

Analisis Perencanaan Koordinasi Sistem Proteksi

PT Sinar Alam Permai



LAPORAN AKHIR

**Laporan Akhir Ini disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik**

Oleh

**Amelia Wahyu Safitri
0618 30311254**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2021**

Analisis Perencanaan Koordinasi Sistem Proteksi

PT Sinar Alam Permai



LAPORAN AKHIR

**Laporan Akhir ini Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik**

Oleh

**Amelia Wahyu Safitri
0618 30311254**

Palembang, Juli 2021

Menyetujui,

Pembimbing I

[Handwritten signature] 27/08/2021

**Bersiap Ginting S.T., M.T.
NIP. 196004261986031002**

Pembimbing II

[Handwritten signature]

**Andri Suyadi, S.ST.,M.T.
NIP. 196509301993031002**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

[Handwritten signature]

**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196501291991031002**

**Koordinator Program Studi
Teknik Listrik**

[Handwritten signature]

**Anton Firmansyah, S.T.,M.T.
NIP. 19750924008121001**

'MOTTO'

- ❖ *“Sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”*
(Q.S. Al-Insyirah ayat 6)
- ❖ *Waktu bagaikan pedang. Jika kamu tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu. (HR. Muslim)*
- ❖ *Live is only a path full of efforts (Baekhyun EXO)*
- ❖ *Satisfaction may lead to bad things, while being humble may bring you to good things (Xiaojun Nct)*

KUPERSEMBAHKAN :

- ◆ KEDUA ORANG TUAKU TERCINTA
- ◆ ADIK-ADIKKU DAN KELUARGA BESARKU TERSAYANG
- ◆ DOSEN – DOSEN LISTRIK POLSRI
- ◆ SELURUH TEMAN-TEMAN KELAS 6 LE
- ◆ TEMAN – TEMAN SEPERJUANGANKU, D3K PLN-POLSRI 2017
- ◆ ALMAMATERKU, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

ABSTRAK

ANALISIS PERENCANAAN KOORDINASI SISTEM PROTEKSI PT SINAR ALAM PERMAI

Amelia Wahyu Safitri

061830311254

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

PT. PLN (Persero) dituntut untuk menjaga kualitas penyaluran sistem tenaga listrik kepada pelanggan. Hal ini yang mendorong Perusahaan untuk menjaga keandalan dalam menyalurkan tenaga listrik kepada pelanggan, salah satunya adalah dengan membuat perencanaan koordinasi sistem proteksi yang bekerja dengan selektif dan andal.

Koordinasi sistem proteksi pada jaringan spotload pada sistem tenaga listrik merupakan hal yang cukup rumit, karena relay overcurrent non-directional pada setiap feeder akan mendeteksi pada saat terjadi gangguan pada salah satu feeder yang menyebabkan sistem proteksi pada jaringan tersebut tidak andal. Oleh karena itu pada jaringan spotload digunakan Relay Directional Overcurrent yang akan meningkatkan keandalan dan selektifitas pada jaringan dengan konfigurasi spotload. Salah satu contoh penggunaan Relay Directional Overcurrent ada pada perencanaan sistem jaringan listrik di PT Sinar Alam Permai yang merupakan pelanggan premium PT PLN (Persero) UP3 Palembang dengan daya terpasang sebesar 17,31 MW menggunakan konfigurasi jaringan Spotload. Untuk mengetahui keandalan dari perencanaan koordinasi sistem proteksi maka akan dilakukan analisa terhadap keandalan dari sistem koordinasi proteksi di PT Sinar Alam Permai dengan menggunakan Relay Directional Overcurrent.

Kata Kunci: Sistem Koordinasi Proteksi, Relay Directional Overcurrent

ABSTRACT

ANALYSIS PLANNING OF PROTECTION SYSTEM KOORDINATION PT SINAR ALAM PERMAI

Amelia Wahyu Safitri

061830311254

Department of Electro Engineering

Electrical Engineering Study Program

State Polytechnic of Sriwijaya Palembang

PT. PLN (Persero) to maintain the quality of the electric power system to customers. This has prompted the Company to maintain security in distributing electric power to customers, one of which is by coordinating the protection system that works selectively and reliably.

