

**ANALISIS KOORDINASI RELAI ARUS LEBIH DAN  
RELAI GANGGUAN TANAH PADA GARDU INDUK  
BUKIT SEMUT SUNGAILIAT**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh :

**IMAM SUKMAWAN AKBAR  
102 13 11 016**

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

**.SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KOORDINASI RELAI ARUS LEBIH DAN  
RELAI GANGGUAN TANAH PADA GARDU INDUK  
BUKIT SEMUT SUNGAILIAT**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**IMAM SUKMAWAN AKBAR  
1021311016**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji

Tanggal 31 Juli 2017

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



**Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19840222014042002

**Asmar, S.T., M.Eng.**  
NP. 307608018

Penguji,

Penguji,



**Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.**  
NIP. 198508102012121001



**Muhammad Jumnahdi, S.T., M.T.**  
NP. 307010044

**SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KOORDINASI RELAI ARUS LEBIH DAN  
RELAI GANGGUAN TANAH PADA GARDU INDUK  
BUKIT SEMUT SUNGAILIAT**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**IMAM SUKMAWAN AKBAR  
102 13 11 016**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji  
Tanggal 31 Juli 2017

Pembimbing Utama,



**Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19840222014042002

Pembimbing Pendamping,



**Asmar, S.T., M.Eng.**  
NIP. 307608018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



**Irwan Dinata, S.T., M.T.**  
NIP. 198503102014041001

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN


Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : IMAM SUKMAWAN AKBAR  
NIM : 1021311033  
Judul : ANALISIS KOORDINASI RELAI ARUS LEBIH DAN RELAI GANGGUAN TANAH PADA GARDU INDUK BUKIT SEMUT

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan didalam 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, 31 Juli 2017

Materai  
6000



IMAM SUKMAWAN AKBAR  
NIM. 1021311016

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

---

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

Nama : IMAM SUKMAWAN AKBAR  
NIM : 1021311016  
Jurusan : TEKNIK  
ELEKTRO  
Fakultas : TEKNIK

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

**“ANALISIS KOORDINASI RELAI ARUS LEBIH DAN RELAI GANGGUAN TANAH PADA GARDU INDUK BUKIT SEMUT SUNGAILIAT”**, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih media/infokan, mengelola dalam brntuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/penyusun dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Balunijuk  
Pada tanggal : 31 Juli 2017  
Yang menyatakan,



(IMAM SUKMAWAN AKBAR)

## INTISARI

Jaringan tegangan menengah berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit atau gardu induk ke gardu distribusi. Permasalahan yang sering terjadi pada saluran tegangan menengah adalah gangguan hubung singkat. Perhitungan setelan relai arus lebih dan relai gangguan tanah dilakukan secara manual dan disimulasikan menggunakan program ETAP 12.6.0. Dari hasil perhitungan dengan jarak 25% dari lokasi gangguan, SL 6 merupakan saluran dengan arus gangguan terbesar. Untuk arus gangguan 3 fasa yaitu 4023,83 A. Untuk arus gangguan 2 fasa yaitu 3484,74 A dan untuk arus gangguan 1 fasa ke tanah yaitu 282,96 A. Dengan waktu kerja relai arus lebih untuk gangguan 3 fasa pada sisi penyulang yaitu 0,329 detik dan pada sisi kedatangan yaitu 0,727 detik. Untuk waktu kerja relai arus lebih untuk gangguan 2 fasa pada sisi penyulang yaitu 0,3466 detik dan pada sisi kedatangan yaitu 0,815 detik. Untuk waktu kerja relai arus lebih untuk gangguan 1 fasa ke tanah pada sisi penyulang yaitu 0,3 detik dan pada sisi kedatangan yaitu 0,603 detik.

