbing Pendamping,



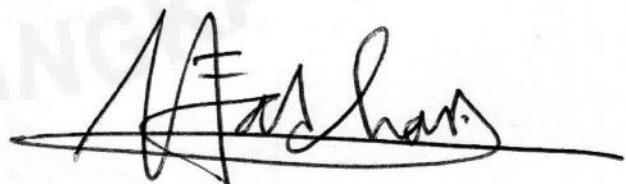
Tri Hendrawan Budiarto, S.T., M.T.  
NIP/NP. 307196007

Penguji I,



Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.  
NIP/NP. 198508102012121001

Penguji II,



Fardhan Arkan, S.T., M.T.  
NIP/NP. 307406003

**SKRIPSI / TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERENCANAAN KOORDINASI RELAY OCR DAN GFR  
PENYULANG INDONESIA GI AIR ANYIR**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**Gugum Gumilar**  
**102 15 22 008**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Pada Tanggal : 15 Juli 2017

Pembimbing Utama,



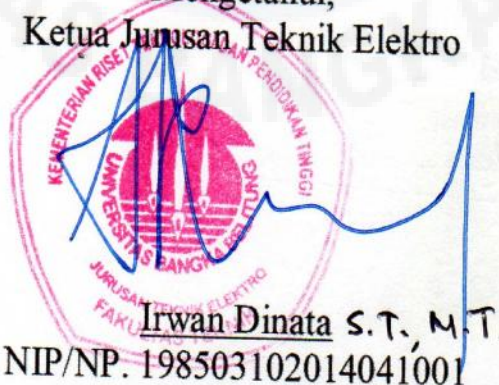
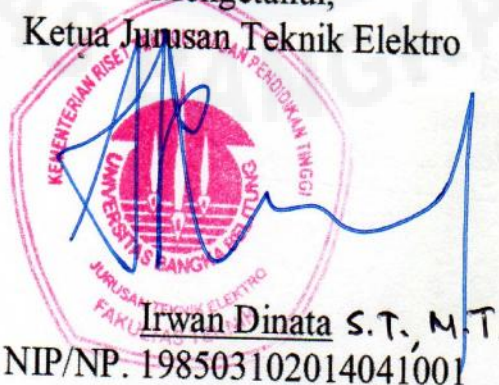
Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.  
NIP/NP. 198407222014042002

Pembimbing Pendamping,



Tri Hendrawan Budiarto, S.T., M.T.  
NIP/NP. 307196007

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Irwan Dinata S.T., M.T.  
NIP/NP. 198503102014041001

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Gugum Gumilar  
NIM : 1021522008  
Judul TA : Analisis Perencanaan Koordinasi Relay OCR Dan GFR  
Penyulang Indonesia Gi Air Anyir

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan / plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan di dalam karya skripsi saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Balunijuk, Juli 2017



Gugum Gumilar  
NIM 1021522008

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Gugum Gumilar  
NIM : 1021522008  
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas : TEKNIK

Demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung Hak Bebas Royalti Noneklusif ( *Non-exclusive Royalti Free Right* ) atas tugas akhir saya yang berjudul :

ANALISIS PERENCANAAN KOORDINASI RELAY OCR DAN GFR PENYULANG INDONESIA GI AIR ANYIR

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas royalti noneklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalimedia/formatkan mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Balunijuk  
Pada tanggal : 15 Juli 2017  
Yang menyatakan



Gugum Gumilar  
NIM 1021522008

## INTISARI

Penyulang Indonesia GI Air Anyir merupakan penyulang SUTM yang mensuplai energi listrik ke daerah Air Itam yang melewati lokasi kantor pemerintahan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yang rentan terjadi gangguan hubung singkat antar fasa ataupun gangguan hubung singkat ke tanah yang disebabkan oleh kondisi lingkungan seperti petir, pohon dan binatang, untuk menghindari kerusakan peralatan dan meluasnya sistem yang terganggu akibat adanya gangguan maka diperlukan *setting Over Current Relai (OCR)* dan *Ground Fault Relai (GFR)* yang akurat dan selektif. Untuk mengetahui koordinasi relai dilakukan dengan perhitungan arus hubung singkat berdasarkan data – data penyulang dan trafo tenaga yang terpasang. dari hasil perhitungan besar arus gangguan hubung singkat terbesar pada penyulang Indonesia adalah sebesar 7527 A dan arus gangguan hubung singkat terkecil sebesar 112 A. Semakin dekat dengan GI arus gangguan akan semakin besar dan semakin jauh dengan GI arus gangguan semakin kecil. *Seting* relai sisi *incoming* 0,169 detik dan sisi *outgoing* 0,165 detik *setting* waktu relai dipengaruhi oleh besarnya arus gangguan. Semakin besar arus gangguan maka waktu kerja relai akan semakin cepat.

