

**ANALISA GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PENYULANG HELIUM
DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6
DI PT PLN (PERSERO) ULP SUKARAMI**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

M. ARJUN KRISHANDY

061630311423

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2019

**ANALISA GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PENYULANG HELIUM
DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6
DI PT PLN (PERSERO) ULP SUKARAMI**



Oleh:

M. ARJUN KRISHANDY

061630311423

Palembang, Agustus 2019

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Indrawasih, M.T.

NIP. 196004261986031002

Indah Susanti, S.T., M.T.

NIP. 198809132014042002

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Teknik Elektro

Ketua Program Studi

Teknik Listrik

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.

NIP. 196705111992031003

Mohammad Noer, S.ST., M.T

NIP. 196505121995021001

MOTTO:

- ❖ *“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita” (QS. At-Taubah: 40).*
- ❖ *“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah: 5).*
- ❖ *“Nothing last forever, we can change the future” (Alucard).*

Dengan rasa syukur tak terkira kepada Allah SWT., Laporan Akhir ini kupersembahkan kepada:

- ❖ *Ayah dan Ibu tercinta*
- ❖ *Emak, Makwo, Abah, dan Abahwo*
- ❖ *Saudaraku Cak, Cek, Cik, dan Deknang Fathan Ghali*
- ❖ *Perempuan yang kusayang, Tia Wahyuni*
- ❖ *Untuk Almamaterku “Politeknik Negeri Sriwijaya”*
- ❖ *Rekan seperjuangan yang telah berpulang terlebih dahulu, Alm. Galih Christian Nelfriza*
- ❖ *Teman-teman seperjuangan Teknik Listrik Tahun Ajaran 2016, terkhusus kelas 6 LE*

ABSTRAK

ANALISA GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PENYULANG HELIUM DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6 DI PT PLN (PERSERO) ULP SUKARAMI

(2019: xv + 99 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran)

M. ARJUN KRISHANDY

0616 3031 1423

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Hubung singkat merupakan salah satu gangguan yang biasa terjadi pada sistem tenaga listrik. Dampak dari hubung singkat diantaranya adalah dapat membahayakan keselamatan manusia, putusnya energi suplai tenaga listrik, hingga kerusakan pada peralatan listrik dikarenakan peningkatan thermal dan mekanis yang akhirnya tidak bias ditoleransi oleh peralatan listrik. Gangguan hubung singkat dapat terjadi pada jaringan tegangan menengah yaitu pada penyulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis arus gangguan hubung singkat yang akan disimulasikan terjadi pada penyulang Helium secara perhitungan manual dan melalui simulasi pada ETAP 12.6. Setelah diketahui besaran arus gangguan hubung singkat yang terdapat pada penyulang Helium, hal selanjutnya adalah mengatur koordinasi dari sebuah peralatan sistem proteksi yang disebut OCR, GFR, dan Recloser guna dapat mengamankan peralatan listrik berupa CB dari arus yang mengalir tersebut.

Kata Kunci: Hubung Singkat, Penyulang Helium, ETAP 12.6, OCR, GFR, Recloser, Sistem Proteksi

ABSTRACT

SHORT CIRCUIT ANALYSIS ON HELIUM FEEDERS USING ETAP 12.6 *SOFTWARE* IN PT PLN (PERSERO) ULP SUKARAMI

(2019: xv + 99 Pages + Bibliography + Attachment)

M. ARJUN KRISHANDY

0616 3031 1423

Electrical Engineering Major

Electricity Engineering Study Program

Sriwijaya State Polytechnic

Short circuit is one of the problems that commonly occur in the electric power system. The impact of short circuit, among others, is that it can endanger human safety, the loss of energy supply of electricity, to damage to electrical equipment due to thermal and mechanical enhancements which ultimately cannot be tolerated by electrical equipment. Short-circuit interruptions can occur in medium voltage networks, namely feeders. This study aims to analyze the short circuit fault current which will be simulated to occur on Helium feeders by manual calculation and through simulation on ETAP 12.6. After knowing the magnitude of the short circuit fault current contained in the Helium feeder, the next thing is to set the coordination of a protective system equipment called OCR, GFR, and Recloser in order to secure the electrical equipment in the form of CB from the flowing current.

Keyword: Short Circuit, Helium Feeders, ETAP 12.6, OCR, GFR, Recloser, Protection System



KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis haturkan Kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya, dan kedua Orang Tua yang selalu memberikan do'a dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **“ANALISA GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PENYULANG HELIUM DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6 DI PT PLN (PERSERO) ULP SUKARAMI”**.

