

ANALISA SISTEM PROTEKSI JARINGAN 20 kV

PENYULANG SERIBU DI GARDU INDUK 150 kV

KERAMASAN II



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Strata Satu (S1), Pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :

Muhammad Opit

NPM.1802230014

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TRIDINANTI

2024

**ANALISA SISTEM PROTEKSI JARINGAN 20 kV
PENYULANG SERIBU DI GARDU INDUK 150 kV
KERAMASAN II**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Strata Satu (S1), Pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang**

Oleh :



**Muhammad Opit
NPM.1802230014**

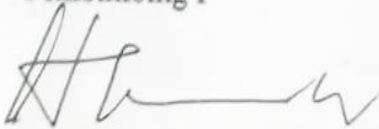
**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Muhammad Opit
Nomor Pokok : 1802230014
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata-1
Judul Skripsi : Analisa Sistem Proteksi Jaringan 20 kV Penyulang Seribu
Di Gardu Induk 150 kV Keramasan II

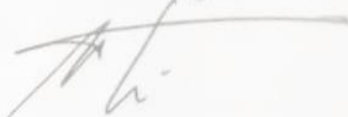
Disetujui Oleh

Pembimbing I



Ir.H Ishak Effendi, MT.

Pembimbing II



Muhni Pamuji, ST.,MM.

Mengetahui :

Dekan,



Ir. Zulkarnain Fatoni, MT., M.M

Palembang, Maret 2024

Ketua Program Studi,



Dina Fitria, ST.MT,

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Opit
Nomor Pokok : 1802230014
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata-1
Judul Skripsi : Analisa Sistem Proteksi Jaringan 20 Kv Penyulang Seribu
Di Gardu Induk 150 kV Keramasan II

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. Bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
 2. Apabila dikemudian hari penulis skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun /atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000,- (dua ratus juta rupiah)
- Demikian pernyataan ini saya buat daam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Maret 2024

Penulis



Muhammad Opit

MOTTO

Mulailah dari tempatmu berada. Gunakan yang kaupunya.
Lakukan yang kau bisa (Arthur Ashe)

Agar sukses, kemauanmu untuk berhasil harus lebih besar dari ketakutanmu untuk gagal. Menyiakan waktu lebih buruk daripada kematian. Karena kematian memisahkanmu dari dunia sementara menyiakan waktu memisahkanmu dari Allah (Imam bin Al Qayim)

Tugas akhir ini kupersembahkan kepada:

- *Kedua orang tuaku tercinta*
- *Saudara-saudariku tersayang yang selalu mensupport mulai dari semangat hingga dalam penyelesaian skripsi*
- *Almamater yang ku banggakan*
- *Sahabat dan teman seperjuangan*

ABSTRAK

Salah satu relay proteksi yang berperan penting dalam sistem tenaga listrik adalah Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) yang merupakan relay proteksi cadangan pada saluran transmisi dan transformator daya, juga sebagai relay proteksi utama pada jaringan distribusi dilihat jarak lokasi gangguan mempengaruhi besar kecilnya selisih waktu (grading time). PT. PLN Persero GI 150 kV Keramasan II. Kerugian dari adanya gangguan SKTM karena hubung singkat yakni terjadinya pemadaman di beberapa lokasi dan kerugian lain dari adanya hubung singkat jika terjadi secara terus menerus yakni dapat merusak peralatan proteksi. Akibat dari gangguan tersebut berhasil dilokalisir oleh OCR dan GFR menunjukkan pentingnya peran OCR dan GFR dalam sistem proteksi jaringan distribusi tenaga listrik. Tujuan penelitian Mengetahui nilai arus hubung singka, nilai setting arus dan waktu OCR dan GFR pada incoming Trafo I 150/20 kV dan Penyulang 20 kV Seribu di Gardu Induk 150 kV Keramasan II sebagai dasar setting arus dan waktu OCR dan GFR. Hasil perhitungan Besar arus gangguan 3 fasa di 0% = 15013,08, 25% = 7417,42, 50% = 7328,15, 75% = 7240,39, 100% = 7154,12. Besar arus gangguan 2 fasa di 0% = 3753,27, 25% = 1854,35, 50% = 1832,03, 75% = 1810,09, 100% = 1788,53. Besar arus gangguan 1 fasa ketanah di 0% = 753,65, 25% = 737,85, 50% = 736,89, 75% = 736,68, 100% = 706,34, Waktu kerja relai di penyulang lebih cepat di bandingkan dengan waktu kerja di incoming dengan selisih waktu (grading time) rata-rata sebesar 0,4. Hal ini disebabkan jarak lokasi gangguan mempengaruhi besar kecilnya selisih waktu (grading time). Semakin jauh jarak lokasi gangguan, maka semakin besar selisih waktu kerja relai di incoming. sehingga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan setting OCR-GFR yang ada dilapangan masih dalam kondisi baik.