The coordination of the protection system on the spotload network in the electric power system is quite complicated, because the non-directional overcurrent relay on each feeder will detect when a disturbance occurs in one of the feeders which causes the protection system on the network to be unreliable. Therefore, on the spotload, an Overcurrent Relay is used which will increase network security on the network with a spotload configuration. One example of the use of the Overcurrent Directional Relay is in the planning of the electricity network system at PT Sinar Alam Permai which is a premium customer of PT PLN (Persero) UP3 Palembang with an installed power of 17.31 MW using the Spotload network configuration. To find out from the protection system coordination planning, an analysis of the protection coordination system at PT Sinar Alam Permai will be carried out using Directional Overcurrent Relays.

Keywords: Protection System Coordination, Directional Overcurrent

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas semua berkat rahmat yang telah diberikannya, tak lupa pula sholawat beriring salam penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad Sallahua'alaiwassalam , serta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang senantiasa berjuang demi umatnya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yang selalu memberi dukungan dalam bentuk material maupun spiritual, dan Alhamdulillah syukur atas rahmat dan hidayahnyapenulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul: “**Analisis Perencanaan Koordinasi Sistem Proteksi PT Sinar Alam Permai**”.

Laporan Akhir ini merupakan persyaratan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program diploma III pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

Bapak **Bersiap Ginting, S.T., M.T.**, Sebagai pembimbing I dan Bapak **Andri Suyadi, S.S.T.,M.T.**,Sebagai pembimbing II, beserta Bapak **Ilham Romadhon** selaku mentor 2 di PT PLN (Persero) yang telah membantu memberikan saran serta solusi dalam penyelesaian Laporan Akhir ini. Atas bimbingan dan pengarahan serta bantuan yang telah diberikan dengan ikhlas selama pembuatan Laporan Akhir ini sampai dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam menyelesaikan laporan akhir ini, penulis banyak menerima bantuan dari semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan akhir ini sehingga dapat selesai dengan baik dan tepat waktu.

Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Bersiap Ginting S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Laporan Akhir
2. Bapak Andri Suyadi S.ST., M.T selaku Dosen Pembimbing Laporan Akhir.

3. Seluruh dosen – dosen jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Nur Lukman selaku Mentor 1 sekaligus Manager Bagian Konstruksi di PT. PLN (Persero) UP3 Palembang .
5. Bapak Ilham Romadhon selaku Mentor 2 sekaligus Staff Pengendalian Konstruksi di PT. PLN (Persero) UP3 Palembang.
6. Teman-teman yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan dan penyusunan laporan.

Dalam penyusunan laporan akhir, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Semoga Laporan akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi Politeknik, Perusahaan, dan kita semua. Kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan masa datang sangat penulis harapkan.

Palembang, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	I
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	3
1.3.1 Tujuan.....	3
1.3.2 Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penulisan.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	6
2.1.1 Tujuan sistem proteksi tenaga listrik.....	8
2.1.2 Fungsi sistem proteksi tenaga listrik	8
2.1.3 Syarat-syarat sistem proteksi	9
2.2 Sistem Proteksi Distribusi	10
2.2.1 Sistem distribusi	10
2.2.2 Aspek perencanaan jaringan distribusi.....	12
2.2.3 Konfigurasi Jaringan	13
2.3 Fault Clearing System (FCS).....	17
2.3.1. Trafo instrumen	18
2.3.2. Relay	19

2.3.3. Pemutus tenaga (PMT).....	20
2.3.4. Sumber arus searah	21
2.3.5. Pengawatan (Wiring)	22
2.3.6. Sistem komunikasi.....	22
2.4 Overcurrent Relay (OCR)	22
2.4.1 Skema overcurrent relay	23
2.5.2 Karakteristik relay overcurrent	25
2.5 Ground Fault Relay(GFR).....	30
2.6 Directional Overcurrent Relay	32
2.6.1 Prinsip kerja relay directional overcurrent	33
2.6.2 Polarisasi	36
2.6.3 Pengoperasian relay directional overcurrent.....	36
2.7 Sinkronisasi Jaringan	38
2.8 Thermal Overload Relay	39
2.9 Supply premium	40
2.10 Sistem Koordinasi Proteksi	43
2.10.1 Perhitungan arus hubung singkat	43
2.10.2 Reaktansi pada transformator	44
2.10.3 Impedansi jaringan distribusi	47
2.10.4 Perhitungan koordinasi relay arus lebih	47
2.10.5 Setting Time Multiple Setting (TMS)	49

