

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS SIMULASI KERJA FCO DAN GFR KETIKA TERJADI  
GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SATU FASA KE TANAH  
DI PENYULANG BANTENG**



Oleh :

**I MADE ARIS PRASTIANA**

NIM. 2015313048

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS SIMULASI KERJA FCO DAN GFR KETIKA TERJADI  
GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SATU FASA KE TANAH  
DI PENYULANG BANTENG**



Oleh :

**I MADE ARIS PRASTIANA**

NIM. 2015313048

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2023**



**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS SIMULASI KERJA FCO DAN GFR KETIKA TERJADI  
GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SATU FASA KE TANAH  
DI PENYULANG BANTENG**

Oleh :

**I MADE ARIS PRASTIANA**

NIM. 2015313048

Tugas Akhir ini Diajukan untuk  
Melanjutkan Program Pendidikan Diploma III

Di

Program Studi DIII Teknik Listrik  
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh


PEMBIMBING I



I Putu Sutawinaya, ST.,MT

NIP. 196508241991031002

PEMBIMBING II



Dr. Ir. I Wayan Jondra, M.Si.

NIP. 196807061994031003

Disahkan Oleh

Jurusan Teknik Elektro

Ketua



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.

NIP. 196705021993031005



**LEMBAR PERNYATAAN  
PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : I Made Aris Prastiana  
NIM : 2015313048  
Program Studi : DIII Teknik Listrik  
Jurusan : Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak Bebas Royalty Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “ANALISIS KERJA FCO DAN GFR KETIKA TERJADI GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SATU FASA KE TANAH DI PENYULANG BANTENG” beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalty Non-eksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalih media atau menginformasikan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jimbaran, 17 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I Made Aris Prastiana

NIM. 2015313048



## LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : I Made Aris Prastiana  
NIM : 2015313048  
Program Studi : DIII Teknik Listrik  
Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir berjudul “ANALISIS KERJA FCO DAN GFR KETIKA TERJADI GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SATU FASA KE TANAH DI PENYULANG BANTENG” adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelaryang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Jimbaran, 17 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I Made Aris Prastiana

NIM. 2015313048



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulisan laporan tugas akhir dengan judul “Analisis Kerja FCO dan GFR Ketika Terjadi Gangguan Hubung Singkat Di Penyulang Banteng” dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Adapun laporan tugas akhir ini digunakan sebagai salah satu prasyarat akademik pada Program Studi Diploma III Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali. Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki sehingga membutuhkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan semangat guna menyelesaikan tugas akhir, serta bimbingan dan pengarahan yang sangat berharga. Oleh karena itu, tepat dan selayaknya bila pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya selama pembuatan laporan tugas akhir.
2. Orang Tua serta saudara yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
3. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, ST.,M.T. selaku ketua program studi teknik listrik.
5. Bapak I Putu Sutawinaya, ST.,M.T. selaku dosen pembimbing satu yang telah membimbing serta memberikan masukan-masukan yang berharga bagi penulis, sehingga laporan tugas akhir ini dapat penulis selesaikan tepat pada waktunya.
6. Bapak Dr. Ir. I Wayan Jondra, M. Si. selaku dosen pembimbing dua yang telah membimbing serta memberikan masukan-masukan yang berharga bagi penulis, sehingga laporan tugas akhir ini dapat penulis selesaikan tepat pada waktunya.
7. Bapak Komang Tria Aprianta selaku Manajer di PT. PLN (Persero) ULP Kuta yang telah memberikan banyak masukan terhadap penelitian yang dilakukan penulis



8. Bapak Ketut Alit Adi Saputra selaku Supervisor beserta Staff bidang Teknik di PT. PLN (Persero) ULP Kuta yang telah membimbing selama melakukan penelitian.
9. Seluruh staf Dosen Jurusan Teknik Elektro yang telah banyak membantu penulisan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
10. Keluarga dan teman-teman mahasiswa khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Elektro yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan tugas akhir. Akhirnya dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis mempersembahkan laporan tugas akhir ini kepada semua pihak yang berkenan membacanya dan semoga dapat memberikan manfaat yang diharapkan oleh pihak yang bersangkutan.