Kata kunci : Setting Relai Arus, Penyulang, PLN

ABSTRACT

One of the protection relays that plays an important role in the electric power system is the Over Current Relay (OCR) and Ground Fault Relay (GFR) which are backup protection relays on transmission lines and power transformers, as well as the main protection relays on distribution networks, seeing as the distance to the location of the fault affects the size of the time difference (grading time). PT. PLN Persero GI 150 KV Keramasan II. The disadvantage of SKTM interference due to short circuits is that blackouts occur in several locations and other disadvantages of short circuits if they occur continuously are that they can damage protective equipment. The consequences of this disturbance were successfully localized by OCR and GFR, showing the important role of OCR and GFR in the electric power distribution network protection system. Research objectives: To determine the short circuit current value, current setting value and OCR and GFR time at the incoming Transformer I 150/20 kV and Feeder 20 kV Thousand at the 150 kV Keramasan II Main Substation as the basis for setting the OCR and GFR current and time. Calculation results of 3 phase fault current at 0% = 15013.08, 25% = 7417.42, 50% = 7328.15, 75% = 7240.39, 100% = 7154.12. The magnitude of the 2-phase fault current at 0% = 3753.27, 25% = 1854.35, 50% = 1832.03, 75% = 1810.09, 100% = 1788.53. The magnitude of the single phase fault current to ground at 0% = 753.65, 25% = 737.85, 50% = 736.89, 75% = 736.68, 100% = 706.34, The working time of the relay on the feeder is faster at compare it with incoming working time with an average grading time of 0.4. This is because the distance to the disturbance location affects the size of the time difference (grading time). The farther the distance to the fault location, the greater the difference in incoming relay working time. So it can be concluded that overall the OCR-GFR settings in the field are still in good condition.

Keywords: Current Relay Settings, Feeder, PLN

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini yang berjudul “Analisa Sistem Proteksi Jaringan 20 Kv Penyulang Seribu Di Gardu Induk 150 Kv Keramasan II” yang disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Yth. :

1. Bapak Ir.H Ishak Effendi, MT. Selaku pembimbing I
2. Bapak Muhni Pamuji, ST,.MM. selaku pembimbing II

Ucapan Terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir.H. Edizal AE,.MS Selaku Rektor Universitas Tridinanti
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni,M.T.,M.M. Selaku Dekan Universitas Tridinanti
3. Ibu Dina Fitria, ST.MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
4. Staff Dosen dan Karyawan Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu penyempurnaan yang lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamualikum Warrohmatullah, Wabarokatu.

Palembang, Maret 2023

Penulis

Muhammad Opit

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Metode Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sistem Proteksi Tenaga Listrik	6
2.1.1 Persyaratan Sistem Proteksi.....	7
2.1.2 Zona Proteksi.....	9
2.2 Gangguan Hubung Singkat	7
2.2.1 Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	10
2.2.2 Menghitung Impedansi	11
2.2.3 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	15
2.2.4 Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	16

2.2.4.1 Sistem Per Unit (pu).....	16
2.3 Relay Arus Lebih (OCR).....	18
2.2.4.2 Pengertian Relay OCR	18
2.2.4.3 Jenis Relay Berdasarkan Karakteristik Waktu.....	19
2.2.4.4 Prinsip Kerja OCR	21
2.2.4.5 Setting OCR	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian	25
3.2 Metode Penelitian.....	25
3.3 Prosedur Penelitian.....	26

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	30
4.1.1 Menghitung Impedansi Sumber	30
4.1.2 Menghitung Reaktansi Trafo	31
4.1.3 Menghitung Impedansi Penyulang	32
4.1.4 Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	33
4.1.5 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat.....	34
4.1.6 Analisa	39
4.2. Penyetelan Relai Arus Lebih	40
4.2.1 Setelan relai di sisi penyulang 20 kV.....	40
4.4.2 Setelan relai di sisi incoming 20 kV	41
4.3 Pemeriksaan Waktu Kerja Relai	43
4.3.1 Waktu kerja relai pada gangguan 3 fasa	43
4.3.2 Waktu kerja relai pada gangguan 2 fasa	45
4.3.3 Waktu kerja relai pada gangguan 1 fasa	47
4.4. Pembahasan.....	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Laporan Gangguan PT. PLN Persero GI 150 kV Keramasan II	2
2.1 Diagram Sistem Proteksi.....	7
2.2 Zona Proteksi	9
2.3 Gangguan hubung singkat tiga fasa	15
2.4 Gangguan hubung singkat dua fasa.....	16
3.1 Penyulang Seribu	29