**Kata kunci : Proteksi, Relai Arus Lebih, Relai Gangguan Tanah**

## ABSTRACT

Function of Medium voltage networks is to distribute electricity from power plants or substations to substation disribusi. Problems that often occur in medium voltage line is short circuit. Calculations setting OCR and GFR are done manually and simulated using the program ETAP. 12.6.0. From the calculation results with a distance of 25% From the location of the fault, SL6 adalah garis dengan arus sesar terbesar. For 3 phase fault current is 4023,83 A. For the second phase fault current is 3484.74 A and for one fault current phase to ground that is 282.96 A. By working time overcurrent relays for fault three-phase in the feeder is 0.329 s and in the incoming is 0,727 s. By working time overcurrent relays for fault two-phase in the feeder is 0.344 s and in the incoming is 0,815 s and For working time overcurrent relays for fault 1 phase to ground in the feeder is 0.3 s and in the incoming is 0,603 s.

***Keywords : protection, OCR and GFR.***

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Karya tulis ini penulis persembahkan kepada :

“Ayahanda Tercinta Gustomo yang Menjadi semangat dan Motivasi untuk selalu bersungguh-sungguh dalam melakukan pekerjaan apapun, agar hasil yang didapatkan maksimal. Serta Ibu dan Kakak yang selalu memberikan dukungan dan doa disetiap usaha serta rasa terimakasih atas kesabaran sehingga penulis bisa menyelesaikan *studi* di Jurusan Teknik Elektro”.

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung sekaligus Penguji Pendamping Tugas Akhir.
2. Bapak Irwan Dinata, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung.
3. Ibu Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir.
4. Bapak Asmar, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Muhammad Jumnahdi, S.T., M.T, selaku Penguji Tugas Akhir.
6. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Bangka Belitung.
7. Rekan seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2013.
8. Kedua orang tuaku tercinta, bapakku (Gustomo) dan ibuku (Masnah) serta seluruh keluarga besarku terimakasih atas kasih sayang dan pengorbanan



yang tiada henti dengan segala doa dan dukungannya baik secara moral, cinta maupun materil yang tak henti-hentinya diberikan untuk kelancaran di setiap langkah penulis, sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan tepat pada waktu dan memperoleh gelar sarjana.

9. Serta teman-teman bermaiku yang selalu membantu dalam memberi pencerahan dalam penulisan skripsi ini.



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul **“Analisa Koordinasi Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah Pada Gardu Induk Bukit Semut Sungailiat”**

Laporan Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

Dengan Segala kerendahan hati Penulis hanya dapat memanjatkan doa, puji, dan syukur semoga Allah SWT membalas budi baik semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Balunijuk, 31 Junli 2017

Penulis,

Imam Sukmawan Akbar

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN KEASLIAN PENELITIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>v</b>
<b>INTI SARI</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xx</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</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 .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	7
2.2.1 Gangguan Pada Jaringan Distribusi Tenaga listrik .....	7
2.2.2 Dasar-Dasar Sistem Proteksi .....	9
2.2.3 Sifat Sistem Proteksi .....	11
2.2.4 Gangguan Hubung Singkat .....	15

2.2.5	Relai Arus Lebih (OCR)	21
2.2.6	Relai Hubung Tanah (GFR)	23

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Bahan atau Materi Penelitian	26
3.2	Alat Penelitian	27
3.3	Diagram Alir	28
3.4	Langkah Penelitian	29

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Aplikasi Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	32
4.1.1	Menghitung Impedansi Sumber	32
4.1.2	Menghitung Reaktansi Trafo	33
4.1.3	Menghitung Impedansi Penyulang	34
4.1.4	Menghitung Impedansi Ekvivalen Jaringan	38
4.2	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	41
4.3	Pengaturan Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah	48
4.3.1	Setelan OCR sisi Penyulang 20 kV	49
4.3.2	Setelan OCR sisi <i>Incoming</i> Transformator	51
4.3.3	Setelan GFR sisi Penyulang 20 kV	53
4.3.4	Setelan GFR sisi <i>Incoming</i> Transformator	56
4.4	Waktu Kerja Relai Gangguan 3 Fasa	57
4.4.1	Waktu Kerja Relai Gangguan 3 Fasa Penyulang SL 2	57
4.4.2	Waktu Kerja Relai Gangguan 3 Fasa Penyulang SL 4	59
4.4.3	Waktu Kerja Relai Gangguan 3 Fasa Penyulang SL 6	61
4.5	Waktu Kerja Relai Gangguan 2 Fasa	63
4.5.1	Waktu Kerja Relai Gangguan 2 Fasa Penyulang SL 2	63
4.5.2	Waktu Kerja Relai Gangguan 2 Fasa Penyulang SL 4	65
4.5.3	Waktu Kerja Relai Gangguan 2 Fasa Penyulang SL 6	67
4.6	Waktu Kerja Relai Gangguan 1 Fasa	69
4.5.4	Waktu Kerja Relai Gangguan 1 Fasa Penyulang SL 2	69
4.5.5	Waktu Kerja Relai Gangguan 1 Fasa Penyulang SL 4	71
4.5.6	Waktu Kerja Relai Gangguan 1 Fasa Penyulang SL 6	72
4.7	Simulasi Koordinasi Relai Menggunakan <i>Software</i> ETAP 12.6.0	74
4.7.1	Membuat <i>Single Line</i> Diagram Bukit Semut	75
4.7.2	Memasukkan Parameter	76
4.7.3	Hasil Simulasi Koordinasi	81