Jimbaran, 17 Agustus 2023

Penulis



## ABSTRAK

I Made Aris prastiana

### **Analisis Simulasi Kerja FCO Dan GFR Ketika Terjadi Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah Di Penyulang Banteng**

*Fuse Cut Out* merupakan alat pemutus rangkaian listrik yang dipasang pada jaringan tegangan menengah khususnya pada titik – titik percabangan yang akan bekerja dengan memutuskan *fuse link* apabila arus gangguan mengalir melebihi batas leburnya. Pihak PLN melakukan pemasangan *Fuse Cut Out* pada percabangan untuk meminimalisir dampak pemadaman akibat gangguan yang terjadi. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan salah satu jenis penelitian yang spesifikasinya adalah sistematis, terencana, dan terstruktur dengan jelas sejak awal hingga pembuatan desain penelitiannya. Metode kualitatif merupakan teknik pengumpulan data dilakukan secara gabungan, analisis data bersifat Induktif, dan hasil Penelitian Kualitatif lebih menekankan makna. Hasil simulasi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah menggunakan ETAP yaitu pada saat terjadi gangguan hubung singkat seperti pada simulasi 1 dan 2 dengan melihat nilai arus gangguan hubung singkat dan waktu kerjanya maka FCO Percabangan akan putus terlebih dahulu, namun apabila arus gangguan tersebut masih ada dalam waktu kerja dari GFR, maka GFR juga akan kerja.

**Kata Kunci :** Fuse Cut Out, Hubung Singkat, Kelistrikan

## ABSTRACT

I Made Aris prastiana

### **Analysis of FCO and GFR Work Simulation When There Is A Single Phase To Ground Short Circuit Fault In Feeder Banteng**

Fuse Cut Out is an electrical circuit breaker device that is installed on medium voltage networks, especially at branch points which will work by disconnecting the fuse link if the fault current flows beyond its melting limit. PLN has installed Fuse Cut Outs at branches to minimize the impact of blackouts due to disturbances. This research uses quantitative and qualitative methods. The quantitative research method is a type of research whose specifications are systematic, planned, and clearly structured from the start to the creation of the research design. The qualitative method is a combined data collection technique, data analysis is inductive in nature, and the results of Qualitative Research emphasize meaning. The simulation results of a single phase to ground short circuit fault using ETAP are when a short circuit fault occurs as in simulations 1 and 2 by looking at the value of the short circuit fault current and its working time, the FCO Branch will break first, but if the fault current is still in working time from GFR, then GFR will also work.

**Keywords :** Fuse Cut Out, Short Circuit, Electricity



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	iiix
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Batasan Masalah .....	I-2
1.4 Tujuan .....	I-3
1.5 Manfaat .....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	II-1
2.1.1 Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) .....	II-2
2.1.2 Saluran Kabel Udara Tegangan Menengah (SKUTM) .....	II-2
2.1.3 Saluran Kabel Tanah Tegangan Menengah (SKTM) .....	II-4
2.3 Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	II-5
2.4 <i>Fuse Cut Out</i> (FCO) .....	II-6
2.5 <i>Fuse Link</i> .....	II-7
2.6 <i>Ground Fault Relay</i> (GFR).....	II-13
2.7 Perhitungan Arus Hubung Singkat .....	II-13
2.7.1 Impedansi Sumber .....	II-13
2.7.2 Impedansi Transformator .....	II-14
2.7.3 Impedansi Jaringan Distribusi .....	II-15
2.7.4 Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	II-15
2.7.5 Arus Gangguan Hubung Singkat .....	II-16
2.8 ETAP .....	II-18
BAB III METODOLOGI .....	III-1
3.1 Metodologi Penelitian .....	III-1
3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	III-2
3.2.1 Observasi.....	III-2
3.2.2 Wawancara .....	III-2
3.2.3 Studi Literatur .....	III-2