**Kata kunci : Arus Gangguan, GFR, OCR, Setting Relai**

## **ABSTRACT**

*Feeder Indonesia GI Air Anyir is a repeater SUTM supplying electrical energy to Air Itam area which passes the Bangka Belitung Islands Province office location which is susceptible to intermittent short circuit interruption or short circuit to ground caused by environmental conditions such as lightning, trees and animals , To avoid damage to equipment and the spread of disturbed systems due to interference, an accurate and selective setting of Over Current Relai (OCR) and Ground Fault Relays (GFR) is required. To know the relay coordination is done by calculation of short circuit current based on the data of the repeater and the installed power tarfo. From the large calculation result of the largest short circuit current in the Indonesian repeater is 7527 A and the smallest short circuit current flow is 112 A. The closer the GI the noise current will be, the farther and farther the GI the noise current becomes smaller. Set relay incoming side 0.169 seconds and outgoing side 0.165 seconds relay time setting is influenced by the magnitude of the noise current, the greater the interruption current the relay working time will be faster.*

***Keyword : fault current, GFR, OCR, Seting Relai,***

## PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, para sahabatnya dan kepada para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tidak sedikit hambatan dan rintangan yang penulis hadapi dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, namun berkat do'a dan dukungan dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, saran dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah berkenan membantu dalam penulisan laporan tugas akhir. Adapun pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan laporan akhir adalah sebagai berikut.

1. Ibu dan Bapak tercinta yang senantiasa selalu memberikan doa, dorongan moril dan materil kepada penulis.
2. Ibu Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng, selaku dosen pembimbing I tugas akhir ini yang telah memberikan ide, masukan, pengarahan, dan bantuannya serta meluangkan waktu untuk membimbing penulis dari awal pelaksanaan sampai terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Tri Hendrawan B. S.T., M.T.selaku pembimbing II yang telah memberikan saran, pengarahan serta meluangkan waktu untuk membimbing penulis.
4. Dosen – dosen Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung yang telah membantu penulis baik dalam penyelesaian laporan proyek akhir maupun atas ilmu yang telah diberikan sejak penulis kuliah di Jurusan Teknik Elektro.
5. Bapak Irwan Dinata,ST.,MT sebagai ketua Jurusan Teknik Elektro
6. Rekan – rekan mahasiswa alih jenjang D3-S1 PT PLN (Persero) yang telah memberikan banyak bantuan dalam pembuatan dan penyelesaian laporan proyek akhir ini, Terima kasih atas kebersamaannya selama ini.



7. Rekan-rekan Transaksi Energi PT PLN (Persero) Area Bangka yang telah mensupport dalam pelaksanaan perkuliahan selama ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuannya.

Penulis telah berusaha sebaik mungkin dalam penyelesaian tugas akhir ini. Harapan penulis, semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun juga, terutama bagi penulis sendiri semoga dapat mengaplikasikan ilmu yang didapat dari bangku kuliah.

Semoga amal kebaikan yang telah dilakukan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.



## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan harapan.

Tugas Akhir ini penulis buat untuk memenuhi persyaratan guna meraih gelar S-1 dengan judul "Analisis Perencanaan Koordinasi Relay OCR GFR Penyulang Indonesia GI Air Anyir" sehingga nantinya dapat bermanfaat bagi kita semua.

Dengan tersusunnya tugas akhir ini maka penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan dorongan, motivasi dan saran yang telah diberikan sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun guna menyempurnakan tugas akhir penelitian ini dan dapat menjadi acuan dalam menyusun penelitian selanjutnya.

Penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan tugas akhir ini terdapat kesalahan pengetikan dan kekeliruan sehingga membingungkan pembaca dalam memahami maksud penulis.

