

**ANALISA PEMASANGAN RELAI ARUS LEBIH & RELAI GANGGUAN
TANAH PADA TRANSFORMATOR DAYA #1 60 MVA DI GARDU
INDUK NEW JAKABARING PT.PLN (PERSERO)
ULTG KERAMASAN PALEMBANG**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Pendidikan
Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik**

**Oleh
HAFSAH WINIARTI
061730311343**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2020

**ANALISA PEMASANGAN RELAI ARUS LEBIH & RELAI GANGGUAN
TANAH PADA TRANSFORMATOR DAYA #1 60 MVA DI GARDU
INDUK NEW JAKABARING PT.PLN (PERSERO)
ULTG KERAMASAN PALEMBANG**



LAPORAN AKHIR

Oleh
HAFSAH WINIARTI
061730311343

Palembang, September 2020

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Bambang Guntoro, M.T

NIP. 195707041989031001

Nofiansah, S.T., M.T

NIP. 197011161995021001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

Ir. Iskandar Lutfi, M.T

NIP. 196501291991031002

Anton Firmansyah, S.T., M.T

NIP. 197509242008121001

Motto:



"Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar"

(Q.S. AL Baqarah : 153)

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum kaum itu sendiri mengubah apa yang ada pada diri mereka" (Q.S. Ar Ra'd : 11)

Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil tapi berusahalah untuk menjadi manusia yang berguna - Albert Einstein

Kupersembahkan kepada :

- ✧ *Kedua Orang Tuaku*
- ✧ *Kedua Saudariku*
- ✧ *Sahabat Osaikasy & Cess*
- ✧ *Sahabat Grup WA YTTA*
- ✧ *Teman-teman Seperjuangan D3K PLNPOLSRI 2017*
- ✧ *Tim HAR ULTG Keramasan 2020*
- ✧ *Almamaterku, Politeknik Negeri Sriwijaya*

ABSRTAK

ANALISA PEMASANGAN RELAI ARUS LEBIH & RELAI GANGGUAN TANAH PADA TRANSFORMATOR DAYA #1 60 MVA DI GARDU INDUK NEW JAKABARING PT.PLN (PERSERO) ULTG KERAMASAN PALEMBANG

(2020 : xiv + 74 halaman + Gambar + Tabel + Lampiran)

Hafsah Winiarti

061730311343

Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Sebagian besar gangguan yang terjadi pada saluran atau jaringan adalah gangguan hubung singkat, baik hubung singkat fasa-fasa maupun fasa-tanah. Untuk mencegah hal tersebut maka perlu digunakan relai arus lebih atau *overcurrent relay* (OCR) dan relai gangguan tanah atau *ground fault relay* (GFR). Untuk dapat bekerja optimal memenuhi kecepatan reaksi dan sensitifitas maka penyetelan relai yang digunakan sebagai pengaman pada sistem transmisi harus tepat. Penyetelan OCR/GFR meliputi penyetelan TMS (*Time Multiplier Setting*) nya. Untuk penyetelan TMS (*Time Multiplier Setting*) OCR/GFR pada transformator daya #1 GI New Jakabaring harus sesuai standar setting dari UIP3B Sumatera. Salah satu metode simulasi kerja OCR/GFR yang digunakan oleh UIP3B Sumatera adalah scanning proteksi. Dimana OCR sisi HV sebesar maksimal $\frac{3}{4}$ dari nilai waktu ketahanan peralatan. Untuk sisi *incoming* 20 kV sebesar maksimal $\frac{1}{2}$ dari nilai waktu ketahanan peralatan. Dan untuk sisi penyulang 20 kV waktu yang ditetapkan oleh unit induk P3BS adalah 0,30 – 0,5.