3.3	Jenis Data .....	III-2
3.4	Sumber Data .....	III-3
3.4.1	Data Primer.....	III-3
3.4.2	Data Sekunder.....	III-3
3.5	Diagram Alir Penelitian .....	III-4
3.6	Hasil Yang Diharapkan .....	III-4
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA.....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Gambaran Umum Penyulang Banteng.....	IV-1
4.2	Data Teknis .....	IV-3
4.2.1	Data Transformator Tenaga Penyulang Banteng .....	IV-3
4.2.2	Data Gardu Distribusi Yang Akan Diamankan .....	IV-3
4.2.3	Data Penghantar Jaringan Dari Pangkal Penyulang Sampai Titik.....	IV-4
4.2.4	Data <i>Fuse Cut Out</i> .....	IV-5
4.2.5	Data <i>Fuse link</i> .....	IV-5
4.2.6	Data GFR.....	IV-5
4.3	Gambar Simulasi ETAP .....	IV-5
4.3.1	<i>Single Line Diagram</i> Penyulang Banteng Pada Simulasi ETAP .....	IV-6
4.3.2	Data – Data Yang Di <i>Input</i> Pada ETAP .....	IV-7
4.3.3	Simulasi Kerja FCO Dan GFR.....	IV-11
4.4	Perhitungan Arus Hubung Singkat .....	IV-13
4.4.1	Perhitungan Impedansi Sumber.....	IV-13
4.4.2	Perhitungan Impedansi Transformator Tenaga .....	IV-14
4.4.3	Perhitungan Impedansi Jaringan Distribusi .....	IV-15
4.4.4	Perhitungan Impedansi Ekuivalen .....	IV-17
4.4.5	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah .....	IV-18
4.5	Analisis Kinerja <i>Fuse Cut Out</i> (FCO) dan <i>Ground Fault Relay</i> (GFR) .....	IV-19
4.5.1	Analisis Kinerja FCO dan GFR Pada Lokasi 1 .....	IV-19
4.5.2	Analisis Kinerja FCO dan GFR Pada Lokasi 2 .....	IV-20
4.5.3	Perbandingan Besar Arus Gangguan Hubung Singkat .....	IV-21
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>V-1</b>
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>1</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Penghantar (Konduktor) AAAC <sup>[5]</sup> .....	II-2
Tabel 2.2 Karakteristik Penghantar (Konduktor) XLPE <sup>[5]</sup> .....	II-3
Tabel 2.3 Standar untuk pelebur tipe K <sup>[9]</sup> .....	II-9
Tabel 2.4 Standar untuk pelebur tipe T <sup>[9]</sup> .....	II-11
Tabel 4.1 Data Transformator Tenaga V Gardu Induk Pesanggaran .....	IV-3
Tabel 4.2 Data Gardu Distribusi Yang Akan Diamankan FCO <sup>[12]</sup> .....	IV-4
Tabel 4.3 Data Penghantar Jaringan dari Pangkal Penyulang .....	IV-4
Tabel 4.4 Data FCO ( <i>Fuse Cut Out</i> ) <sup>[12]</sup> .....	IV-5
Tabel 4.5 Data <i>Fuse Link</i> <sup>[12]</sup> .....	IV-5
Tabel 4.6 Data <i>Ground Fault Relay</i> <sup>[12]</sup> .....	IV-5
Tabel 4.7 keterangan komponen yang terdapat pada ETAP.....	IV-7
Tabel 4.8 Impedansi Jaringan Distribusi urutan Positif dan Negatif .....	IV-16
Tabel 4.9 Impedansi Jaringan Distribusi Urutan Nol Penyulang .....	IV-17



