



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK
KOORDINASI RELAY PROTEKSI *FEEDER* SINGOSARI
AKIBAT INTEGRASI PLTS 0,5 MW ITN MALANG

Wenseslaus Lazar Zuriel
NIM 1912029

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2023



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – TEKNIK ENERGI LISTRIK

**KOORDINASI RELAY PROTEKSI *FEEDER* SINGOSARI
AKIBAT INTEGRASI PLTS 0,5 MW ITN MALANG**

Wenseslaus Lazar Zuriel
NIM 1912029

Dosen pembimbing
Awan Uji Krismanto. ST., MT., Ph.D

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2023**



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Wenseslaus Lazar Zuriel
NIM : 19.12.029
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Energi Listrik
Masa Bimbingan : Semester Genap 2022-2023
Judul Skripsi : KOORDINASI RELAY PROTEKSI
FEEDER SINGOSARI AKIBAT
INTEGRASI PLTS 0,5 MW
ITN MALANG

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu
(S-1) pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 25 Juli 2023
Nilai : **88.9** *f*

Panitia Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

Sekretaris Majelis Penguji

Sotvohadi, ST., MT.
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Widodo Pudi Muljanto, MT.
NIP. Y. 1028700171

Dosen Penguji II

Dr. Irrine Badi Sulistiawati, ST., MT
NIP. 19770615 200501 2 002



LEMBAR PENGESAHAN

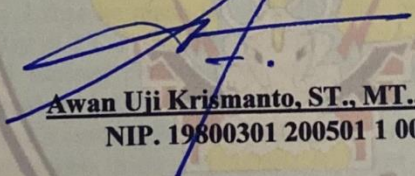
**KOORDINASI RELAY PROTEKSI FEEDER SINGOSARI
AKIBAT INTEGRASI PLTS 0,5 MW ITN MALANG**

SKRIPSI


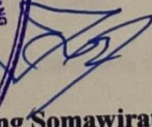
**Wenseslaus Lazar Zuriel
NIM 1912029**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk
memperoleh gelar sarjana teknik
Pada
Program studi teknik energi listrik
Institut Teknologi Nasional Malang**

**Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing I**


Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19800301 200501 1 002

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Eng. Komang Somawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

**MALANG
Juli 2023**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan YME atas berkat dan rahmat nya penyusunan skripsi yang berjudul “**KOORDINASI RELAY PROTEKSI FEEDER SINGOSARI AKIBAT INTEGRASI PLTS 0,5 MW ITN MALANG**” dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerja sama dari berbagai pihak dan berkat Tuhan YME sehingga kendala-kendala yang dihadapi dapat diatasi. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada Bapak dan Ibu yang senantiasa mendoakan, memberikan bantuan moril, materi, dan nasehat selama penulis menjalani pendidikan.

Selanjutnya ucapan terima kasih penulis sampaikan pula kepada :

1. Bapak A.Eko Yudiyanto, Ibu Maria Sri Pidjiastuti, Eyang Sularmi, dan Tante Ida Retnani yang selalu mendoakan saya, membimbing, dan memberi penyemangat untuk terus berjuang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis selama mengerjakan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT. selaku Dosen Penguji I yang telah membantu dalam memberikan masukan terhadap hasil simulasi.
5. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT. selaku Dosen Penguji II yang telah membantu dalam penulisan dan masukan.
6. Bapak Husein selaku Spv Teknik PT.PLN (Persero) ULP Singosari yang membantu memberikan data yang dibutuhkan penulis untuk menyelesaikan skripsi.
7. Teman-teman dari angkatan 2019 dan Asisten Laboratorium Konversi Energi Elektrik, terima kasih untuk canda, tawa, dan semangatnya.