### **BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran	90

<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	91
-----------------------	----

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tahanan (R) dan Reaktansi ( $X_L$ ) penghantar tegangan 20 kV .....	18
Tabel 2.2 Defenisi Karakteristik Standar relai .....	22
Tabel 3.1 Data Transformator Tenaga .....	26
Tabel 3.2 Data Beban Penyulang .....	26
Tabel 3.3 Data setelan Relai .....	27
Tabel 4.1 Impedansi penyulang SL 2.....	35
Tabel 4.2 impedansi penyulang SL 4.....	36
Tabel 4.3 Impedansi penyulang SL 6.....	37
Tabel 4.4 Impedansi Ekivalen Jaringan Penyulang SL 2.....	39
Tabel 4.5 Impedansi Ekivalen Jaringan Penyulang SL 4.....	40
Tabel 4.6 Impedansi Ekivalen Jaringan Penyulang SL 6.....	41
Tabel 4.7 Gangguan hubung singkat SL 2.....	43
Tabel 4.8 Gangguan hubung singkat SL 4.....	45
Tabel 4.9 Gangguan hubung singkat SL 6.....	47
Tabel 4.10 Waktu kerja relai OCR untuk ganggan 3 fasa penyulang SL 2. ....	58
Tabel 4.11 Waktu kerja relai OCR untuk ganggan 3 fasa penyulang SL 4. ....	60
Tabel 4.12 Waktu kerja relai OCR untuk ganggan 3 fasa penyulang SL 6. ....	62
Tabel 4.13 Waktu kerja relai OCR untuk ganggan 2 fasa penyulang SL 2. ....	64
Tabel 4.14 Waktu kerja relai OCR untuk ganggan 2 fasa penyulang SL 4. ....	66
Tabel 4.15 Waktu kerja relai OCR untuk ganggan 2 fasa penyulang SL 6. ....	68
Tabel 4.16 Waktu kerja relai OCR untuk ganggan 1 fasa penyulang SL 2. ....	70

Tabel 4.17 Waktu kerja relai OCR untuk ganggan 1 fasa penyulang SL 4. ....72

Tabel 4.18 Waktu kerja relai OCR untuk ganggan 1 fasa penyulang SL 6. ....73



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa .....	8
<b>Gambar 2.2</b>	Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa .....	9
<b>Gambar 2.3</b>	Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ke .....	9
<b>Gambar 2.4</b>	Sekema Penyulang Tegangan Menengah .....	16
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Air .....	28
<b>Gambar 4.1</b>	Kurva Arus Gangguan Hubung Singkat pada penyulang SL 2 ...	44
<b>Gambar 4.2</b>	Kurva Arus Gangguan Hubung Singkat pada penyulang SL 4 ....	46
<b>Gambar 4.3</b>	Kurva Arus Gangguan Hubung Singkat pada penyulang SL 6 ...	48
<b>Gambar 4.4</b>	Kurva pemeriksaan waktu kerja relai OCR untuk ganggan 3 fasa pada penyulang SL 2 .....	58
<b>Gambar 4.5</b>	Kurva pemeriksaan waktu kerja relai OCR untuk ganggan 3 fasa pada penyulang SL 4 .....	60
<b>Gambar 4.6</b>	Kurva pemeriksaan waktu kerja relai OCR untuk ganggan 3 fasa pada penyulang SL 6 .....	62
<b>Gambar 4.7</b>	Kurva pemeriksaan waktu kerja relai OCR untuk ganggan 2 fasa pada penyulang SL 2 .....	64
<b>Gambar 4.8</b>	Kurva pemeriksaan waktu kerja relai OCR untuk ganggan 2 fasa pada penyulang SL 2 .....	66
<b>Gambar 4.9</b>	Kurva pemeriksaan waktu kerja relai OCR untuk ganggan 2 fasa pada penyulang SL 2 .....	68