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Teknik Pengumpulan Data	50
3.1.1 Metode literatur	50
3.1.2 Metode observasi	51
3.1.3 Metode diskusi	51
3.2 Peralatan yang Digunakan.....	51
3.3 Diagram Alir	53
3.4 Data-Data yang Diperoleh	54
3.5 Pengolahan Data	55

3.5.1 Perhitungan <i>Isetting</i>	55
3.5.2 Perhitungan nilai setelan TMS (Time Multiple Setting)	55
3.5.3 Perhitungan highset	56
3.5.4 Perhitungan setting TE (Konstanta Thermis).....	56
3.6 Simulasi Koordinasi Sistem Proteksi	56

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Konfigurasi Perencanaan Jaringan PT Sinar Alam Permai	57
4.2 Sistem Koordinasi Proteksi	59
4.2.1 Arus hubung singkat	59
4.2.2 Diskriminasi relay	68
4.2.3 Perhitungan koordinasi sistem proteksi	71
4.3 Analis Perencanaan Koordinasi Sistem Proteksi	83
4.3.1 Analisis koordinasi sistem proteksi pada gangguan overcurrent di Outgoing Pelanggan	83
4.3.2 Analisis koordinasi sistem proteksi pada gangguan overcurrent di incoming pelanggan.....	85
4.3.3 Analisis koordinasi sistem proteksi pada gangguan Ground Fault di outgoing pelanggan	88
4.3.4 Analisis koordinasi sistem proteksi pada gangguan overcurrent di incoming pelanggan	90
4.3.5 Analisis koordinasi sistem proteksi relay arus lebih di outgoing gardu hubung pelanggan.....	92

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran.....	96

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Hal
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
Gambar 2.1 Sistem Pembangkitan Listrik	10
Gambar 2.2 Sistem Distribusi	10
Gambar 2.3 Pola Jaringan Distribusi Dasar	11
Gambar 2.4 Konfigurasi Tulang Ikan (Fishbone)	13
Gambar 2.5 Konfigurasi Kluster (Leap Frog)	14
Gambar 2.6 Konfigurasi Spindel (Spindle Configuration)	14
Gambar 2.7 Konfigurasi Fork	15
Gambar 2.8 Konfigurasi Spotload	15
Gambar 2.9 Konfigurasi Jala-jala (Grid, Mesh).....	16
Gambar 2.10 Konfigurasi Struktur Garpu.....	16
Gambar 2.11 Konfigurasi Struktur Bunga	16
Gambar 2.12 Konfigurasi Struktur Rantai	17
Gambar 2.13 Fault Clearing Sistem	18
Gambar 2.14 Konstruksi CT	19
Gambar 2.15 Blok Diagram Relay	20
Gambar 2.16 PMT (CB) 20 kV pada Kubikel.....	21
Gambar 2.17 Kurva bentuk perbandingan waktu Overcurrent	23
Gambar 2.18 Koordinasi Waktu Overcurrent Relay	24
Gambar 2.19 Variasi Penyesuaian waktu pada Kurva Karakteristik Relay Arus Lebih	25
Gambar 2.20 Karakteristik Relay Overcurrent Sesaat/Moment.....	26
Gambar 2.21 Karakteristik Rele Arus Lebih Definite Time	26
Gambar 2.23 Kurva karakteristik Inverse standar ANSI	28
Gambar 2.24 Kurva karakteristik Inverse standar IEC	28
Gambar 2.25 Karakteristik Rele Arus Lebih IDMT	29
Gambar 2.26 Kombinasi Karakteristik Waktu Tertentu dan Seketika	29
Gambar 2.27 Kombinasi Karakteristik Waktu Terbalik dan Seketika	30

Gambar 2.28 Kombinasi Karakteristik IDMT dan Seketika.....	30
Gambar 2.29 Penggunaan <i>Relay Directional Overcurrent</i> pada jaringan dengan dua supply	33
Gambar 2.30 Kontrol Arah dan <i>Relay Directional Overcurrent</i>	35
Gambar 2.31 Zona Tripping Proteksi Directional untuk 1 Fasa dengan karakteristik sudut 45°	37
Gambar 2.32 Zona Tripping Proteksi Directional untuk 3 Fasa dengan karakteristik sudut 45°	37
Gambar 2.33 Rangkaian transformator tenaga $Yy\tilde{N}$ dengan belitan delta.....	45
Gambar 2.34 Rangkaian belitan transformator tenaga YY (tanpa belitan delta)	46
Gambar 2.35 Rangkaian arus $3I_0$	46