Dalam penulisan laporan akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak mulai dari pengumpulan data sampai proses penyusunan laporan akhir selesai. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Indrawasih, M.T., selaku pembimbing I Laporan Akhir.
2. Ibu Indah Susanti, S.T., M.T., selaku pembimbing II Laporan Akhir.

Di mana telah memberikan bimbingan serta nasihat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan selama melaksanakan pendidikan Diploma III di Politeknik Negeri Sriwijaya yakni kepada :

1. Bapak Dr. Ing Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Mohammad Noer, S.S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Randhy Kusriansyah, selaku Manager PT PLN (Persero) ULP Sukarami.



6. Bapak Ricky Juto Nugroho, selaku Supervisor Teknik PT PLN (Persero) ULP Sukarami.
7. Seluruh Staff dan Karyawan PT PLN (Persero) ULP Sukarami
8. Seluruh Staff dan Karyawan PT PLN (Persero) UPT Gardu Induk Gandus.
9. Seluruh Staff dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro.
10. Seluruh Rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
11. Serta semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu menyelesaikan laporan akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kekeliruan baik mengenai isi maupun secara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dalam menyempurnakan laporan kerja praktek ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi semua orang, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Manfaat	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	6
2.1.1 Sistem Jaringan Distribusi Primer.....	6
2.1.2 Sistem Jaringan Dsitribusi Sekunder	7
2.2 Konfigurasi Sistem Jaringan Distribusi	8
2.2.1 Sistem Jaringan Distribusi Radial	8
2.2.2 Sistem Jaringan Distribusi Loop	8
2.3 Jenis Penghantar Pada Sistem Jaringan Distribusi.....	9
2.4 Gardu Induk	10



2.4.1	Fungsi Gardu Induk	11
2.5	Transformator.....	11
2.5.1	Konstruksi Transformator	12
2.5.2	Prinsip Kerja Transformator	12
2.6	Teori Hubung Singkat (<i>Short Circuit</i>)	14
2.6.1	Menghitung Impedansi Sumber	14
2.6.2	Menghitung Reaktansi Transformator	15
2.6.3	Menghitung Impedansi Penyulang.....	15
2.6.4	Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	15
2.6.5	Penyebab Terjadinya Gangguan Hubung Singkat	16
2.6.6	Akibat Terjadinya Gangguan Hubung Singkat	17
2.6.7	Jenis – Jenis Gangguan Hubung Singkat	18
2.6.8	Diagram Gangguan Hubung Singkat	18
2.6.9	Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa.....	19
2.6.10	Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa Tanpa ke Tanah .	19
2.6.11	Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah	20
2.6.12	Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	21
2.7	Relai Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i>).....	21
2.7.1	Prinsip Kerja Relai Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i>)	22
2.7.2	Karakteristik Waktu Kerja Relai Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i>)	22
2.7.3	<i>Setting</i> Koordinasi OCR, GFR, dan <i>Recloser</i>	23
2.8	Transformator Arus (<i>Current Transformer</i>).....	24
2.8.1	Prinsip Kerja Transformator Arus.....	25
2.8.2	Fungsi Transformator Arus	25
2.9	ETAP (<i>Electric Transient and Analysis Program</i>)	25

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1	Gardu Induk Gandus	27
3.1.1	Transformator Daya	27



3.1.2	CB (<i>Circuit Breaker</i>).....	30
3.1.3	OCR (<i>Over Current Relay</i>)	32
3.2	Penyulang Helium.....	33
3.3	<i>Single Line Diagram</i> Pada ETAP 12.6	35
3.4	<i>Flowchart</i> Simulasi Gangguan Hubung Singkat.....	45

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Perhitungan	47
4.1.1	Perhitungan Impedansi Sumber	47
4.1.2	Perhitungan Reaktansi Transformator.....	47
4.1.3	Perhitungan Impedansi Penyulang Helium	48
4.1.4	Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan	52
4.1.5	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	58
4.1.6	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa	72
4.1.7	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah.....	75
4.1.8	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.....	77
4.1.9	<i>Setting</i> Rele Proteksi	80
4.2	Pembahasan.....	89
4.2.1	Analisa Hasil Perhitungan Manual Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6.....	89
4.2.2	Analisa Hasil Perhitungan Manual Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6.....	89
4.2.3	Analisa Hasil Perhitungan Manual Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6.....	89



