

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI PADA PENYULANG KALINGGA
GARDU INDUK NEW JAKABARING UNTUK DISTRIBUSI
TEGANGAN MENENGAH 20 KV KE
PELANGGAN PREMIUM**



LAPORAN AKHIR

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

OLEH

**IKHSAN JIHADI PUTRA
061830311260**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2021**

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI PADA PENYULANG KALINGGA
GARDU INDUK NEW JAKABARING UNTUK DISTRIBUSI
TEGANGAN MENENGAH 20 KV KE
PELANGGAN PREMIUM**



LAPORAN AKHIR

OLEH

**IKHSAN JIHADI PUTRA
061830311260**

Menyetujui,

Pembimbing I,

**Carlos RS, S.T., M.T.
NIP. 196403011989031003**

Pembimbing II,

**Anton Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 197509242008121001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro,**

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

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik,**

**Anton Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 197509242008121001**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Ikhsan Jihadi Putra
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Tanjung Enim, 12 Oktober 2000
Alamat : Jl. Anggrek RT.03 RW.04 Muara Enim
NPM : 061830311260
Program Studi : Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Listrik
Judul Skripsi/Laporan Akhir* : Evaluasi Sistem Proteksi Pada Penyulang Kalingga Gardu Induk New Jakabaring Untuk Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Ke Pelanggan Premium

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Skripsi/Laporan Akhir* ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Skripsi/Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantiaan alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2021

Yang Menyatakan,



(IKHSAN JIHADI PUTRA)

Mengetahui,

Pembimbing I Carlos RS, S.T., M.T

Pembimbing II Anton Firmansyah, S.T., M.T

* Coret yang tidak perlu

MOTTO

Qs Al-Baqarah : 286

“...Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui...”

“Berjalan tak seperti rencana adalah hal yang sudah biasa, jalan satu – satunya adalah jalani sebaik kau bisa”

Dengan penuh rasa syukur, laporan Akhir ini

kupersembahkan kepada :

- *Kedua orangtuaku tersayang yang telah berjuang keras mendukungku sampai ke titik ini...*
- *Saudara-saudaraku, Kak Rino, Mbak Rina, dan Dek Hafidz*
- *Almamater tercinta...Politeknik Negeri Sriwijaya*
- *Semua orang baik yang telah membantu menyusun dan menyelesaikan laporan akhir ini.*

Dan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada :

- *Allah SWT*
- *Rekan-rekan seperjuanganku D3K PLN Palsri 2018*
- *Pembimbing terbaik, Pak Carlos dan Pak Anton*
- *Mentor terbaik, Pak Ilham Romadhon*

ABSTRAK

EVALUASI SISTEM PROTEKSI PADA PENYULANG KALINGGA GARDU INDUK NEW JAKABARING UNTUK DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV KE PELANGGAN PREMIUM

(2021: xii + 52 Halaman + Gambar + Tabel + Lampiran)

Ikhsan Jihadi Putra
061830311260
Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya

Dalam menjalankan bisnis kelistrikan, PT PLN (Persero) membagi proses bisnisnya menjadi tiga bagian utama, yaitu proses pembangkitan, proses penyaluran (Transmisi & Gardu Induk), serta proses distribusi yang merupakan bagian akhir dari rangkaian proses ketenagalistrikan. Penyaluran tenaga listrik dari penyedia daya PT PLN (Persero) ke pelanggan melalui jaringan distribusi dimulai dari gardu induk kemudian salurakan ke masing – masing pelanggan. Dalam proses distribusi tenaga listrik ke pelanggan membentuk suatu jaringan yang terdiri dari beberapa gardu hubung. Dalam operasi distribusi tenaga listrik dari beberapa gardu hubung sering terjadi gangguan seperti gangguan hubung singkat. Untuk pengamanan jaringan saluran terhadap hubung singkat tersebut sering terjadi pemutusan yang mengakibatkan terputusnya keseluruhan jaringan distribusi padahal gangguan tersebut tidak ada kaitannya dengan jaringan distribusi tersebut. Oleh karena itu diperlukan *setting relay* yang baik sebagai bagian dari sistem proteksi agar bisa melokalisir letak gangguan. Untuk melihat syarat-syarat dari sistem proteksi terpenuhi seperti sensitivitas dan melokalisir letak gangguan, maka sistem proteksi pada jaringan distribusi tersebut harus dievaluasi. Laporan Akhir ini akan membahas tentang hal tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diperoleh *setting relay* arus lebih Incoming Penyulang $I_p = 393,8$ A dengan TMS = 0,248, *setting relay* Outgoing Penyulang $I_p = 299,2$ A dengan TMS = 0,319, *setting relay* Gardu Hubung Bowling $I_p = 1905$ A dengan TMS = 0,199, *setting relay* Gardu Hubung Poltekpar $I_p = 299,2$ A dengan TMS = 0,049. *Setting relay* gangguan tanah Incoming Penyulang $I_p = 28,48$ A dengan TMS = 0,33, *setting relay* Outgoing Penyulang $I_p = 28,48$ A dengan TMS = 0,232, *setting relay* Gardu Hubung Bowling $I_p = 28,44$ A dengan TMS = 0,134, *setting relay* Gardu Hubung Poltekpar $I_p = 27,2$ A dengan TMS = 0,034.