Kata Kunci : OCR, GFR, Setting Relay, Scanning Proteksi

ABSTRACT

ANALYSIS OF OVERCURRENT RELAY & GROUND FAULT RELAY INSTALLATIONS ON POWER TRANSFORMER #1 60 MVA AT NEW JAKABARING SUBSTATION PT.PLN (PERSERO) ULTG KERAMASAN PALEMBANG

(2020 : xiv + 74 pages + Pictures + Table + Attachment)

Hafsah Winiarti

061730311343

Electrical Engineering

State of Polytechnic of Sriwijaya

Most of the disturbances that occur on a line or network are short circuit, either short circuit phase or phase-ground. To prevent this, it is necessary to use an overcurrent relay (OCR) and a ground fault relay (GFR). To be able to work optimally to meet the reaction speed and sensitivity, the relay settings that are used as safety in the transmission system must be precise. OCR / GFR settings include setting the TMS (Time Multiplier Setting). For the TMS (Time Multiplier Setting) OCR / GFR settings on the # 1 GI New Jakabaring power transformer, it must comply with the standard setting of the Sumatra UIP3B. One of the OCR / GFR work simulation methods used by UIP3B Sumatra is protection scanning. Where the HV side OCR is the maximum value of the equipment endurance time. The incoming side of 20 kV is the maximum value of the equipment endurance time. And for the 20 kV feeder the time set by the P3BS main unit is 0.30 - 0.5.

Keyword : OCR, GFR, Relay Setting, Scanning of Protection

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat serta karunia-Nya yang tak terhingga, tak lupa shalawat beriring salam selalu tucurahkan kepada baginda Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat, dan umatnya hingga akhir zaman, dan kepada kedua orang tua yang telah memberikan do'a serta restu sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul "***ANALISA PEMASANGAN RELAI ARUS LEBIH & RELAI GANGGUAN TANAH PADA TRANSFORMATOR DAYA #1 60 MVA DI GARDU INDUK NEW JAKABARING PT.PLN (PERSERO) ULTG KERAMASAN PALEMBANG***".

Pembuatan Laporan Akhir ini adalah syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Kelancaran proses penulisan Laporan Akhir ini tak luput berkat bimbingan, arahan, dan petunjuk serta kerjasama dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya Laporan Akhir ini. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, 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 Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Bambang Guntoro, M.T., selaku Dosen Pembimbing I dalam penulisan Laporan Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Nofiansah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II dalam penulisan Laporan Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.

7. Bapak Yoni Purwanto, selaku Manager PT.PLN (Persero) ULTG Keramasan sekaligus sebagai Mentor 1.
8. Bapak Adrean Stephani, selaku Supervisor HAR Proteksi, Meter & Otomasi PT. PLN (Persero) ULTG Keramasan sekaligus sebagai Mentor 2.
9. Bapak M.A. Khamid, selaku staff HAR Proteksi, Meter & Otomasi PT. PLN (Persero) ULTG Keramasan.
10. Bapak Ryan Prayogo selaku staff Perencanaan Pengusahaan UPT Palembang.
11. Teman-teman seperjuangan D3K PLN - Polsri 2017.

Apabila dalam penyusunan Laporan Akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan baik mengenai isi maupun cara penulisan, penulis memohon kritik dan saran yang membangun guna perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga segala bantuan dan bimbingan yang penulis dapatkan selama ini mendapat rahmat dan ridho dari Allah SWT. Demikianlah, semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4 Metodologi Penulisan.....	3
1.5 Pembatasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Konsep Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	5
2.1.1 Fungsi dan Persyaratan Relai Proteksi.....	6
2.1.2 Penyebab Kegagalan Proteksi.....	8
2.2 Transformator Daya.....	9
2.2.1 Daerah Pengaman Relai Proteksi Transformator Daya.....	11
2.2.2 <i>Neutral Grounding Resistance</i> (NGR).....	13
2.3 Gangguan Hubung Singkat.....	14
2.3.1 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	15
2.3.1.1 Menghitung Impedansi.....	15
2.3.1.2 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat.....	19

