

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEGAGALAN SISTEM PROTEKSI JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG THEATER GI KEMBANGAN

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Rafli Idris
N.I.M. : 41418110007
Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KEGAGALAN SISTEM PROTEKSI JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PENYULANG THEATER GI KEMBANGAN



Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Rafli Idris
NIM : 41418110007
Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS
Mengetahui,
MERCU BUANA
Pembimbing Tugas Akhir

(Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir

(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Rafli Idris
NIM : 41418110007
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Kegagalan Sistem Proteksi Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Theater GI Kembangan

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Maret 2022



Muhammad Rafli Idris

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat , taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul "**Analisis Kegagalan Sistem Proteksi Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Theater GI Kembangan**", sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan laporan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Orang tua Penulis, Bapak Lilik dan Ibu Ratih yang selalu memberikan dukungan dan doa tiada henti-hentinya, yang merupakan anugrah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat dibanggakan.
2. Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng, selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Mercu Buana dan Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc, selaku Sekretaris Program Studi S1 Teknik Elektro.
3. Ir. Budi Yanto Husodo M.Sc, selaku dosen pembimbing penulisan tugas akhir atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Seluruh dosen pengajar Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menempuh Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Seluruh manajemen dan pegawai PT. PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Jakarta Raya UP3 Kebon Jeruk katas segala dukungan dan bimbingannya.
6. Seluruh teman-teman penulis di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Angkatan 2018 yang tidak dapat disebutkan Namanya satu per satu. Terima kasih atas pertemanannya selama ini.

7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah dengan tulus ikhlas memberikan doa dan motivasi sehingga dapat terselesaikannya laporan tugas akhir ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, karena itu penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan ini agar bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Jakarta, 09 Maret 2022



(Muhammad Rafli Idris)



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Pembatasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Metode Penelitian.....	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.1.1. <i>Saturation Analysis On Current Transformer.....</i>	7
2.1.2. Analisa Pemilihan Relai Proteksi Pada Panel Listrik Untuk Studi Kasus Tegangan Menengah 20kV	8
2.1.3. Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang	8
2.1.4. Analisis Sistem Proteksi di PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Kendari Unit PLTD Wua Wua.....	9
2.1.5. Analisis Pembagian Zona Proteksi Pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Meranti GI Bungaran Untuk Meningkatkan Pelayanan Ke Konsumen.....	10
2.2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik	13
2.3. Keandalan Sistem Tenaga Listrik.....	14
2.4. Gangguan Pada Saluran Distribusi Tenaga Listrik	15

2.5.	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	17
2.5.1.	Menghitung Impedansi.....	18
2.5.2.	Menentukan Impedansi Transformator	19
2.5.3.	Menentukan Impedansi Penyulang	20
2.5.4.	Menentukan Impedansi Ekuivalen Jaringan	20
2.5.5.	Menentukan Arus Gangguan Hubung Singkat	21
2.6.	Proteksi Sistem Tenaga Listrik.....	23
2.7.	Persyaratan Sistem Proteksi	24
2.8.	Peralatan Proteksi Sistem Tenaga Listrik.....	26
2.8.1.	Pemutus Tenaga / <i>Circuit Breaker</i> (CB).....	26
2.8.2.	Relai Proteksi	27
2.8.3.	Transformator Arus (<i>Current Transformer</i>)	29
2.8.4.	Trafo Tegangan (<i>Voltage Transformer</i>).....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32	
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	32
3.2.	Metode Penelitian.....	33
3.2.1.	Studi Literatur	33
3.2.2.	Studi Lapangan.....	33
3.2.3.	Metode Analisa	33
3.3.	Pengumpulan dan Pengolahan Data	34
3.3.1.	Data Teknis Penyulang	34
3.3.2.	Data Gardu Distribusi KJ 68	36
3.3.3.	Data Sistem Proteksi Penyulang Theater	39
3.4.	Perhitungan Penelitian.....	40
3.4.1.	Arus Gangguan Hubung Singkat	40
3.4.2.	Menghitung Kejemuhan CT	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	45	
4.1.	Hasil Penelitian.....	45
4.1.1.	Data Proteksi Penyulang Theater	46
4.1.2.	Data Gangguan Hubung Singkat.....	46
4.1.3.	Data Transformator 150/20 kV GI Kembangan.....	46
4.1.4.	Data Penyulang Theater	47