Kata Kunci: Koordinasi Proteksi, Relay Arus Lebih, Relay Gangguan Tanah, OCR, GFR

ABSTRACT

EVALUATION OF THE PROTECTION SYSTEM AT THE KALINGGA FEEDER AT NEW JAKABARING SUBSTANCE FOR 20 KV MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION TO PREMIUM CUSTOMERS

(2021 : xii + 52 Pages + Figure + Table + Attachment)

Ikhsan Jihadi Putra
061830311260
Electrical Engineering Major
Electrical Engineering Study Program
Politeknik Negeri Sriwijaya

In running the electricity business, PT PLN (Persero) divides its processes business into three parts The main components are the generation process, the distribution process (Transmission & Substation), as well as the distribution process which is the final part of a series of electricity processes. The distribution of electricity from the power provider PT PLN (Persero) to customers through the distribution network starts from the substation and then is distributed to each customer. In the process of distributing electricity to customers, it forms a network consisting of several connecting substations. In the operation of the distribution of electricity from several substations, disturbances such as short circuits often occur. In order to secure the channel network against short circuits, frequent disconnections result in the entire distribution network being cut off even though the disturbance has nothing to do with the distribution network. Therefore, it is necessary to have a good relay setting as part of the protection system in order to be able to locate the fault. To see that the requirements of the protection system are met, such as sensitivity and localizing the location of the fault, the protection system on the distribution network must be evaluated. This Final Report will discuss this matter. Based on the results of the calculations carried out, obtained the setting overcurrent relay Incoming Feeder $I_p = 393.8$ A with TMS = 0.248, setting relay Feeder Outgoing $I_p = 299.2$ A with TMS = 0.319, setting Contacts substation relay Bowling $I_p = 1905$ A with TMS = 0.199, setting relay substation Contacts Poltekpar $I_p = 299.2$ A with TMS = 0.049. Setting ground faultt relay Incoming Feeder $I_p = 28,48$ A with TMS = 0.033, setting relay Feeder Outgoing $I_p = 28,48$ A with TMS = 0.232, setting Contacts substation relay Bowling $I_p = 28,44$ A with TMS = 0.134, setting relay substation Contacts Poltekpar $I_p = 27,2$ A with TMS = 0.034.

Keywords: Coordination Overcurrent Relay, Ground Fault Relay, OCR, GFR

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul "**Evaluasi Sistem Proteksi pada Penyulang Kalingga Gardu Induk New Jakabaring untuk Distribusi Tegangan Menengah 20 kV ke Pelanggan Premium**".

Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Laporan Akhir pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Diploma (D-III) Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Selama penyusunan dan penulisan laporan ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang memberikan rahmat dan karunia-Nya, yang memberikan keajaiban, kemudahan dan kelancaran dalam menyusun dengan tuntas laporan akhir ini;
2. Kedua Orang Tuaku, yang tanpa henti memberikan dukungan moral dan materil, yang memberikan sumbangsih doa paling hebat dan paling ikhlas yang mampu menghantarkan saya sampai ke titik ini;
3. Saudara-saudara kandungku. Rino Pratama, Rina Aryani, dan Hafidz Hirzan Nasrullah yang menjadi penenang hati selama ini;
4. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya;
5. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Sriwijaya;
6. Bapak Destra Andika Pratana, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya;
7. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya dan Dosen Pembimbing yang telah membimbing selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Laporan Akhir ini;