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik <sup>[4]</sup> .....	II-1
Gambar 2.2 Kabel Udara Tegangan Menengah <sup>[5]</sup> .....	II-3
Gambar 2.3 Kabel Tanah Tegangan Menengah <sup>[5]</sup> .....	II-4
Gambar 2.4 Gambar <i>Fuse Cut Out</i> <sup>[7]</sup> .....	II-6
Gambar 2.5 <i>Fuse Link</i> <sup>[8]</sup> .....	II-8
Gambar 2.6 Karakteristik <i>Fuse Total Clearing Time</i> Tipe K <sup>[9]</sup> .....	II-10
Gambar 2.7 Karakteristik <i>Fuse Total Clearing Time</i> Tipe T <sup>[9]</sup> .....	II-12
Gambar 2.8 Tampilan <i>Worksheet</i> ETAP .....	II-18
Gambar 4.1 <i>Single line diagram</i> Penyulang Banteng <sup>[12]</sup> .....	IV-1
Gambar 4.2 lokasi pemasangan FCO percabangan <sup>[12]</sup> .....	IV-2
Gambar 4.4 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Banteng pada ETAP.....	IV-6
Gambar 4.5 Data <i>Input Power Grid</i> .....	IV-8
Gambar 4.6 Data <i>Input</i> Transformator Tenaga.....	IV-8
Gambar 4.7 Data <i>Input</i> Transformator Distribusi .....	IV-9
Gambar 4.8 Data <i>Input</i> Penghantar Penyulang Banteng .....	IV-9
Gambar 4.9 Data <i>Input</i> Pada <i>Fuse</i> .....	IV-10
Gambar 4.10 Data <i>Input</i> Pada Beban .....	IV-10
Gambar 4.11 Simulasi Kerja FCO dan GFR Percabangan pada lokasi 1 .....	IV-11
Gambar 4.12 Simulasi Kerja FCO dan GFR Percabangan pada lokasi 2 .....	IV-11
Gambar 4.13 Simulasi Kinerja FCO dan GFR Lokasi 1 .....	IV-19
Gambar 4.14 Simulasi Kinerja FCO dan GFR Lokasi 2 .....	IV-20



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi ini, energi listrik telah menjadi kebutuhan primer di dunia. Listrik adalah komponen sangat penting dari aktivitas manusia.[1] Pergerakan ekonomi dunia sangat dipengaruhi oleh ketersediaan energi listrik. Akan ada beberapa masalah dalam kehidupan manusia tanpa energi listrik. Sistem penyediaan energi listrik terdiri dari beberapa bagian seperti pembangkit listrik, gardu induk, gardu transmisi, distribusi dan gardu distribusi. Bagian ini harus dapat diandalkan dalam penanganan masalah pada sistem kelistrikan. Sistem yang andal ini dirancang untuk menjamin standar yang berkelanjutan ketersediaan energi listrik. Sistem harus memenuhi standar keandalan dan operasi keamanan, perlindungan hak konsumen dan keuntungan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sistem listrik reliabilitas diukur dengan nilai SAIDI dan SAIFI yang lebih rendah.[2]

Gangguan dalam distribusi tenaga listrik banyak diakibatkan oleh gangguan binatang dan pohon. Berdasarkan data PT. PLN ULP Kuta, pada tahun 2018 terdapat 107 gangguan akibat binatang. Gangguan tersebut menyebabkan terjadinya arus hubung singkat satu fasa ke tanah dan arus hubung singkat fasa-fasa. Data tersebut menunjukkan sebanyak 55 gangguan disebabkan oleh tupai dan binatang lainnya. Informasi yang diperoleh setelah dilakukannya inspeksi oleh petugas PLN Unit Layanan Jaringan Kuta yaitu tupai-tupai berjalan melewati gardu distribusi tipe pasangan luar dan melompat ke arah *fuse cut out*. Arus gangguan tanah terjadi setelah bagian tubuh tupai menyentuh bagian konduktif terbuka dari *fuse cut out* dan setengah bagian tubuh tupai masih berada di *travers*, sehingga tupai tersetrum listrik. Arus gangguan tanah mengalir melalui pentanahan, yang tak jarang sulit untuk memperoleh tahanan pentanahan yang baik, untuk Gardu Pentanahan Tegangan Menengah minimal 5 ohm.[3] Maka jaringan distribusi perlu dilengkapi dengan alat proteksi yang diperlukan agar dapat memanfaatkan energi listrik yang ada serta menjaga kualitas sistem penyaluran dan kerusakan peralatan akibat gangguan.