4.2. Pengujian Kesalahan Perencanaan / Desain	47
4.2.1. Perhitungan Impedansi Sumber	48
4.2.2. Perhitungan Impedansi Trafo.....	49
4.2.3. Perhitungan Impedansi Penyulang Theater.....	49
4.2.4. Perhitungan Impedansi Ekivalen Jaringan	51
4.2.5. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	53
4.2.6. Perhitungan Kejemuhan CT Terpasang Pada Gardu KJ68	56
4.2.7. Perhitungan Kejemuhan CT Dengan Rasio 800/5 A	58
4.3. Pengujian Kesalahan Peralatan	60
4.3.1. Nilai Setting OCR dan GFR.....	60
4.3.2. Tes Fungsi Sistem Proteksi	61
BAB V PENUTUP	64
5.1. Kesimpulan.....	64
5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN	xiv



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	14
Gambar 2. 2 Representasi Penyulang	18
Gambar 2. 3 Gangguan hubung singkat 3 fasa	22
Gambar 2. 4 Gangguan hubung singkat 2 fasa	22
Gambar 2. 5 Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah	23
Gambar 2. 6 Simbol diagram pemutus tenaga / <i>circuit breaker</i> (CB)	26
Gambar 2. 7 Relai proteksi Sepam Serie 40	27
Gambar 2. 8 Relai proteksi MiCOM	28
Gambar 2. 9 Trafo arus 20 kV	29
Gambar 2. 10 Rangkaian trafo tegangan	30
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	32
Gambar 3. 2 <i>Single line diagram</i> Penyulang Theater	34
Gambar 3. 3 Peta jaringan Penyulang Theater	35
Gambar 3. 4 Gardu distribusi KJ68	36
Gambar 3. 5 Instalasi gardu KJ68	36
Gambar 3. 6 <i>Nameplate</i> trafo arus (CT) Gardu KJ68	39
Gambar 4. 1 <i>Nameplate</i> transformator 150/20 kV GI Kembangan	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rangkuman Penelitian Terdahulu	11
Tabel 2. 2 Tingkat Kontiunitas Pelayanan Dari Sarana Penyalur	15
Tabel 3. 1 Data teknis LBS incoming Gardu KJ68	37
Tabel 3. 2 Data teknis Kubikel CBOG Gardu KJ68	37
Tabel 3. 3 Data teknis kubikel PB Trafo Gardu KJ68	38
Tabel 3. 4 Data teknis trafo distribusi Gardu KJ68	38
Tabel 3. 5 Data teknis trafo arus (CT) Gardu KJ68	40
Tabel 4. 1 Data histori gangguan penyulang Theater	46
Tabel 4. 2 Nameplate transformator 150/20 kV GI Kembangan	47
Tabel 4. 3 Data penyulang Theater	47
Tabel 4. 4 Impedansi penyulang urutan positif, negatif, dan nol pada titik gangguan KJ331	50
Tabel 4. 5 Impedansi penyulang urutan positif, negatif, dan nol pada titik gangguan KJ241	51
Tabel 4. 6 Impedansi ekivalen urutan positif, negatif, dan nol pada titik gangguan KJ33	52
Tabel 4. 7 Impedansi ekivalen urutan positif, negatif, dan nol pada titik gangguan KJ24	53
Tabel 4. 8 Arus hubung singkat GI Kembangan – Titik Gangguan KJ331	54
Tabel 4. 9 Arus hubung singkat GI Kembangan – Titik Gangguan KJ241	55
Tabel 4. 10 Setting Kesepakatan Dengan TJBB	61
Tabel 4. 11 Nilai setting arus gangguan OCR dan GFR untuk proteksi CBO Penyulang	61
Tabel 4. 12 Hasil pengujian fungsi sistem proteksi	62