2.4	OCR (<i>Overcurrent Relay</i> /Relai Arus Lebih).....	22
2.4.1	Prinsip Kerja OCR (<i>Overcurrent Relay</i> /Relai Arus Lebih).....	22
2.4.2	Fungsi & Penggunaan OCR (<i>Overcurrent Relay</i>).....	23
2.4.3	Karakteristik OCR (<i>Overcurrent Relay</i> /Relai Arus Lebih).....	24
2.5	GFR (<i>Ground Fault Relay</i> /Relai Gangguan Tanah).....	30
2.6	Koordinasi Setting (OCR,GFR& SBEF) Trafo dan Penyulang.....	31
2.6.1	Setting OCR Sisi Sekunder Trafo (Incoming – 50/51).....	31
2.6.2	Setting GFR Sisi Sekunder (Incoming TM).....	33
2.6.3	Setting OCR Sisi Primer 150 kV.....	35
2.6.4	Setting GFR Sisi Primer 150 kV.....	37
2.6.5	Setting <i>Stand By Earth Fault</i> (SBEF) 20 kV.....	39
2.7	Pengenalan <i>Software</i> Mathcad 15.0.....	41
BAB III KEADAAN UMUM		
3.1	Gardu Induk (GI) New Jakabaring.....	43
3.1.1	<i>Single Line Diagram (SLD)</i> GI New Jakabaring.....	44
3.2	Transformator Daya #1 GI New Jakabaring.....	44
3.2.1	Data pada <i>Nameplate</i> Transformator Daya #1.....	45
3.2.2	Data pada <i>Nameplate</i> NGR Transformator Daya #1.....	48
3.2.3	Data <i>Setting</i> Proteksi OCR/GFR Transformator Daya #1.....	49
3.2.4	Data <i>Short Circuit</i> Sumber GI New Jakabaring.....	52
3.3	Data Konduktor SUTM.....	52
3.4	<i>Flowchart</i>	53
BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	54
4.1.1	Impedansi Sumber.....	54
4.1.2	Impedansi Transformator.....	55
4.1.3	Impedansi Penyulang.....	56
4.1.4	Impedansi Ekivalen.....	57
4.1.5	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat.....	57
4.1.6	Analisa Gangguan Hubung Singkat.....	61
4.2	Penyetelan Relai Arus Lebih (OCR) dan Relai Gangguan Tanah (GFR).....	62

4.2.1	Penyetelan Relai Arus Lebih (OCR)	62
4.2.1.1	Setelan OCR Sisi Penyulang 20 kV	63
4.2.1.2	Setelan OCR Sisi Incoming 20 kV	64
4.2.1.3	Setelan OCR Sisi HV	65
4.2.2	Penyetelan Relai Gangguan Tanah (GFR)	66
4.2.2.1	Setelan GFR Sisi Penyulang 20 kV	66
4.2.2.2	Setelan GFR Sisi Incoming 20 kV	67
4.2.2.3	Setelan GFR Sisi HV	68
4.3	Perbandingan Hasil Perhitungan Dengan Data di Lapangan	68
4.3.1	Relai Arus Lebih (OCR)	69
4.3.1.1	Analisa Perbandingan TMS Data dan TMS Perhitungan OCR	69
4.3.2	Relai Gangguan Tanah (GFR)	70
4.3.2.1	Analisa Perbandingan TMS Data dan TMS Perhitungan GFR	70
4.4	Koordinasi <i>Setting</i> Trafo dan Penyulang Serta Gangguan Phasa - Phasa dan Phasa – Tanah Pada <i>Software</i> Mathcad 15.0 & Analisa	71
4.4.1	Koordinasi <i>Setting</i> Trafo dan Penyulang Serta Gangguan Phasa - Phasa	61
4.4.2	Koordinasi <i>Setting</i> Trafo dan Penyulang Serta Gangguan Phasa - Tanah	61
4.4.3	Analisa Grafik Koordinasi <i>Setting</i> Trafo dan Penyulang Serta Gangguan Phasa – Phasa dan Phasa – Tanah	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Hal
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
Gambar 2.1 Diagram Blok Urutan Kerja Relai Pengaman	5
Gambar 2.2 Diagram Blok Elemen Relai Pengaman.....	6
Gambar 2.3 Suatu Sistem Tenaga Listrik Yang Sederhana Mengalami Gangguan Pada Titik K.....	7
Gambar 2.4 Prinsip Hukum Elektromagnetik	9
Gambar 2.5 Elektromagnetik pada Trafo	10
Gambar 2.6 Relai Proteksi pada Transformator Daya 150/20 kV	11
Gambar 2.7 Pentanahan Langsung dan Pentanahan Melalui NGR	13
Gambar 2.8 Sketsa Penyulang Tegangan Menengah.....	16
Gambar 2.9 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa	20
Gambar 2.10 Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa.....	20
Gambar 2.11 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	21
Gambar 2.12 Rangkaian Pengawatan OCR pada Penyulang 20 kV.....	23
Gambar 2.13 Relai Arus Lebih Waktu Seketika	24
Gambar 2.14 Karakteristik Relai Waktu Seketika.....	25
Gambar 2.15 Relai Arus Lebih Waktu Tertentu.....	26
Gambar 2.16 Karakteristik Relai Waktu Tertentu.....	26
Gambar 2.17 Relai Arus Lebih Waktu Terbalik (<i>Invers Time Relay</i>).....	27
Gambar 2.18 Karakteristik Relai Waktu Terbalik / <i>IDMT Overcurrent Relays</i>	27
Gambar 2.19 Perbandingan Karakteristik SI-VI-EI-LTI	29
Gambar 2.20 Karakteristik Relai Arus Lebih <i>Instantaneous & Definite</i>	29
Gambar 2.21 Karakteristik Relai Arus Lebih <i>Instantaneous & Invers</i>	30
Gambar 2.22 Kurva / Karakteristik Relai	31
Gambar 2.23 Daerah kerja proteksi OCR incoming.....	32
Gambar 2.24 Daerah kerja proteksi OCR sisi 150 kV	36