<b>Gambar 4.10</b> Kurva pemeriksaan waktu kerja relai OCR untuk gangguan 1 fasa pada penyulang SL 2 .....	70
<b>Gambar 4.11</b> Kurva pemeriksaan waktu kerja relai OCR untuk gangguan 1 fasa pada penyulang SL 4 .....	72
<b>Gambar 4.12</b> Kurva pemeriksaan waktu kerja relai OCR untuk gangguan 1 fasa pada penyulang SL 6 .....	74
<b>Gambar 4.13</b> <i>Single Line</i> diagram bukit semut .....	75
<b>Gambar 4.14</b> Parameter Transformator Daya .....	76
<b>Gambar 4.15</b> Parameter Transformator Daya .....	77
<b>Gambar 4.16</b> Parameter Transformator Daya .....	77
<b>Gambar 4.17</b> Parameter Arus <i>Setting</i> OCR .....	78
<b>Gambar 4.18</b> Parameter Waktu <i>Setting</i> OCR .....	79
<b>Gambar 4.19</b> Parameter Waktu <i>Setting</i> GFR .....	80
<b>Gambar 4.20</b> Simulasi Koordinasi Gangguan 3 fasa SL 2 .....	81
<b>Gambar 4.21</b> Simulasi Koordinasi Gangguan 3 fasa SL 4 .....	81
<b>Gambar 4.22</b> Simulasi Koordinasi Gangguan 3 fasa SL 6 .....	82
<b>Gambar 4.23</b> Simulasi Koordinasi Gangguan 2 fasa SL 2 .....	83
<b>Gambar 4.24</b> Simulasi Koordinasi Gangguan 2 fasa SL 4 .....	83
<b>Gambar 4.25</b> Simulasi Koordinasi Gangguan 2 fasa SL 6 .....	84
<b>Gambar 4.26</b> Simulasi Koordinasi Gangguan 1 fasa SL 2 .....	85
<b>Gambar 4.27</b> Simulasi Koordinasi Gangguan 1 fasa SL 4 .....	86
<b>Gambar 4.28</b> Simulasi Koordinasi Gangguan 1 fasa SL 6 .....	86



## DAFTAR SINGKATAN

A : Ampere

ANSI : *American National Standards Institute*

GI : Gardu Induk

GD : Gardu Distribusi

IEEE : *Electrical and Electronics Eengineers*

JTM : Jaringan Tegangan Menengah

kV : kilo Volt

PLN : Perusahaan Listrik Negara

SL : Sungailiat

SLD : *Single Line Diagram*

SUTM : Saluran Udara Tegangan Menengah

SPLN : Standar Perusahaan Umum Listrik Negara

VA : Volt Ampere

## DAFTAR ISTILAH

<i>Current Transormer</i>	: Trafo arus
<i>Circuit Breaker</i>	: Pemutus Tenaga
<i>Feeder</i>	:Penyulang
<i>Grund Resisor</i>	: Resistansi Pentanahan
<i>Incoming</i>	: Kedatangan
<i>Line</i>	:Saluran
<i>Outgoing</i>	: Keluaran
<i>Voltage</i>	:Tegangan
<i>Vltage Ttransformer</i>	: trafo tegangan
<i>Software</i>	: Perangkat Lunak
<i>Transformator</i>	:Trafo

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A** Single Line Gardu Induk Bukit Semut Sungailiat

**LAMPIRAN B** Single Line Diagram Distribusi Sungailiat

**LAMPIRAN C** Data Panjang Penyulang Beserta Jenis Penghantar