4.2.4	Analisa Hasil Perhitungan Manual Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Phasa ke Tanah dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6.....	90
4.2.5	Analisa <i>Setting</i> Rele Proteksi Berdasarksn Data <i>Excisting</i> dari PLN dengan Data Hasil Perhitungan ...	90
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	98
5.2	Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2.2 Sistem Jaringan Distribusi Radial	8
Gambar 2.3 Sistem Jaringan Distribusi Loop	9
Gambar 2.4 Transformator	11
Gambar 2.5 Hubungan Kumparan Transformator	12
Gambar 2.6 Fluks Pada Transformator	13
Gambar 2.7 Diagram Gangguan Hubung Singkat.....	18
Gambar 2.8 Gangguan Hubung Singkat 3 Phasa	19
Gambar 2.9 Gangguan Hubung Singkat 2 Phasa Tanpa ke Tanah	19
Gambar 2.10 Gangguan Hubung Singkat 2 Phasa ke Tanah	20
Gambar 2.11 Gangguan Hubung Singkat 1 Phasa ke Tanah	21
Gambar 3.1 Transformator Daya 1 Gardu Induk Gandus	28
Gambar 3.2 Transformator Daya 2 Gardu Induk Gandus	29
Gambar 3.3 Circuit Breaker Keramasan 1	30
Gambar 3.4 Circuit Breaker Keramasan 2	31
Gambar 3.5 Nameplate Circuit Breaker Penyulang Helium	31
Gambar 3.6 OCR Penyulang Helium	32
Gambar 3.7 Power Grid ETAP 12.6.....	36
Gambar 3.8 Power Grid Rating ETAP 12.6.....	36
Gambar 3.9 Transformator ETAP 12.6.....	37
Gambar 3.10 Rating Transformator ETAP 12.6	37
Gambar 3.11 Impedansi Trafo ETAP 12.6.....	38
Gambar 3.12 Cable ETAP 12.6.....	39
Gambar 3.13 Info Kabel ETAP 12.6.....	39
Gambar 3.14 Jenis Kabel ETAP 12.6.....	40
Gambar 3.15 Transmission Line ETAP 12.6	40
Gambar 3.16 Info Transmission Line ETAP 12.6.....	41
Gambar 3.17 Parameter Transmission Line ETAP 12.6	41



Gambar 3.18	Trafo Distribusi ETAP 12.6	42
Gambar 3.19	Input Data Trafo Distribusi ETAP 12.6	43
Gambar 3.20	Static Load ETAP 12.6.....	43
Gambar 3.21	Pembebanan Trafo ETAP 12.6.....	44
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Phasa dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6	85
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Phasa dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6	86
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Phasa ke Tanah dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6	87
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Phasa ke Tanag dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6	88
Gambar 4.5	Recloser Trip Berdasarkan Data Excisting dari PLN.....	90
Gambar 4.6	Karakteristik Waktu Recloser Berdasarkan Data Excisting PLN.....	91
Gambar 4.7	CB 1 & CB 2 Trip Berdasarkan Data Excisting dari PLN.....	92
Gambar 4.8	Karakteristik Waktu Relay Incoming & Relay Outgoing Berdasarkan Data Excisting PLN.....	93
Gambar 4.9	Recloser Trip Berdasarkan Data Hasil Perhitungan.....	94
Gambar 4.10	Karakteristik Waktu Recloser Berdasarkan Data Hasil Perhitungan.....	95
Gambar 4.11	CB 1 & CB 2 Trip Berdasarkan Data Hasil Perhitungan	96
Gambar 4.12	Karakteristik Waktu Relay Incoming & Relay Outgoing Berdasarkan Data Hasil Perhitungan	97



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1	Panjang Penyulang Helium 33
Tabel 3.2	Data Trafo/Gardu Distribusi Penyulang Helium..... 34
Tabel 4.1	Impedansi Berdasarkan Panjang Bus 49
Tabel 4.2	Impedansi Ekuivalen Penyulang Helium Urutan Positif/Negatif 52
Tabel 4.3	Impedansi Ekuivalen Penyulang Helium Urutan Nol 55
Tabel 4.4	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6 . 70
Tabel 4.5	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6 . 72
Tabel 4.6	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6..... 75
Tabel 4.7	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah dengan Hasil Simulasi ETAP 12.6..... 78
Tabel 4.8	Perbandingan Data <i>Excisting</i> Setting Proteksi dengan Hasil Perhitungan 84



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Single Line Diagram* Gardu Induk Gandus
- Lampiran 2 Panjang Penyulang Helium
- Lampiran 3 Data MVAsc Gardu Induk Area Palembang
- Lampiran 4 *Single Line Diagram* Penyulang Helium
- Lampiran 5 Data Setelan Relay
- Lampiran 6 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Phasa
- Lampiran 7 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Phasa ke Tanah
- Lampiran 8 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Phasa ke Tanah
- Lampiran 9 Surat Penghantar Pengambilan Data
- Lampiran 10 Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 11 Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 12 Uraian Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 13 Revisi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 14 Pelaksanaan Revisi Ujian Laporan Akhir