BAB III KEADAAN UMUM

Gambar 3.1	Gardu Induk New Jakabaring	43
Gambar 3.2	<i>Single Line Diagram (SLD)</i> GI New Jakabaring	44
Gambar 3.3	<i>Single Line Diagram</i> Trafo 3 Belitan GI New Jakabaring	45
Gambar 3.4	Spesifikasi Transformator Daya #1	46
Gambar 3.5	Bagian-bagian Transformator Daya #1	47
Gambar 3.6	<i>Nameplate</i> NGR	48
Gambar 3.7	Diagram Alir Perencanaan	53

BAB IV PEMBAHASAN

Gambar 4.1	Kurva Arus Gangguan Hubung Singkat	61
------------	--	----

DAFTAR TABEL

Hal

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2.1 Kebutuhan Fungsi Relai Proteksi Terhadap Berbagai Gangguan. 12

BAB III KEADAAN UMUM

Tabel 3.1	<i>Setting</i> OCR/GFR Transformator Daya #1 dan 8 Penyulang GI New Jakabaring ULTG Keramasan.....	49
Tabel 3.2	Data Arus Hubung Singkat UPT Palembang.....	52
Tabel 3.3	Data Konduktor Penyulang Kahuripan.....	52
Tabel 3.4	Tahanan (R) dan Reaktansi (XL) Penghantar AAAC Tegangan 20 kV (SPLN 64: 1985).....	52

BAB IV PEMBAHASAN

Tabel 4.1	Impedansi Penyulang urutan positif & negatif.....	56
Tabel 4.2	Impedansi Penyulang urutan nol.....	56
Tabel 4.3	Impedansi Ekuivalen Z_{1eq} (Z_{2eq}).....	57
Tabel 4.4	Impedansi Ekuivalen Z_{0eq}	57
Tabel 4.5	Arus gangguan hubung singkat 3 fasa.....	58
Tabel 4.6	Arus gangguan hubung singkat 2 fasa.....	59
Tabel 4.7	Arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah.....	60
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Arusa Gangguan Hubung Singkat	61
Tabel 4.9	Perbandingan TMS Data dan TMS Perhitungan OCR.....	69
Tabel 4.10	Perbandingan TMS Data dan TMS Perhitungan GFR	70

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Rekomendasi Ujian Akhir
- Lampiran 2 Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 3 Lembar Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran 4 Lembar Pelaksanaan Revisi
- Lampiran 5 Surat Izin Pengambilan Data
- Lampiran 6 *Single Line Diagram* (SLD) GI New Jakabaring
- Lampiran 7 *Nameplate* Transformator Daya #1 60 MVA GI New Jakabaring
- Lampiran 8 *Nameplate* NGR TD #1 60 MVA GI New Jakabaring
- Lampiran 9 Impedansi Kawat Penghantar Menurut SPLN 64 :1995
- Lampiran 10 Data *Short Circuit* UPT Palembang April 2020
- Lampiran 11 Data Setting Proteksi GI New Jakabaring