

SKRIPSI

**ANALISA KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN GANGGUAN
TANAH PADA PENYULANG HELIUM DI GARDU INDUK GANDUS**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

AZIZUL HAKIM

03041281621058

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN GANGGUAN TANAH PADA PENYULANG HELIUM DI GARDU INDUK GANDUS



Diajukan Untuk Melengkapi Syarat Wisuda Ke-149 Universitas Sriwijaya

Universitas Sriwijaya

Oleh :

AZIZUL HAKIM

03041281621058

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juni 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Ir. Antonius Hamdadi, M.S.
NIP : 195612141986031002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Azizul Hakim

NIP/NIM : 03041281621058

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Analisa Koordinasi Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah Pada Penyulang Helium di Gardu Induk Gandus” adalah merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, Juni 2020

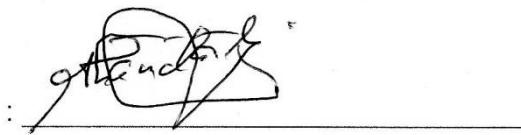
Yang membuat pernyataan,



Azizul Hakim

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan



Pembimbang Utama : Ir. Antonius Hamdadi ,M.S.

Tanggal

: 22 / JUNI / 2020

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “**ANALISA KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH PADA PENYULANG HELIUM DI GARDU INDUK GANDUS**”. Shalawat beriringan salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih, kepada pihak yang telah membantu sehingga dapat menambah wawasan penulis dengan membandingkan antara teori praktek dan lapangan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah dan ibu tercinta, yang telah mendoakan dan mendukung saya dengan cinta dan pengorbanan serta kasih sayang luar biasa tanpa mengharap balasan apapun.
2. Yai dan Nyai dan Saudaraku (Wahyu Alhafiz dan Rifqi Fathona) yang telah mendoakan dan mendukung saya dalam setiap perjuangan hidup saya dan seluruh keluarga yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
3. Bapak Ir. Antonius Hamdadi, M.S. selaku pembimbing tugas akhir saya yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat serta bantuan kepada saya dari awal hingga terselesaiannya tugas akhir ini.
4. Ibu Ir. Sri Agustina, M.T. selaku pembimbing akademik yang telah membimbing saya selama masa perkuliahan dan memberi saran serta masukan dalam pengambilan mata kuliah.
5. Mitha Aurelia yang selalu menjadi *support system* terbaik, yang selalu mendengarkan semua keluh kesah dari awal hingga akhir perkuliahan. Terimakasih telah menjadi yang terbaik dan luar biasa.

6. Bapak Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, MM, Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc., Bapak Wirawan Adipradana, S.T., M.T dan ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, nasehat dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
8. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Elektro
9. Kak Day, Kak Ruly, Kak Diana, Samsul, Dandi, Nurizky, Bobbi, Nurhadi, Arya, Bayu, Ejak, Restu, Waknang, Soleh, Fikri, Zen dan sahabat yang lain yang tidak bisa disebutkan yang memberikan semangat dan membantu selama ini.
10. Bapak Supeno, Bapak Riki, Bapak Lukman, Kak Panji dan kakak-kakak lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu saya selama proses pengambilan data Tugas Akhir di PLN.
11. Teman-teman Teknik Elektro Janisarry yang telah memberikan dukungan, semangat dan canda tawanya selama proses belajar di jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
12. Seluruh pihak yang sudah banyak membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan penulis. Maka dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya memperbaiki dan membangun dari pembaca.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Indralaya, Juni 2020

Penulis

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Azizul Hakim
Nim : 03041281621058
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISA KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH PADA PENYULANG HELIUM DI GARDU INDUK GANDUS

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Indralaya
Pada Tanggal : 22 Juni 2020
Yang menyatakan,



Azizul Hakim

ABSTRAK

ANALISA KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN GANGGUAN TANAH PADA PENYULANG HELIUM DI GARDU INDUK GANDUS

(Azizul Hakim, 03041281621058, 2020, xvi + 49 Hal + Lampiran)