Pangkalpinang, Juli 2017

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
INTISARI .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR ISTILAH .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan Laporan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Relai Proteksi .....	5
2.2.1 Fungsi dan Peranan Relai Proteksi .....	6
2.3 Relai OCR dan GFR .....	6
2.3.1 Relai Elektromekanik.....	7

2.3.2 Relai Statis/ Elektronik .....	9
2.3.3 Relai Digital .....	12
2.4 Jenis Relai Berdasarkan Karakteristik Waktu Kerjanya .....	12
2.5 Prinsip Kerja Relai .....	14
2.5.1 Prinsip Kerja OCR .....	14
2.5.2 Prinsip Kerja GFR.....	15
2.6 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	16
2.6.1 Menghitung Impedansi .....	17
2.6.2 Impedansi Sumber.....	17
2.6.3 Impedansi Tranformator .....	18
2.6.4 Impedansi Penyulang .....	19
2.6.5 Impedansi Ekivalen Jaringan .....	19
2.6.6 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat.....	20
2.6.6.1 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa .....	21
2.6.6.2 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa .....	21
2.6.6.3 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa .....	21
2.7 Menghitung Setting Relai .....	22
2.7.1 Setting Relai OCR.....	22
2.7.2 Setting Relai GFR .....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	25
3.1.1 Bahan Penelitian .....	25
3.1.2 Alat Penelitian.....	27
3.2 Langkah Penelitian.....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Data Penyulang Indonesia.....	31
4.2 Menghitung Arus Hubung Singkat .....	32
4.2.1 Menghitung Impedansi Sumber .....	32
4.2.2 Menghitung Reaktansi Trafo .....	32

4.2.3 Menghitung Impedansi Penyulang.....	33
4.2.4 Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	34
4.2.5 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat.....	35
4.3 Menghitung Seting Waktu Kerja Relai.....	39
4.3.1 Seting Relai Arus Lebih (OCR).....	39
4.3.2 Seting Relai Gangguan Tanah (GFR).....	41
4.4 Selektifitas Waktu Kerja Relai.....	43
4.6 Perbandingan Hasil Perhitungan Dengan Data di Lapangan .....	46
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	48
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	48

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Relai Elektromekanik Tipe Plunger .....	7
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Relai Elektromekanik Tipe Induksi .....	8
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Relai Elektromekanik Tipe kWh .....	9
Gambar 2.4 Rangkaian sederhana relai statis .....	11
Gambar 2.5 Karakteristik Waktu Kerja Relai Seketika .....	13
Gambar 2.6 Karakteristik waktu tunda tertentu relai .....	13
Gambar 2.7 Karakteristik waktu terbalik (invers) .....	14
Gambar 2.8 Alur Gangguan Hubung singkat 1 Fasa .....	15
Gambar 2.9 Alur Gangguan Hubung singkat 1 Fasa .....	16
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian .....	28
Gambar 4.1 Single Line Diagram Penyulang Indonesia.....	31
Gambar 4.2 Kurva Arus Gangguan Hubung Singkat .....	38
Gambar 4.3 Kurva Waktu Kerja Relai.....	45
Gambar 4.4 Kurva Waktu Kerja Relai dan Arus Gangguan.....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Nameplate</i> Trafo Tenaga GI Air Anyir.....	25
Tabel 3.2 Data Kubikel Penyulang Indonesia.....	26
Tabel 3.3 Impedansi penghantar AAAC.....	26
Tabel 4.1 Data penghantar penyulang indonesia .....	33
Tabel 4.2 Impedansi Penyulang urutan positif & negatif .....	34
Tabel 4.3 Impedansi Penyulang urutan Nol.....	34
Tabel 4.4 Impedansi Ekivalen $Z1_{eq}$ dan $Z2_{eq}$ .....	35
Tabel 4.5 Impedansi Ekivalen $Z0_{eq}$ .....	35
Tabel 4.6 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa.....	36
Tabel 4.7 Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa.....	37
Tabel 4.8 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke tanah .....	37
Tabel 4.9 Besar Arus Gangguan Hubung Singkat .....	38
Tabel 4.10 Waktu Kerja Relai Gangguan 3 Fasa.....	43
Tabel 4.11 Waktu Kerja Relai Gangguan 2 Fasa.....	44
Tabel 4.12 Waktu Kerja Relai Gangguan 1 Fasa.....	44
Tabel 4.13 Arus Gangguan Hubung singkat dan Waktu Kerja Relai .....	45
Tabel 4.14 Arus Gangguan Hubung singkat dan Waktu Kerja Relai .....	46

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

AC	<i>Alternating Current / Arus Searah</i>
CB	<i>Circuit Breaker</i>
CT	<i>Current Tranformer</i>
GFR	<i>Ground Fault Relai</i>
GI	Gardu Induk
kV	Kilo Volt
MVA	Mega Volt Ampere
OCR	<i>Over Current Relai</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
PMT	Pemutus Tegangan
SKTM	Saluran Kabel Tegangan Menengah
SUTM	Saluran Udara Tegangan Menengah
TMS	<i>Time Multiple Setting</i>
TT	Tegangan Tinggi