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wenseslaus Lazar Zuriel
NIM : 19.12.029
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro / Energi Listrik
ID KTP / Paspor : 3171031104010004
Alamat : JL. Bougenvile No.16 RT 009 / RW 010
Cempaka Baru. Kemayoran. Jakarta
Pusat
Judul Skripsi : KOORDINASI *RELAY* PROTEKSI
FEEDER SINGOSARI AKIBAT
INTEGRASI PLTS 0,5 MW
ITN MALANG

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 2 Agustus 2023
Yang membuat pernyataan



Wenseslaus Lazar Zuriel
NIM 19.12.029

ABSTRAK

KOORDINASI RELAY PROTEKSI *FEEDER* SINGOSARI AKIBAT INTEGRASI PLTS 0,5 MW ITN MALANG

Wenseslaus Lazar Zuriel, NIM 1912029

Dosen pembimbing I : Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D

Interkoneksi PLTS mengubah karakteristik dari jaringan utilitas eksisting. Interkoneksi PLTS berpengaruh terhadap peningkatan arus hubung singkat. Masalah pada sistem proteksi dapat terjadi dalam bentuk penyetelan *relay*, *islanding*, dan peningkatan arus hubung singkat. Kemanan sistem perlu ditingkatkan lagi dalam memproteksi gangguan dengan memperkecil daerah gangguan. *Relay* yang digunakan yaitu OCR dan GFR. Dimana pihak perusahaan perlu mengevaluasi setting salah satu *relay* pengaman agar mendapatkan setting yang terkoordinasi dengan baik, selektifitas yang tinggi, dan handal. Langkah pertama yaitu mengetahui arus hubung singkat 3 fasa untuk OCR, sedangkan 1 fasa ke tanah untuk GFR. Dari hasil analisis dan kondisi setting *relay* di PT. PLN (Persero) tidak jauh berbeda, hanya saja OCR pada PMT Gabriel perlu adanya setting ulang karena waktu bekerja *relay* mengalami keterlambatan bekerja dengan waktu setting *time-dial* awal yaitu 0,3 *second* jika dibiarkan dalam waktu jangka panjang maka dapat berdampak pada kerusakan peralatan jaringan listrik. Hasil *calculation* serta simulasi untuk *relay* OCR pada PMT Gabriel dengan *pick-up* 0,15 A dan *time-dial* 0,2 *second* dan *instantaneous* dengan *pick-up* 10,43 A dan *time-dial* 0,46 *second*. Analisis ini dapat menjadi rekomendasi setting *relay* OCR dan GFR.

Kata kunci : Nilai *Short Circuit*, Koordinasi Proteksi, OCR, GFR

ABSTRACT

RELAY PROTECTION COORDINATION OF SINGOSARI FEEDER DUE TO SOLAR POWER PLANT 0,5 MW ITN MALANG INTEGRATION

**Wenseslaus Lazar Zuriel, NIM 1912029
Supervisor I : Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.**

PLTS interconnection changes the characteristics of the existing utility network. The PLTS interconnection has an effect on increasing the short circuit current. Problems in the protection system can occur in the form of relay adjustments, islanding, and increased short circuit currents. System security needs to be improved again in protecting interference by minimizing the interference area. The relays used are OCR and GFR. Where the company needs to evaluate the setting of one of the safety relays in order to get a well-coordinated, high selectivity, and reliable setting. The first step is to find out the 3-phase short circuit current for OCR, while 1-phase to ground for GFR. From the results of the analysis and the conditions of the relay settings at PT. PLN (Persero) are not much different, only the OCR on the Gabriel PMT needs to be reset because the working time of the relay is delayed with the initial time dial of 0.3 seconds if left on for a long time may result in damage to electrical network equipment. Calculation and simulation results for the OCR relay on PMT Gabriel with a pick-up of 0.15 A and a time dial of 0.2 seconds and instantaneous with a pick-up of 10,43 A and a time dial of 0.46 seconds. This analysis can be a recommendation for OCR and GFR relay settings.