Energi listrik merupakan energi yang terus menunjukkan peningkatan penggunaan seiring bertambahnya akses listrik serta perubahan gaya hidup masyarakat Indonesia. Dengan meningkatnya beban yang sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk akan mengakibatkan terjadinya persentasi kenaikan gangguan. Gangguan yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat sehingga diperlukan koordinasi dan *setting* rele yang baik untuk mengatasi gangguan tersebut. Koordinasi dan *setting* rele yang baik akan memperkecil resiko terjadi kerusakan pada alat kelistrikan yang ada. Maka perlunya dilakukan perhitungan koordinasi rele arus lebih dan gangguan tanah pada penyulang helium di gardu induk gandus. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai TMS pada rele arus lebih pada sisi transformator 150 kV sebesar 0,3076 SI, sisi transformator 20 kV sebesar 0,17947 SI dan pada penyulang sebesar 0,102 SI. Dan hasil perhitungan penyetelan pada rele gangguan tanah didapatkan nilai TMS pada sisi transformator 150 kV sebesar 0,411 SI, sisi transformator 20 kV sebesar 0,2309 kV dan penyulang Helium sebesar 0,101 SI. Dari perbandingan hasil perhitungan dan data dilapangan didapatkan bahwa data dilapangan sudah cukup baik tetapi waktu kerja (TMS) pada data dilapangan cenderum lebih lambat dari pada hasil perhitungan.

Kata kunci : Sistem Proteksi, Rele Arus Lebih, Rele Gangguan Tanah, dan TMS.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juni 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Ir. Antonius Hamdadi, M.S.
NIP : 195612141986031002

ABSTRACT

ANALYSIS COORDINATION OF OVER CURRENT RELAY AND GROUND FAULT RELAY IN HELIUM FEEDER AT THE GANDUS SUBSTATION

(Azizul Hakim, 03041281621058, 2020, xvi + 49 Hal + Lampiran)

Electrical energy is the energy that continues increasing the electricity usage as the increasing electrical access along with the changing lifestyle of the Indonesian people. As the load increase along with the population growth will result the percentage increase in disturbances. Disturbances that often occur are short-circuit, therefore good coordination and relay settings are needed to overcome the interruption. Good coordination and relay settings will minimize the risk of damage to the electrical equipment. Therefore the calculation of the overcurrent relays and ground fault relay in helium feeders at the gandus substations is necessary. TMS value that has been obtained from the calculation results are, the overcurrent relay on the 150 kV transformer side of 0.3076 SI, the 20 kV transformer side of 0.17947 SI and on the feeder of 0.102 SI. And the results of the calculation from the adjustment in the ground fault relay are, TMS values on the 150 kV transformer side at 0.411 SI, the 20 kV transformer side at 0.2309 kV and the Helium feeder at 0.101 SI. From the comparison of calculation results and field data stated that the field data is a fine result but the working time (TMS) in the field are slower than the calculation results.

Keywords: Protection System, Overcurrent Relays, Ground Fault Relays, and TMS.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juni 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama



Ir. Antonius Hamdadi, M.S.
NIP : 195612141986031002

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Sistem Proteksi.....	5
2.2. Persyaratan Sistem Proteksi	6
2.3. Gangguan Hubung Singkat	7
2.4. Impedansi	7
2.4.1 Impedansi Sumber	9
2.4.2 Impedansi Transformator.....	9
2.4.3 Impedansi Penyulang.....	10
2.4.4 Impedansi Jaringan	11
2.4.5 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah.....	11
2.4.6 Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa	12
2.5 Rele Arus Lebih	13