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

2.1. Karakteristik operasi waktu jenis relay inverse time (Catalogue Overcurrent Relay Type MC30.....	22
3.1 Panjang Jenis Penghantar di Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan, Penyulang Seribu.	26
3.2 Panjang Jenis Penghantar di Unit Induk Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan, Penyulang Seribu	28
4.2 Impedansi Penyulang urutan positif & negatif.....	32
4.3 Impedansi Penyulang Urutan Nol	33
4.4 Impedansi Ekuivalen $Z1_{eq}$ ($Z2_{eq}$).....	34
4.5 Impedansi Ekuivalen $Z0e$	35
4.6 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	36
4.7 Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa	37
4.8 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ketanah.....	38
4.9 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ketanah.....	38

LAMPIRAN

1. Singel Line Diagram Penyulang Seribu Di Gardu Induk 150 Kv
Keramasan II

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik telah menjadi kebutuhan dasar dalam kehidupan masyarakat modern saat ini. Dalam proses pendistribusiannya dari pembangkit hingga ke pelanggan, kontinuitas arus dan kualitas tegangan menjadi hal utama yang harus dipertahankan. Namun dalam praktiknya, gangguan seringkali muncul di sepanjang jaringan yang menyebabkan padamnya sebagian atau bahkan keseluruhan sistem tenaga listrik. Gangguan ini dapat menyebabkan lonjakan arus pada suatu jaringan yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan-peralatan listrik, sehingga diperlukan sistem proteksi yang dapat melindungi peralatan-peralatan listrik dari arus berlebih (Putra, Karnoto & Derman, 2018).

Salah satu relay proteksi yang berperan penting dalam sistem tenaga listrik adalah *Over Current Relay* (OCR) dan *Ground Fault Relay* (GFR) yang merupakan relay proteksi cadangan pada saluran transmisi dan transformator daya, juga sebagai relay proteksi utama pada jaringan distribusi (Karyana, et al., 2013). Dalam data yang diambil dari Gardu Induk 150 kV Keramasan I merupakan gardu induk yang terdiri dari 5 trafo daya, di Trafo Daya Pauwels 60 MVA 3150/20 KV – ONAFYNyn0 / Imp. 12,5% terdapat 6 penyulang, Dari banyaknya jumlah penyulang tersebut, pada satu tahun terakhir penyulang Seribum mempunyai jumlah gangguan yang paling terakhir, gangguan yang terjadi pada penyulang seribu akibat adanya arus hubung singkat, dimana jumlah

gangguan dapat dilihat lebih jelas pada tabel 1.1.

Tabel 1.1
Laporan Gangguan PT. PLN Persero GI 150 kV Keramasan II

No	GI	Penyulang	Segmen	Tanggal	Pukul	Keterangan
1.	GL	Kalimantan	K112- P2C	26/02/2023	14:39	GangguanSKTM
2.	GL	Sulawesi	S114- K143	27/05/2023	14:41	GangguanJointing
3.	GL	Seribu	S511- K179	07/10/2023	18:15	Gangguan SKTM
4.	GL	Borang	B51– K179	19/10/2023	16:26	Gangguan SKTM
5.	GL	Natuna	N413- P2	11/11/2023	08:37	GangguanJointing
6.	GL	Spare	S411- P2	24/12/2023	09:34	GangguanJointing

Sumber : PT. PLN Persero GI 150 KV Keramasan II, 2023

Dari data tersebut, keterangan gangguan menjelaskan gangguan terjadi pada bagian SKTM (Saluran Kabel Tegangan Menengah) dan Jointing dimana masing-masing gangguan pada bagian tersebut disebabkan oleh adanya gangguan hubung singkat, adanya gangguan hubung singkat yang terjadi di penyulang seribu tentunya memberikan dampak kerugian bagi PT. PLN Persero GI 150 kV Keramasan II. Kerugian dari adanya gangguan SKTM karena hubung singkat yakni terjadinya pemadaman di beberapa lokasi dan kerugian lain dari adanya hubung singkat jika terjadi secara terus menerus yakni dapat merusak peralatan proteksi. Akibat dari gangguan tersebut berhasil dilokalisir oleh OCR dan GFR menunjukkan pentingnya peran OCR dan GFR dalam sistem proteksi jaringan distribusi tenaga listrik. Dari uraian masalah di atas penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian berjudul :“**Analisa Sistem Proteksi Jaringan 20 kV Penyulang Seribu Di Gardu Induk 150 Kv Keramasan II**”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut

1. Bagaimana perhitungan arus hubung singkat *Over Current Relay* dan *Ground Fault Relay* pada incoming Trafo I 150/20 kV dan Penyulang 20 kV Seribu di Gardu Induk 150 kV Keramasan II?
2. Bagaimana perhitungan setting *Over Current Relay* dan *Ground Fault Relay* pada incoming Trafo I 150/20 kV, dan Penyulang 20 kV Pantomim di Gardu Induk 150 kV Keramasan II?
3. Bagaimana pengaruh hasil perhitungan setting *Over Current Relay* dan *Ground Fault Relay* pada incoming Trafo I 150/20 kV dan Penyulang 20 kV Seribu di Gardu Induk 150 kV Keramasan II?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat berbagai macam masalah yang dapat dikembangkan, sehingga penulis membatasi masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Membahas *Over Current Relay* dan *Ground Fault Relay* pada incoming Trafo I 150/20 kV dan Penyulang 20 kV Seribu di Gardu Induk 150 kV Keramasan II.
2. *Over Current Relay* dan *Ground Fault Relay* yang dianalisa berkarakteristik *Standard Inverse*.
3. Melakukan perhitungan arus hubung singkat dan setting waktu kerja *Over*

Current Relay dan *Ground Fault Relay* pada incoming Trafo I 150/20 kV, dan Penyulang 20 kV Seribu di Gardu Induk 150 kV Keramasan II.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui nilai arus hubung singkat pada incoming Trafo I 150/20 kV dan Penyulang 20 kV Seribu di Gardu Induk 150 kV Keramasan II sebagai dasar setting arus dan waktu OCR dan GFR
2. Mengetahui nilai setting arus dan waktu OCR dan GFR pada incoming Trafo I 150/20 kV dan Penyulang 20 kV Seribu di Gardu Induk 150 kV Keramasan II.
3. Mengetahui perbandingan hasil perhitungan setting OCR-GFR eksisting pada incoming Trafo I 150/20 kV, dan Penyulang 20 kV Seribu di Gardu Induk 150 kV Keramasan II.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini mencakup beberapa bagian antara lain :

1. Studi Literatur

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah dengan tinjauan standar-standar, buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah serta artikel-artikel yang ada di internet.

2. Pengambilan Data

Data yang diambil dalam penelitian ini antara lain data arus hubung singkat grid 150 kV di di Gardu Induk 150 kV Keramasan II, data trafo daya 1 150/20 kV Keramasan II, data OCR-GFR dan current transformer sisi incoming trafo daya 1 150/20 kV Keramasan II dan sisi penyulang 20 kV Seribu, Single Line Diagram Penyulang Seribu dan Gardu Induk 150 kV Keramasan II, Panjang dan Jenis Penghantar pada Incoming Trafo daya 1 150/20 kV Keramasan II dan Penyulang 20 kV Seribu.

3. Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan dengan cara melakukan perhitungan data yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) UPT Keramasan II dengan menggunakan formula yang telah ditetapkan dan satuan yang biasa digunakan berdasarkan data survey yang telah diperoleh.

4. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk menguji nilai setting relay dari hasil pengolahan data, maupun nilai setting relay.

5. Analisa Data

Data-data yang diperoleh berdasarkan simulasi ETAP 12.6.0 kemudian dianalisa menurut koordinasi waktu kerja dan arus kerja relay OCR dan GFR incoming Trafo Daya 1 sisi 150 kV dan penyulang 20 kV.

6. Penyelesaian Laporan

Data yang diperoleh yang selanjutnya dianalisa, kemudian disusun dalam satu laporan untuk penarikan kesimpulan dan pemberian saran.

DAFTAR PUSTAKA

1. Karyana, dkk. (2013). Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali. Jakarta: PT.PLN (persero)
2. Pramika, Asda. (2017). Analisis Koordinasi Proteksi pada Trafo 5 150/20 kV 60 MVA Penyulang Doho dan Ngadiluwihdi Gardu Induk Banaran Kota Kediri. Skripsi. Malang, Indonesia : Politeknik Negeri Malang
3. Fauzan, Mochamad Irfani, dkk. 2016 “Analisis Reseting Rele Arus Studi Kinerja Relay Proteksi pada Transformator II 150/20 KV 50 MVA dengan Penyulang Lakarsantri di GIS Karangpilang PT. PLN (Persero) UPT Malang ULTG Krian
4. Dewangga, Ananta Setia. (2015). Studi Koordinasi Proteksi Rele Arus Lebih, Diferensial, dan Ground Fault pada PT.Linde Indonesia Cilegon. Skripsi. Surabaya, Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
5. Primawati, Era. (2019). Analisa Pengaturan Proteksi Rele Diferensial Pada Trafo III 60 MVA di Gardu Induk Banyudono 150kV/20kV. Skripsi. Surakarta, Indonesia: Universitas Muhammadiyah Surakarta