8. Bapak Carlos RS, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang membimbing selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Laporan Akhir ini;
9. Bapak Nur Lukman, selaku Manager Bagian Konstruksi PT PLN (Persero) UP3 Palembang sekaligus sebagai Mentor 1;
10. Bapak Ilham Romadhon, selaku Staff Bagian Konstruksi PT PLN (Persero) UP3 Palembang sekaligus sebagai Mentor 2;
11. Seluruh Staff Pengajar, Administrasi, dan Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Listrik atas bantuan dan kemudahan yang di berikan dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini;
12. Seluruh Staff dan Pegawai yang ada di PT PLN (Persero) UP3 Palembang yang telah memberikan masukan, bimbingan serta dukungan selama pelaksanaan pembuatan laporan akhir;
13. Teman seperjuangan OJT bagian Konstruksi UP3 Palembang, Amelia Wahyu Safitri dan Silvia Andaresta, yang telah banyak membantu, memberikan dukungan, serta kritik dan saran yang bermanfaat dalam menyelesaikan laporan ini;
14. Teman-teman Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Angkatan 2018 yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Laporan ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Laporan ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho-Nya kepada penulis dan kepada kita semua, Aamiin.

Palembang, 29 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
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 Metodelogi Penulisan	3
1.5.1 Metode Referensi	3
1.5.2 Metode Observasi.....	3
1.5.3 Metode Wawancara.....	3
1.5.4 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5

2.1	Sistem Tenaga Listrik.....	5
2.2	Gardu Hubung	6
2.3	Sistem Proteksi	6
2.4	Syarat Sistem Proteksi.....	7
2.5	Fault Clearing System (FCS)	8
2.6	Relay Arus Lebih / <i>Over Current Relay</i>	9
2.7	Karakteristik Relay Arus Lebih.....	10
2.7.1	Relay Arus Lebih Sesaat/Moment (<i>Instantaneous Overcurrent Relay</i>) 10	
2.7.2	Relay Arus Lebih Waktu Tunda (<i>Time Delay Overcurrent Relay</i>)	11
2.8	Prinsip Kerja <i>Relay</i> Arus Lebih.....	12
2.9	Arus Gangguan Hubung Singkat.....	13
2.10	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	14
2.10.1	Perhitungan Impedansi Sumber	14
2.10.2	Perhitungan Reaktansi Trafo Tenaga.....	14
2.10.3	Perhitungan Impedansi Penyulang.....	15
2.10.4	Perhitungan Impdansai Ekuivalen Jaringan.....	15
2.10.5	Perhitungan Arus Hubung Singkat Fasa	16
2.11	<i>Setting Relay</i> Arus Lebih.....	17
2.12	Layanan Premium PT PLN	19
2.13	ETAP 19.0.1	20
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Metodologi Penelitian	21
3.2	Tempat dan Waktu Pengumpulan Data.....	21
3.3	Bahan dan Peralatan yang Digunakan.....	21

3.4	Prosedur.....	24
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		26
4.1	<i>Setting</i> Arus dan Waktu Kerja <i>Relay</i>	26
4.1.1	<i>Setting</i> Arus.....	26
4.1.2	<i>Setting</i> Waktu.....	27
4.2	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	27
4.2.1	Perhitungan Impedansi Sumber.....	27
4.2.2	Perhitungan Reaktansi Transformator.....	28
4.2.3	Perhitungan Impedansi Penyulang.....	28
4.2.4	Perhitungan Impedansi Ekuivalen.....	33
4.2.5	Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	37
4.3	Karakteristik Waktu Kerja Relay.....	41
4.3.1	Relay Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i>).....	41
4.3.2	Relay Gangguan Tanah (<i>Ground Fall Relay</i>).....	43
4.4	Pembahasan.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran.....	52