2.4.1	Karakteristik Relay Terhadap Waktu Kerjanya	14
2.4.2	Penyetelan Arus	15
2.4.3	Penyetelan Waktu	15
2.5	Rele Gangguan Tanah	16
	BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1	Umum.....	17
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.3	Diagram Alir Penelitian	19
3.5	Tahapan Penelitian	20
	BAB IV PEMBAHASAN.....	22
4.1	Umum.....	22
4.2	Pengumpulan Data	23
4.2.1	Data Transformator.....	24
4.2.2.	Data Penyulang	25
4.3.	Menghitung Impedansi.....	26
4.3.1.	Impedansi Sumber	26
4.3.2.	Impedansi Transformator.....	27
4.3.3.	Impedansi Penyulang	27
4.3.4	Impedansi Ekivalen.....	28
4.4.	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	30
4.4.1	Arus Hubung Singkat Pada Transformator.....	30
4.4.2	Perhitungan Arus Hubung Singkat Pada Penyulang Helium	32
4.5.	Perhitungan Arus Hubung Singkat Menggunakan ETAP.....	34
4.6.	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Hasil Perhitungan ETAP	36
4.7.	Penyetelan Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah	36
4.7.1	Penyetelan Rele Arus Lebih	36
4.7.2	Penyetelan Rele Gangguan Tanah	39
4.8.	Simulasi Penyetelan Rele Menggunakan	43
4.9	Kurva Hasil Perhitungan Penyetelan Rele	44
4.10	Analisa Hasil Penelitian	45
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1	Kesimpulan	48

5.2 Saran..... 49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian penyulang.....	8
Gambar 2.2 Single line diagram gangguan satu fasa ke tanah	12
Gambar 2.3 Single line diagram gangguan hubung singkat antar fasa	12
Gambar 2.4 Grafik <i>Instantaneous Relay</i>	14
Gambar 2.5 Grafik <i>Definite Time</i>	14
Gambar 2.6 Grafik <i>Inverse Time</i>	15
Gambar 3.1 Diagram Aliran Penelitian	20
Gambar 4.1 SLD Gardu Induk Gandus.....	23
Gambar 4.2 Impedansi Ekivalen urutan positif dan negatif	29
Gambar 4.3 Rangkaian hambatan ekivalen urutan nol.....	30
Gambar 4.4 Single Line Diagram <i>Short Circuit</i> Antar Fasa Pada Transformator	30
Gambar 4.5 Single Line Diagram <i>Short Circuit</i> Satu Fasa Ke Tanah Pada Transformator	31
Gambar 4.6 Single Line Diagram <i>Short Circuit</i> Antar Fasa Pada Penyulang...	32
Gambar 4.7 Single Line Diagram <i>Short Circuit</i> Satu Fasa ke Tanah Pada Penyulang.....	33
Gambar 4.8. Pemodelan Penyulang Helium pada ETAP	34
Gambar 4.9 Keadaan Penyulang Helium Ketika Terkena Gangguan Hubung Singkat pada ETAP.....	35
Gambar 4.10 Letak OCR Dan GFR.....	40
Gambar 4.11 Keadaan Rangkaian Sebelum Diberikan Gangguan.....	43
Gambar 4.12 Keadaan Rangkaian Ketika Diberikan Gangguan	43

Gambar 4.13 Koordinasi Rele Arus Lebih Penyulang Helium Terhadap
Transformator 44

Gambar 4.14 Koordinasi Rele Gangguan Tanah Penyulang Helium Terhadap
Transformator 44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Impedansi Menurut SPLN 64:1985	8
Tabel 2.2 Karakteristik Operasi Waktu Jenis Rele <i>Inverse Time</i>	16
Tabel 3.1 Tabel Jadwal Penelitian.....	18
Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator.....	24
Tabel 4.2 Data Arus Hubung Singkat Gardu Induk Gandus.....	24
Tabel 4.3 Data Neutral Grounding Resistance	25
Tabel 4.4. Data Penyulang Helium.....	25
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Impedansi Penyulang Z_1 dan Z_2	28
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Impedansi Penyulang Z_0	28
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Impedansi Ekivalen Urutan Positif dan Negatif ..	29
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Impedansi Ekivalen Urutan Nol	30
Tabel 4.9. Hasil Perhitungan $I_{sc\ 2\emptyset}$ Pada Penyulang Helium	32
Tabel 4.10. Arus Gangguan Hubung Singkat $I_{sc\ 1\emptyset}$ Penyulang Helium	34
Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat pada ETAP	35
Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Hasil Perhitungan ETAP	36
Tabel 4.13 Hasil Penyetelan Rele Arus Lebih.....	39
Tabel 4.14 Hasil Penyetelan Rele Gangguan Tanah	43
Tabel 4.15 Perbandingan Antara Perhitungan Dan Data Lapangan Pada Rele Arus Lebih.....	45
Tabel 4.16 Perbandingan Antara Perhitungan Dan Data Lapangan Pada Rele Gangguan Tanah	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Spesifikasi Transformator Gardu Induk Gandus