Keywords : Short Circuit Value, Coordination of Protection, OCR, GFR

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Gangguan dan Klasifikasi Gangguan.....	7
2.2 Gangguan Hubung Singkat	8
2.2.1 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	8
2.2.2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	9
2.2.3 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah.....	10
2.2.4 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa	10
2.3 Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik	11
2.4 Sistem Distribusi	13
2.5 Sistem Integrasi PLTS Terdistribusi	14
2.6 Komponen Proteksi Sistem Tenaga Listrik	16
2.6.1 <i>Current Transformer</i>	17
2.6.2 <i>Relay</i> Proteksi.....	17
2.6.3 Pemutus Tenaga.....	18
2.7 <i>Relay</i> Arus Lebih atau <i>Overcurrent Relay</i> (OCR)	19
2.7.1 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih (OCR).....	19
2.7.2 Prinsip Kerja OCR	24
2.8 Penyetelan <i>Relay</i> Arus Lebih	25
2.8.1 Setting <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu <i>Inverse</i>	25
2.8.2 Setting <i>Relay</i> Arus Lebih Waktu Instan.....	26
2.9 <i>Relay</i> Gangguan Tanah.....	27
2.9.1 Prinsip Kerja GFR	30
2.9.2 Setting <i>Relay</i> GFR	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Lokasi pengambilan data	31
3.2 Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.3 Metode Penelitian.....	31
3.4 <i>Software ETAP Power Station</i>	32
3.5 Perencanaan Simulasi Menggunakan <i>ETAP Power Station</i> <i>19.0.1</i>	33
3.6 Algoritma Simulasi Pada <i>Software ETAP Power Station</i> <i>19.0.1</i>	39
3.7 Proses Pelaksanaan Koordinasi Relay Proteksi yang Terintegrasi PLTS ITN Malang.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Analisis Aliran Daya	41
4.2 Analisis Hubung Singkat	42
4.2.1 Hasil Hubung Singkat 3 Fasa	43
4.2.2 Hasil Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.....	43
4.3 Kondisi Awal Sebelum Disetting	44
4.3.1 Perhitungan dan Setting Ulang <i>Relay</i> Pengaman Pada PMT Tasikmadu	45
4.4 Kondisi Awal Sebelum di Setting	47
4.4.1 Perhitungan dan Setting Ulang <i>Relay</i> Pengaman pada PMT Gabriel.....	48
4.5 Kondisi Awal Sebelum di Setting	52
4.5.1 Perhitungan dan Setting Ulang <i>Relay</i> Pengaman pada PMT Joglo.....	53
4.6 Pengaturan Koordinasi <i>Ground Fault Relay</i> (GFR).....	54
4.7 Kondisi Awal <i>Ground Fault Relay</i> Sebelum di Setting	55
4.7.1 Perhitungan dan Setting Ulang <i>Ground Fault Relay</i> (GFR).....	56
4.8 Kondisi Awal <i>Ground Fault Relay</i> Sebelum di Setting	59
4.8.1 Perhitungan dan Setting Ulang <i>Ground Fault Relay</i> (GFR).....	60
4.9 Kondisi Awal <i>Ground Fault Relay</i> Sebelum di Setting	63
4.9.1 Perhitungan dan Setting Ulang <i>Ground Fault Relay</i> (GFR).....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	8
Gambar 2. 2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	9
Gambar 2. 3 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah.....	10
Gambar 2. 4 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa	10
Gambar 2. 5 Integrasi PLTS Terdistribusi	15
Gambar 2. 6 Element Proteksi Sistem Tenaga Listrik	16
Gambar 2. 7 Rangkaian Sederhana <i>Relay</i> dan Pemutus Tenaga	19
Gambar 2. 8 Karakteristik OCR Tipe Seketika	20
Gambar 2. 9 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih Seketika	20
Gambar 2. 10 Karakteristik OCR Tipe Waktu Tertentu	21
Gambar 2. 11 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih Tertentu	21
Gambar 2. 12 Karakteristik OCR Tipe Berbanding Terbalik	22
Gambar 2. 13 Karakteristik Relai Arus Lebih Berbanding Terbalik	22
Gambar 2. 14 Arus Kerja (<i>Pick-up</i>) dan Arus Kembali (<i>drop-off</i>).....	23
Gambar 2. 15 Karakteristik Operasi Arus <i>Pick-up</i> dan <i>Drop-off</i>	23
Gambar 2. 16 Rangkaian Pengawatan OCR	25
Gambar 2. 17 <i>Single Line Diagram</i> Pemasangan GFR	29
Gambar 2. 18 Rangkaian Pengawatan OCR dan GFR	29
Gambar 3. 1 Tampilan Lembar Kerja Pada <i>Software</i> ETAP	33
Gambar 3. 2 <i>Single Line Diagram</i> Jaringan Distribusi Karangploso	33
Gambar 3. 3 <i>Single Line Diagram</i> dengan <i>ETAP Power Station</i>	34
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> dan Simulasi Setting <i>Relay</i>	40
Gambar 4. 1 Aliran Daya Sebelum Terintegrasi dengan PLTS	41
Gambar 4. 2 Aliran Daya Sesudah Terintegrasi dengan PLTS	42
Gambar 4. 3 Kondisi Awal Kurva <i>Relay</i> Arus Lebih Pada PMT Tasikmadu	44
Gambar 4. 4 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih pada PMT Tasikmadu <i>Type</i> <i>Micom (ALSTOM P127)</i>	46
Gambar 4. 5 Hasil Koordinasi <i>Relay</i> pada PMT Tasikmadu	46
Gambar 4. 6 Kondisi Awal Kurva <i>Relay</i> Arus Lebih pada PMT Gabriel	47
Gambar 4. 7 Karakteristik <i>Relay</i> Arus Lebih <i>Type Micom (ALSTOM</i> <i>P127)</i> pada PMT Gabriel Setelah Penyettingan Baru	49

Gambar 4. 8 Kurva <i>Relay</i> Arus Lebih pada PMT Gabriel Setelah Dilakukan Penyettingan Ulang.....	50
Gambar 4. 9 Hasil Koordinasi <i>Relay</i> pada PMT Gabriel.....	51
Gambar 4. 10 Kondisi Awal Kurva <i>Relay</i> Arus Lebih pada PMT Joglo	52
Gambar 4. 11 Hasil Koordinasi <i>Relay</i> pada PMT Joglo Setelah Setting Baru.....	54
Gambar 4. 12 Kurva Grafik Awal <i>Ground Fault Relay</i> pada PMT Tasikmadu	55
Gambar 4. 13 Karakteristik <i>Relay</i> GFR pada PMT Tasikmadu Setelah Penyettingan Ulang.....	57
Gambar 4. 14 Kurva <i>Relay Ground Fault Relay</i> pada PMT Tasikmadu Setelah Dilakukan Penyettingan Ulang.....	58
Gambar 4. 15 Kurva Grafik Awal <i>Ground Fault Relay</i> pada PMT Gabriel.....	59
Gambar 4. 16 Karakteristik <i>Relay</i> GFR pada PMT Gabriel Setelah Penyettingan Ulang.....	61
Gambar 4. 17 Kurva Grafik <i>Ground Fault Relay</i> pada PMT Gabriel Setelah Penyettingan Ulang.....	62
Gambar 4. 18 Kurva Grafik <i>Ground Fault Relay</i> pada PMT Joglo	63
Gambar 4. 19 Karakteristik <i>Relay</i> GFR pada PMT Joglo.....	65
Gambar 4. 20 Kurva Grafik <i>Ground Fault Relay</i> pada PMT Joglo Setelah Penyettingan Ulang.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Koefisien <i>Inverse Time Dial</i>	26
Tabel 4. 1 Hubung Singkat 3 Fasa Sebelum dan Sesudah Terintegrasi PLTS	43
Tabel 4. 3 Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah Sebelum dan Sesudah Terintegrasi PLTS	43