BAB III METODOLOGI

Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Pembuatan Laporan Akhir	53
---	----

BAB IV PEMBAHASAN

Gambar 4.1 Perencanaan Konfigurasi Jaringan Listrik PT Sinar Alam Permai.....	58
Gambar 4.2 Diskriminasi Relay Arus Lebih 3 Tahap	68
Gambar 4.3 Gangguan 3 Phasa dan 1 Phasa di Outgoing Gardu Hubung Pelanggan	69
Gambar 4.4 Gangguan 3 Phasa dan 1 Phasa di Incoming Gardu Hubung Pelanggan	70
Gambar 4.5 Kurva Koordinasi Sistem Proteksi pada Gangguan Overcurrent di Outgoing Gardu Hubung Pelanggan PT Sinar Alam Permai.....	84
Gambar 4.6 Kurva Koordinasi Sistem Proteksi pada Gangguan Overcurrent di Incoming Pelanggan PT Sinar Alam Permai.....	86
Gambar 4.7 Kurva Koordinasi Sistem Proteksi pada Gangguan Ground Fault di Outgoing Gardu Hubung Pelanggan PT Sinar Alam Permai	89

Gambar 4.8 Kurva Koordinasi Sistem Proteksi pada Gangguan Ground Fault di Incoming Gardu Hubung Pelanggan PT Sinar Alam Permai.....	91
Gambar 4.9 Kurva Koordinasi Sistem Proteksi Relay Overload 1 di Outgoing Gardu Hubung Pelanggan PT Sinar Alam Permai.....	93
Gambar 4.10 Kurva Koordinasi Sistem Proteksi Relay Overload 2 di Outgoing Gardu Hubung Pelanggan PT Sinar Alam Permai.....	93

DAFTAR TABEL

	Hal
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
Tabel 2.1 Faktor α dan β tergantung pada kurva arus vs waktu.....	49
BAB III METODELOGI PENELITIAN	
Tabel 3.1 Data Gardu Induk Mariana	54
Tabel 3.2 Data Transformator Daya	54
Tabel 3.3 Data Penyulang	54
Tabel 3.3 Data Penyulang	55
BAB IV PEMBAHASAN	
Tabel 4.1 Data Trafo 2 GI Mariana	59
Tabel 4.2 Data OCR dan GFR.....	60
Tabel 4.3 Data Penyulang	60
Tabel 4.4 Data Impedansi Penyulang	62
Tabel 4.5 Impedansi Penyulang Urutan Positif dan Negatif.....	63
Tabel 4.6 Impedansi Penyulang Urutan Nol	65
Tabel 4.7 Impedansi Ekuivalen Urutan Positif dan Negatif	66
Tabel 4.8 Impedansi Ekuivalen Urutan Nol.....	66
Tabel 4.9 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa	67
Tabel 4.10 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa.....	67
Tabel 4.11 Perbedaan Setting Arus dan Waktu pada Tiap Tahap ketika terjadi gangguan di Gardu Hubung pelanggan.....	69
Tabel 4.12 Perbedaan Setting Arus dan Waktu pada Tiap Tahap ketika terjadi gangguan di Incoming PT Sinar Alam Permai	70

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1. Nameplate Transformator Tenaga GI Mariana TD-1 30 MVA....	98
Gambar 2. Nameplate Transformator Tenaga GI Mariana TD-2 60 MVA...	98
Gambar 3. Relay TD-1 GI Mariana.....	98
Gambar 4. Relay TD-2 GI Mariana.....	99
Gambar 5. PT Sinar Alam Permai.....	99
Gambar 6. Gardu Hubung PT Sinar Alam Permai.....	98
Gambar 7. Gardu Induk Mariana.....	100
Gambar 8. Kubikel Outgoing Penyulang Selada.....	100
Surat Pengajuan Penambahan Daya PT Sinar Alam Permai.....	101
Nota Dinas Survey dan Kajian Pelanggan	102
Nota Dinas Permintaan Survey Pelanggan PT Sinar Alam Permai	103
Gambar Perencanaan Pembangunan Jaringan Listrik	104
Single Line Diagram Perencanaan PT Sinar Alam Permai	105