Lampiran 2 Data Penyulang Helium

Lampiran 3 Data Tracks Penyulang Helium

Lampiran 4 Data Spesifikasi Netral Grounding Resistance (NGR)

Lampiran 5 Nilai Impedansi Urutan Positif, Negatif, dan Nol Kawat Penghantar
(SPLN 64:1985)

Lampiran 6 Data Beban Puncak Penyulang

Lampiran 7 Data Arus Hubung Singkat Gardu Induk Gandus Trafo 60 MVA

Lampiran 8 Data Setting Rele Arus Lebih (OCR) dan Rele Gangguan Tanah (GFR)
Transformator 60 MVA, Penyulang Helium

Lampiran 9 Tabel koordinasi Setting Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah

Lampiran 10 Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Menggunakan ETAP

Lampiran 11 Lembar Plagiarisme

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi yang terus menunjukkan peningkatan penggunaan seiring bertambahnya akses listrik serta perubahan gaya hidup masyarakat Indonesia. Dengan meningkatnya beban yang sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk akan mengakibatkan terjadinya persentasi kenaikan gangguan[1]. Maka diperlukan perencanaan dan pengoperasian yang aman, andal dan ekonomis pada sistem kelistrikan. Namun, kenyataannya bila ingin menciptakan sistem kelistrikan yang aman, andal dan ekonomis bukanlah perkara yang mudah untuk dilakukan karena banyaknya gangguan yang ada khususnya pada sistem distribusi. Pada pelaksanaannya, sistem distribusi sering kali terjadi gangguan yang diakibatkan oleh gangguan *short circuit*. Apabila gangguan *short circuit* tidak dicegah akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada komponen yang ada pada sistem kelistrikan sehingga akan menganggu sistem pendistribusian energi listrik. Jika gangguan semakin parah akan mengakibatkan pemadaman yang meluas. Untuk mengatasi gangguan hubung singkat ini diperlukan suatu sistem pengaman untuk mencegah terjadinya kerusakan pada sistem tenaga serta dapat mengirimkan *signal trip* kepada pemutus tenaga sehingga kerusakan tidak meluas.

PT PLN (Persero) menggunakan jaringan SUTM untuk menyalurkan listrik dari pembangkit menuju ke pengguna. Pada jaringan SUTM, gangguan yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat satu phasa ke tanah yang diakibatkan oleh induksi tegangan oleh sambaran petir atau akibat gangguan dahan atau akibat pohon yang menyentuh konduktor[2]. Sehingga sangat diperlukanya proteksi untuk mencegah gangguan hubung singkat pada jaringan SUTM. Pada penyulang Gardu Induk Gandus terdapat relay proteksi yaitu OCR (*over current relay*) dan GFR (*ground fault relay*). Relay tersebut digunakan untuk mencegah gangguan hubung

singkat, sehingga diperlukannya *setting* pada rele ini agar dapat bekerja dengan cepat dan benar saat gangguan datang agar PMT dapat memutuskan area yang terjadi gangguan. Tidak hanya *setting* tetapi koordinasi rele yang baik juga diperlukan agar rele yang bekerja adalah rele yang paling dekat dengan titik gangguan sehingga gangguan yang ditimbulkan dapat diminimalisir.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rize Taufiq Ramadhan pada tahun 2014 dengan masalah studi koordinasi sistem pengaman penyulang trafo IV di gardu induk waru dan penelitian yang dilakukan oleh Jonatan Martino Windi Saputro pada tahun 2018 dengan masalah analisa koordinasi proteksi relay ocr dan recloser pada penyulang SGN 04 sanggrahan menggunakan ETAP 12.6.0. Maka dari itu kiranya perlu dilakukan penelitian tentang koordinasi koordinasi rele arus lebih (OCR) dan rele gangguan tanah (GFR) pada penyulang digardu induk Gandus.

Oleh sebab itu, berdasarkan latar belakang diatas maka penulis akan mengangkat penelitian dengan judul “ANALISA KOORDINASI RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH PADA PENYULANG HELIUM DI GARDU INDUK GANDUS”.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai arus gangguan *short circuit* di titik gangguan untuk menentukan *setting over current relay* dan *ground fault relay* yang terpasang di penyulang Helium.
2. Mengetahui nilai pengaturan TMS (*time multiplier setting*) terhadap titik gangguan pada penyulang Helium
3. Mengetahui sudah baik atau belum suatu *setting overcurrent relay* dan *ground fault relay* dengan settingan yang diterapkan di lapangan.

1.3 Perumusan Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah menghitung besar nilai arus gangguan *short circuit* (hubung singkat) dititik kerusukan yang digunakan untuk penyetelan OCR dan GFR yang terpasang pada *feeder* Helium di Gardu Induk Gandus.

1.4 Batasan Masalah

Agar masalah yang dibahas terfokus pada pokok bahasan yang telah ditentukan maka penulis akan memberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Perhitungan hanya hubung singkat dua phasa dan satu phasa ke tanah.
2. Perhitungan hanya pada *overcurrent relay* (OCR) dan *ground fault relay* (GFR) pada penyulang Helium di Gardu Induk Gandus.
3. Perhitungan gangguan hanya pada penyulang Helium di Gardu Induk Gandus.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini penulis akan membahas tentang latar belakang dari pengambilan judul penelitian, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini penulis membahas tinjauan pustaka yang menjadi inti permasalahan yang akan dibahas meliputi: sistem proteksi, gangguan hubung singkat, rele arus lebih (OCR) dan rele gangguan tanah (GFR).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini penulis memberikan detail tentang lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian, diagram alir penelitian, dan metode yang dipakai dalam perhitungan penelitian ini.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bagian ini penulis mengulas tentang input data dan perhitungan data secara manual dan program lunak terhadap arus gangguan *short circuit*. Kemudian penulis akan membandingkan kedua data tersebut yang akan digunakan untuk menyetel arus dan waktu kerja rele arus lebih (OCR) dan rele gangguan tanah (GFR). Serta membandingkan dengan situasi yang ada pada lokasi penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini berisi kesimpulan dan saran yang didapatkan dari hasil perhitungan dan analisis data yang telah didapatkan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulasno, *Teknik dan Sistem Distribusi dan Tenaga Listrik*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2001.
- [2] H. Marta yudha, “Rele proteksi prinsip dan aplikasi,” p. 20, 2008.
- [3] R. T. Ramadhan, “Studi Koordinasi Sistem Pengaman Penyulang Trafo Iv Di Gardu Induk Waru,” pp. 1–8, 2014.
- [4] M. T. Alawiy, “Proteksi sistem tenaga listrik,” 2006.
- [5] J. J. and W. D. S. Grainger, *Power System Analysis*. McGraw-Hill, Inc., 1994.
- [6] LIPI, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia Tahun 2000 (PUIL 2000)*. 2000.
- [7] J. M. W. Saputro, “Analisis Koordinasi Proteksi Relay Ocr Dan Recloser Pada Penyulang Sgn 04 Sanggrahan Menggunakan Etap 12.6.0,” vol. 7, NO. 2, pp. 1–6, 2018.
- [8] I. Affandi, “Analisa Setting Relai Arus Lebih Dan Relai,” 2009.
- [9] W. Sarimun, *Edisi Pertama. Sistem Proteksi Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta: Garamond, 2012.
- [10] H. Antonius, *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Palembang: Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, 2002.
- [11] P. Setiajie, S. Handoko, and Juningtyastuti, “Evaluasi Setting Relay Arus Lebih Dan Setting Relay Gangguan Tanah Pada Gardu Induk Srondol,” Vol. 4, NO. 2, 2015.
- [12] W. R, *DiktatKuliah Sistem Pengaman Tenaga Listrik*. Surabaya: Teknik Elektro-ITS, 2008.
- [13] IEC 60255, “Overcurrent Protection for Phase and Earth Faults.”