Salah satu alat proteksi pada Saluran Udara Tegangan Menengah yang digunakan adalah *Fuse Cut Out* (FCO). *Fuse Cut Out* merupakan alat pemutus rangkaian listrik yang dipasang pada SUTM khususnya pada titik – titik percabangan yang akan bekerja dengan



memutuskan *fuse link* apabila arus gangguan mengalir melebihi batas leburnya. Pemilihan nilai *fuse link* dapat berpengaruh pada kerja FCO sebagai alat proteksi pada SUTM. FCO juga perlu adanya koordinasi yang baik dengan proteksi lainnya seperti recloser maupun antar *fuse cut out* lainnya. Selain itu terdapat *Ground Fault Relay* (GFR) yang merupakan relai yang dipergunakan untuk mengamankan gangguan ke tanah yang biasanya terpasang pada recloser agar dapat meminimalisir daerah pemadaman akibat gangguan arus hubung singkat pada saluran udara tegangan menengah yang pada tugas akhir ini mengambil sampel di Penyulang Banteng pada wilayah kerja PT. PLN (Persero) ULP Kuta. Dalam upaya mengantisipasi terjadinya gangguan hubung singkat di SUTM 20 kV penyulang Banteng, Pihak PLN pada tanggal 21 Desember 2022 telah melakukan pemasangan FCO pada pencabangan SUTM. Adapun FCO yang dipasang adalah FCO dengan bahan isolator polimer dan *rating fuse link* yang digunakan yaitu 40 ampere. Dan pada penelitian ini respon yang diamati yaitu terhadap nilai arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah dengan waktu pemutusan FCO yang dikoordinasikan dengan GFR pada recloser.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana respon FCO ketika terjadi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah?
2. Bagaimana respon GFR ketika terjadi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah?
3. Bagaimana analisis koordinasi kerja antara FCO dengan GFR ketika terjadi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah?

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Pada penelitian ini dibatasi analisis hanya terhadap gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah.
2. Kerja FCO dan GFR yang diamati dan dianalisis terhadap besar arus gangguan dan waktu pemutusannya.
3. Simulasi gangguan yang dilakukan yaitu hanya di 2 titik lokasi yang memungkinkan terjadi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah



#### **1.4 Tujuan**

1. Untuk menganalisis respon FCO ketika terjadi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah
2. Untuk menganalisis respon GFR ketika terjadi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah
3. Untuk menganalisis koordinasi kerja antara FCO dengan GFR ketika terjadi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah

#### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir ini yaitu :

Sebagai kajian untuk pemasangan *Fuse Cut Out* (FCO) yang dilakukan pada percabangan jaringan tegangan menengah pada Penyulang Banteng.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

##### **BAB I – PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, masalah, dan batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan.

##### **BAB II – LANDASAN TEORI**

Bab ini menguraikan tentang konsep-konsep dan teori-teori penunjang yang berhubungan dengan penelitian dan yang di ambil dari beberapa referensi.

##### **BAB III – PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan tentang, langkah-langkah metodologi yang digunakan dalam perancangan sistem.

##### **BAB IV – ANALISA**

Bab ini berisikan, analisa data dan pembahasan mengenai penelitian yang dilakukan

##### **BAB V – PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dari pembahasan yang telah dibahas dan saran untuk perusahaan, yang merupakan tindak lanjut dari kesimpulan yang diambil penulis.

##### **DAFTAR PUSTAKA**

##### **LAMPIRAN**



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan dan analisis yang telah penulis lakukan mengenai simulasi kerja FCO dan GFR pada jaringan tegangan menengah dalam mengantisipasi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah di penyulang Banteng, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah yang disimulasikan dengan ETAP mendapat hasil pada lokasi 1 pada jarak 5,98 km dengan arus gangguan yang terdeteksi dari FCO sebesar 241 amper dengan waktu pemutusan FCO yaitu 0,526 detik dan pada lokasi 2 didapatkan hasil pada jarak 6,311 km, arus gangguan yang terdeteksi dari FCO sebesar 240 amper dengan waktu pemutusan FCO yaitu 0,541 detik.
2. Pada saat terjadi gangguan hubung singkat ke 1 fasa ke tanah yang disimulasikan dengan ETAP didapatkan hasil pada lokasi 1 pada jarak 5,98 km dengan arus gangguan yang terdeteksi pada GFR yaitu 241 amper dengan waktu kerja GFR 1,138 detik. Dan pada lokasi 2 pada jarak 6,311 km dengan arus gangguan yang terdeteksi sebesar 240 amper dengan waktu kerja GFR 1,141 detik.
3. Pada saat terjadi gangguan hubung singkat seperti pada simulasi 1 dan 2 dengan melihat nilai arus gangguan hubung singkat dan waktu kerjanya maka FCO akan putus terlebih dahulu, namun apabila arus gangguan tersebut masih ada dalam waktu kerja dari GFR, maka GFR juga akan bekerja. Berdasarkan kurva yang diperoleh dari simulasi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah pada lokasi 1 dan 2 menggunakan ETAP memperlihatkan koordinasi antara FCO dan GFR masih kurang baik karena diantara kurva FCO dengan GFR masih saling berpotongan sehingga hal ini bisa menyebabkan miskoordinasi yang berakibat wilayah padam yang lebih luas.



## 5.2 Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan, yaitu :

1. Analisis Kinerja FCO dalam mengantisipasi gangguan hubung singkat ini masih belum sempurna dan masih bisa di kembangkan, seperti melakukan simulasi dengan jumlah FCO lebih dari 1.
2. Untuk mendapatkan hasil simulasi yang lebih baik disarankan kepada peneliti berikutnya agar melakukan simulasi dengan melakukan perhitungan *rating* dari sistem proteksi agar mendapatkan koordinasi sistem proteksi yang baik di Penyulang Banteng.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. F. Hirsh dan J. G. Koomey, “Electricity Consumption and Economic Growth: A New Relationship with Significant Consequences?,” *Electricity Journal*, vol. 28, no. 9, hlm. 72–84, Nov 2015, doi: 10.1016/j.tej.2015.10.002.
- [2] I. W. Jondra, I. G. S. Widharma, dan I. N. Sunaya, “Insulation resistance and breakdown voltage analysis for insulator cover type YSL-70AP,” dalam *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Mar 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1450/1/012040.
- [3] I. Bagus, P. Girindra, W. Jondra, dan W. Teresna, “Tekep Isolator Gardu Untuk Menanggulangi Gangguan Binatang Tupai.”, 2020
- [4] D. Pembinaan, S. Menengah, K. Direktorat, J. Manajemen, P. Dasar, dan D. Menengah, *TEKNIK DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK JILID 1 SMK.* , Jakarta, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [5] PT PLN (Persero), *Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2010.
- [6] Multi, Abdul, and Thufail Addaus. "ANALISA PROTEKSI OVER CURRENT RELAY (OCR) DAN GROUND FAULT RELAY (GFR) PADA TRANSFORMATOR DAYA GARDU INDUK." *SAINSTECH: JURNAL PENELITIAN DAN PENGKAJIAN SAINS DAN TEKNOLOGI* 32.1, 2022 : 1-8.
- [7] Alawiy, Muhammad Taqqiyuddin. "Proteksi Sistem Tenaga Listrik Seri Relay Elektromagnetis." *Malang: Fakultas Teknik Elektro Universitas Islam Malang*, 2006).
- [8] PT PLN (Persero), *Buku Spesifikasi Fuse Cut Out*, Jakarta Selatan: PT PLN (Persero), 2017.
- [9] PT.PLN (Persero),SPLN\_64: *Petunjuk Pemilihan Dan Penggunaan Pelebur Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*, Jakarta: PT.PLN (Persero),1985.
- [10] Y. Badruzzaman dan R. Liddinillah, “Kinerja Ground Fault Relay (Rele Gangguan Tanah) pada Penyulang 4 dan Penyulang 6 Gardu Induk Sronдол.” *Jurnal Teknik Elektro Terapan.* vol. 2, pp. 215-224, 2013.



- [11] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2012.
- [12] PT PLN (Persero) Kuta, *Single Line Diagram Kuta 2022*, : PT PLN (Persero) ULP Kuta, 2022.