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2. 1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	5
Gambar 2. 2 Fault Clearing System	9
Gambar 2. 3 Karakteristik Relay Arus Lebih.....	10
Gambar 2. 4 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih Sesaat / Instant.....	11
Gambar 2. 5 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Tertentu.....	11
Gambar 2. 6 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih Inverse Time.....	12
Gambar 2. 7 Diagram Pengawatan <i>Relay</i> Arus Lebih	13
Gambar 4. 1 Jaringan Penyulang Kalingga	29
Gambar 4. 2 Penyulang Kalingga GI New Jakabaring – GH Bowling.....	30
Gambar 4. 3 Penyulang Kalingga GH Bowling – GH Poltekpar.....	31
Gambar 4. 4 Penyulang Kalingga GI New Jakabaring – GH Poltekpar	32
Gambar 4. 5 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa Penyulang Kalingga.....	46
Gambar 4. 6 Arus Gangguan 1 Fasa Penyulang Kalingga.....	46
Gambar 4. 7 Kurva Karakteristik Koordinasi <i>Relay</i> Arus Lebih (Perhitungan) Penyulang Kalingga	49
Gambar 4. 8 Kurva Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih (Eksisting PLN).....	49
Gambar 4. 9 Kurva Karakteristik Koordinasi <i>Relay</i> Gangguan Tanah (Perhitungan) Penyulang Kalingga	50
Gambar 4. 10 Kurva <i>Relay</i> Gangguan Tanah (Existing) PT PLN	51

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2. 1 <i>Setting</i> Waktu (TMS) Berdasarkan Tipe <i>Relay</i>	18
Tabel 3. 1 Data Trafo Tenaga – 2 Gardu Induk New Jakabaring	22
Tabel 3. 2 Data Impedansi Penyulang Kalingga.....	22
Tabel 3. 3 Data <i>Relay</i>	23
Tabel 3. 4 Data <i>Relay</i> yang Digunakan.....	23
Tabel 4. 1 Impedansi Penyulang Kalingga – Ujung Penyulang.....	29
Tabel 4. 2 Impedansi Penyulang GI New Jakabaring – GH Bowling	30
Tabel 4. 3 Impedansi Penyulang GH Bowling – GH Poltekpar	31
Tabel 4. 4 Impedansi Penyulang GH Poltekpar – Ujung Penyulang	32
Tabel 4. 5 Impedansi Ekuivalen Penyulang Urutan Positif dan Negatif $Z_1 / Z_2 (\Omega)$ GI New Jakabaring – GH Bowling	33
Tabel 4. 6 Impedansi Ekuivalen Penyulang Urutan Nol $Z_0 (\Omega)$ GI New Jakabaring – GH Bowling	34
Tabel 4. 7 Impedansi Ekuivalen Penyulang Urutan Positif dan Negatif $Z_1 / Z_2 (\Omega)$ GH Bowling – GH Poltekpar	34
Tabel 4. 8 Impedansi Ekuivalen Penyulang Urutan Nol $Z_0 (\Omega)$ GH Bowling – GH Poltekpar	35
Tabel 4. 9 Impedansi Ekuivalen Penyulang Urutan Positif dan Negatif $Z_1 / Z_2 (\Omega)$ GH Poltekpar – Ujung Jaringan	36
Tabel 4. 10 Impedansi Ekuivalen Penyulang Urutan Nol $Z_0 (\Omega)$ GH Poltekpar – Ujung Jaringan	36
Tabel 4. 11 Arus Gangguan Hubung Singkat 3 GI New Jakabaring – GH Bowling	37
Tabel 4. 12 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Phasa GI New Jakabaring – GH Bowling.....	38

Tabel 4. 13 Arus Gangguan Hubung Singkat GH Bowling – GH Poltekpar.....	39
Tabel 4. 14 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Phasa GH Bowling – GH Poltekpar	39
Tabel 4. 15 Arus Gangguan Hubung Singkat GH Poltekpar - Ujung.....	40
Tabel 4. 16 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Phasa GH Poltekpar – Ujung Penyulang.....	40
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Waktu Kerja OCR Penyulang Kalingga	47
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Waktu Kerja GFR Penyulang Kalingga	48

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Single Line Diagram Proteksi Penyulang Kalingga
- Lampiran 2. Single Line Diagram Gardu Penyulang Kalingga
- Lampiran 3. Data Setting Proteksi Gardu Induk New Jakabaring
- Lampiran 4. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
- Lampiran 5. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
- Lampiran 6. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
- Lampiran 7. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
- Lampiran 8. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 9. Lembar Revisi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 10. Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir