

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ANALISIS *SETTING OVER CURRENT RELAY OCR) GROUND FAULT RELAY (GFR) DAN RECLOSER FEEDER INDI PT. PLN (PERSERO) RAJAPOLAH DENGAN APLIKASI ETAP 16.0.0*”**

Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Siliwangi. Tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung membantu kelancaran penulisan ini, diantaranya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Ridho-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.
2. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan baik secara moril ataupun materil juga doa yang senantiasa mengantarkan penulis hingga menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.
3. Drs. H. Abdul Chobir, M.T. selaku Dosen Wali sekaligus pembimbing satu yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama penyusunan Proposal Tugas Akhir.
4. Ifkar Usrah, S.T,M.T. selaku pembimbing dua yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama penyusunan Proposal Tugas Akhir.
5. Bapak Prof. Dr. Eng. H. Aripin selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Siliwangi.

6. Bapak Ir. Firmansyah M.S.N., ST. M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Siliwangi.
7. Bapak Dosen khusus jurusan Teknik Elektro di Universitas Siliwangi yang telah membekali penulis dengan beberapa disiplin ilmu yang berguna.
8. Bapak Bambang Wawan Irawan selaku Manager ULP Rajapolah tahun 2021 serta Bapak Agus selaku Manager ULP Rajapolah tahun 2022, Bapak Dody selaku Supervisor Teknik ULP Rajapolah, Bapak Danny selaku bagian teknisi, Bu Regina selaku pengolah data bagian teknik, Bapak Yudiana selaku kepala bagian administrasi serta Bapak Alfi selaku bagian administrasi yang telah memberikan izin tempat serta berkenan memberikan data yang dibutuhkan penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir;
9. Teman-teman seperjuangan Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro angkatan 2017, yang telah banyak berdiskusi dan bekerja sama dengan penulis selama masa pendidikan.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Tasikmalaya, 27 Desember 2022

Penulis,

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Perumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.5 Batasan Masalah.....	I-5
1.6 Sistematika Pembahasan .....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-7
2.1 Pengertian Sistem Proteksi .....	II-7
2.1.1 Fungsi Sistem Proteksi.....	II-7
2.1.2 Syarat – Syarat Relai Proteksi .....	II-8
2.1.3 Pembagian Daerah Proteksi .....	II-11
2.2 Gangguan Hubung Singkat ( <i>Short Circuit Fault</i> ) .....	II-12
2.2.1 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa .....	II-15
2.2.2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa.....	II-16
2.2.3 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah.....	II-18
2.3 Prinsip Dasar Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	II-19
2.4 Sistem Per Unit.....	II-23
2.5 Penutup Balik Otomatis (PBO) / <i>Recloser</i> .....	II-25
2.5.1 Pengertian <i>Recloser</i> .....	II-25
2.5.2 Fungsi <i>Recloser</i> .....	II-26
2.5.3 Sifat Penutup Balik Otomatis ( <i>Recloser</i> ).....	II-26
2.6 Relai Arus Lebih / <i>Over Current Relay</i> (OCR).....	II-27

2.6.1 Pengertian OCR .....	II-27
2.6.2 Jenis Relai Berdasarkan Karakteristik Waktu.....	II-28
2.6.3 Prinsip Kerja OCR .....	II-30
2.6.4 <i>Setting</i> OCR .....	II-31
2.7 Relai Hubung Tanah / <i>Ground Fault Relay</i> (GFR) .....	II-32
2.7.1 Pengertian <i>Ground Fault Relay</i> (GFR).....	II-32
2.7.2 Prinsip Kerja <i>Ground Fault Relay</i> (GFR).....	II-33
2.7.3 <i>Setting Ground Fault Relay</i> (GFR).....	II-33
2.7.4 <i>Setting</i> Waktu (TMS).....	II-34
2.8 ETAP ( <i>Electric Transient and Analysis Program</i> ) 16.0.0.....	II-34
2.8.1 Analisa Gangguan Hubung Singkat.....	II-35
2.8.2 Analisa Hubung Singkat dengan ETAP 16.0.0.....	II-35
2.9 Penelitian Terkait .....	II-39
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>III-43</b>
3.1 Metode Penelitian.....	III-43
3.2 Observasi dan Analisis Masalah.....	III-44
3.3 Studi Literatur.....	III-45
3.4 Pengumpulan Data dan Validasi Data.....	III-45
3.5 Pembuatan <i>Single Line Diagram</i> dan Memasukkan Data Pada <i>Software</i> ETAP 16.00 .....	III-47
3.6 Perhitungan Manual Arus Gangguan Hubung Singkat dan Perhitungan <i>Setting</i> OCR dan GFR .....	III-48
3.7 Analisis <i>Setting</i> Relai .....	III-49
3.8 Perbaikan <i>Setting</i> Relai Proteksi OCR dan GFR.....	III-49
3.9 <i>Star Protective Device Coordination</i> .....	III-49
3.10 <i>Software</i> ETAP 16.0.0 <i>Power Solution</i> .....	III-50
3.11 Tempat dan Waktu Penelitian .....	III-50
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....</b>	<b>IV-51</b>
4.1 Sistem Kelistrikan pada <i>Feeder</i> INDI.....	IV-51
4.2 Gangguan Hubung Singkat .....	IV-59
4.3 Perhitungan Gangguan Hubung Singkat .....	IV-59
4.3.1 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat ( <i>MVAsc</i> ).....	IV-59
4.3.2 Impedansi Dasar Sisi 150 kV.....	IV-59
4.3.3 Impedansi Sumber .....	IV-60
4.3.4 Reaktansi Transformator.....	IV-60
4.3.4.1 Penyulang INDI .....	IV-61

4.3.4.2 Penyulang BNKL.....	IV-63
4.3.5 Perhitungan Impedansi Penyulang.....	IV-65
4.3.6 Perhitungan Impedansi Beban <i>Feeder</i> .....	IV-70
4.3.7 Perhitungan Urutan Positif/Negatif dan Urutan Nol.....	IV-71
4.3.8 Arus Gangguan Hubung Singkat .....	IV-112
4.4 Perhitungan Setting Relai OCR ( <i>Over Curret Relay</i> ), GFR ( <i>Ground Fault Relay</i> ) dan <i>Recloser</i> .....	IV-119
4.4.1 <i>Setting Recloser</i> BOJO .....	IV-120
4.4.1.1 <i>Setting Relai OCR</i> .....	IV-120
4.4.1.2 <i>Setting Relai GFR</i> .....	IV-121
4.4.2 <i>Setting Penyulang INDI</i> .....	IV-122
4.4.2.1 <i>Setting Relai OCR Outgoing</i> .....	IV-122
4.4.2.2 <i>Setting Relai GFR Outgoing</i> .....	IV-123
4.4.2.3 <i>Setting Relai OCR Incoming</i> .....	IV-124
4.4.2.4 <i>Setting Relai GFR Incoming</i> .....	IV-125
4.5 Perbandingan <i>Setting Relai Data Existing</i> dengan <i>Resetting</i> .....	IV-126
4.6 Simulasi <i>Resetting</i> Relai Menggunakan ETAP 16.0.0.....	IV-127
4.6.1 Pemodelan.....	IV-127
4.6.2 Koordinasi <i>Setting Relai Penyulang INDI</i> .....	IV-130
4.6.3 Perbandingan Kurva Karakteristik Arus terhadap Waktu ( <i>Time Curve Current</i> ).....	IV-133
4.7 Pembahasan .....	IV-135
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-136
5.1 Kesimpulan.....	V-136
5.2 Saran .....	V-138
DAFTAR PUSTAKA .....	xv
LAMPIRAN .....	xviii

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengantar SPLN-1985 Halaman 64 .....	II-22
Tabel 2. 2 Penelitian Terkait .....	II-39
Tabel 3. 1 Pengumpulan Data dan Validasi Data .....	III-45
Tabel 3. 2 Data Gangguan sisi 20 kV Penyulang INDI .....	III-47
Tabel 4. 1 Kode Gardu dan Daya Trafo .....	IV-52
Tabel 4. 2 Jarak, Jenis Penghantar, Sektion .....	IV-54
Tabel 4. 3 Data Daya Transformator Pada Penyulang INDI .....	IV-61
Tabel 4. 4 Data Daya Transformator Pada Penyulang BNKL .....	IV-63
Tabel 4. 5 Data Daya Seluruh Transformator Pada Penyulang .....	IV-64
Tabel 4. 6 Impedansi Penyulang INDI.....	IV-65
Tabel 4. 7 Impedansi Penyulang BNKL .....	IV-69
Tabel 4. 8 Data Impedansi Urutan Positif, Negatif dan Nol .....	IV-111
Tabel 4. 9 Data Besar Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa dan 1 Fasa ke Tanah Terhadap Panjang Penyulang.....	IV-119
Tabel 4. 10 Data Hasil Perhitungan Setting OCR, GFR dan Recloser .....	IV-126
Tabel 4. 11 Data Perbandingan Data Existing dan Resetting .....	IV-126

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Sistem Proteksi pada Transformator dan Penyulang.....	II-11
Gambar 2. 2 Gangguan Tiga Fasa.....	II-15
Gambar 2. 3 Gangguan hubung singkat dua fasa.....	II-16
Gambar 2. 4 Rangkaian Ekivalen Urutan Gangguan Dua Fasa.....	II-17
Gambar 2. 5 Gangguan satu fasa ke tanah.....	II-18
Gambar 2. 6 Rangkaian ekivalen urutan gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.....	II-19
Gambar 2. 7 Rangkaian Sederhana Rele Arus Lebih Waktu Tertentu dan Karakteristiknya.....	II-28
Gambar 2. 8 Karakteristik Waktu Tertentu (definite time) dan Karakteristiknya.....	II-29
Gambar 2. 9 Karakteristik Waktu Terbalik (inverse) dan Karakteristiknya.....	II-30
Gambar 2. 10 Rangkaian Pengawatan Ground Fault Relay (OCR).....	II-30
Gambar 2. 11 Rangkaian Pengawatan Ground Fault Relay (GFR).....	II-32
Gambar 2. 12 Toolbar Analisa Hubung Singkat ANSI.....	II-36
Gambar 2. 13 Toolbar Analisa Hubung Singkat IEC.....	II-37
Gambar 2. 14 Tampilan ETAP Diagram Satu Garis.....	II-38
Gambar 3. 1 Flowchart Proses Penelitian.....	III-43
Gambar 3. 2 Single Line Diagram Feeder INDI.....	III-48
Gambar 4. 1 Sistem Pelayanan Trafo V 60 MVA Gardu Induk Tasikmalaya 150kV.....	IV-51
Gambar 4. 2 Single Line Diagram Feeder INDI PT. PLN (Persero) Rajapolah.....	IV-57
Gambar 4. 3 Terjemahan Single Line Diagram Sistem Feeder INDI.....	IV-58
Gambar 4. 4 Diagram Satu Garis Gangguan Sisi Feeder INDI.....	IV-59
Gambar 4. 5 Diagram Impedansi Feeder INDI.....	IV-71
Gambar 4. 6 Diagram Impedansi Titik Gangguan 0% Feeder INDI 20 kV.....	IV-72
Gambar 4. 7 Impedansi Urutan Positif Pada Titik Gangguan 0%.....	IV-73
Gambar 4. 8 Diagram Penyederhanaan Impedansi Titik Gangguan 10% Feeder INDI 20 kV.....	IV-74
Gambar 4. 9 Diagram Transformasi Delta-Way.....	IV-75
Gambar 4. 10 Impedansi Urutan Positif Pada Titik Gangguan 10%.....	IV-76
Gambar 4. 11 Diagram Penyederhanaan Impedansi Titik Gangguan 13,77% Feeder INDI 20 kV.....	IV-77
Gambar 4. 12 Diagram Transformasi Delta-Way.....	IV-78
Gambar 4. 13 Impedansi Urutan Positif Pada Titik Gangguan 13,77%.....	IV-79
Gambar 4. 14 Diagram Penyederhanaan Impedansi Titik Gangguan 25% Feeder INDI 20 kV.....	IV-80
Gambar 4. 15 Diagram Transformasi Delta-Way.....	IV-81
Gambar 4. 16 Impedansi Urutan Positif Pada Titik Gangguan 25%.....	IV-83
Gambar 4. 17 Diagram Penyederhanaan Impedansi Titik Gangguan 50% Feeder INDI 20 kV.....	IV-84
Gambar 4. 18 Diagram Transformasi Delta-Way.....	IV-85
Gambar 4. 19 Impedansi Urutan Positif Pada Titik Gangguan 50%.....	IV-86

Gambar 4. 20 Diagram Penyederhanaan Impedansi Titik Gangguan 75% Feeder INDI 20 Kv .....	IV-87
Gambar 4. 21 Diagram Transformasi Delta-Way .....	IV-88
Gambar 4. 22 Impedansi Urutan Positif Pada Titik Gangguan 75% .....	IV-89
Gambar 4. 23 Diagram Impedansi Titik Gangguan 100% Feeder INDI 20 kV .....	IV-90
Gambar 4. 24 Impedansi Urutan Positif Pada Titik Gangguan 100% .....	IV-91
Gambar 4. 25 Diagram Impedansi Urutan Nol Titik Gangguan 0% Feeder INDI 20 kV .....	IV-92
Gambar 4. 26 Impedansi Urutan Nol Pada Titik Gangguan 0% .....	IV-93
Gambar 4. 27 Diagram Penyederhanaan Impedansi Urutan Nol Titik Gangguan 10% Feeder INDI 20 kV .....	IV-93
Gambar 4. 28 Diagram Transformasi Delta-Way .....	IV-94
Gambar 4. 29 Impedansi Urutan Nol Pada Titik Gangguan 10% .....	IV-96
Gambar 4. 30 Diagram Penyederhanaan Impedansi Urutan Nol Titik Gangguan 13,77% Feeder INDI 20 kV .....	IV-97
Gambar 4. 31 Diagram Transformasi Delta-Way .....	IV-98
Gambar 4. 32 Impedansi Urutan Positif Pada Titik Gangguan 13,77% .....	IV-99
Gambar 4. 33 Diagram Penyederhanaan Impedansi Urutan Nol Titik Gangguan 25% Feeder INDI 20 kV .....	IV-100
Gambar 4. 34 Diagram Transformasi Delta-Way .....	IV-101
Gambar 4. 35 Impedansi Urutan Nol Pada Titik Gangguan 25% .....	IV-102
Gambar 4. 36 Diagram Penyederhanaan Impedansi Urutan Nol Titik Gangguan 50% Feeder INDI 20 kV .....	IV-103
Gambar 4. 37 Diagram Transformasi Delta-Way .....	IV-104
Gambar 4. 38 Impedansi Urutan Nol Pada Titik Gangguan 50% .....	IV-105
Gambar 4. 39 Diagram Penyederhanaan Impedansi Urutan Nol Titik Gangguan 75% Feeder INDI 20 kV .....	IV-106
Gambar 4. 40 Diagram Transformasi Delta-Way .....	IV-107
Gambar 4. 41 Impedansi Urutan Nol Pada Titik Gangguan 75% .....	IV-109
Gambar 4. 42 Diagram Impedansi Urutan Nol Titik Gangguan 100% Feeder INDI 20 kV .....	IV-110
Gambar 4. 43 Impedansi Urutan Nol Pada Titik Gangguan 100% .....	IV-111
Gambar 4. 44 Pemodelan Single Line Diagram Menggunakan ETAP 16.0.0 .....	IV-129
Gambar 4. 45 Pemodelan Single Line Diagram Dengan Gangguan Menggunakan ETAP 16.0.0.....	IV-129
Gambar 4. 46 Keadaan Urutan Koordinasi Proteksi Single Line Diagram Saat Diberikan Gangguan 3 Fasa Menggunakan ETAP 16.0.0 .....	IV-130
Gambar 4. 47 Keadaan Urutan Koordinasi Proteksi Single Line Diagram Saat Diberikan Gangguan 1 Fasa ke Tanah Menggunakan ETAP 16.0.0 .....	IV-130
Gambar 4. 48 Sequence of Operation Events 3 Fasa .....	IV-131
Gambar 4. 49 Sequence of Operation Events 1 Fasa ke Tanah .....	IV-132
Gambar 4. 50 Kurva TCC (Time Curve Current) Gangguan 3 Fasa .....	IV-133
Gambar 4. 51 Kurva TCC (Time Curve Current) Gangguan 1 Fasa ke Tanah .....	IV-134