

**PENYETELAN RELAY DIFFERENSIAL SEBAGAI
PROTEKSI PADA GENERATOR DI PLTU 3X10 MW
TANJUNG ENIM**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

DISTI AGES MAHEGA

061930310461

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2022

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

**PENYETELAN RELAY DIFFERENSIAL SEBAGAI PROTEKSI
PADA GENERATOR DI PLTU 3X10 MW TANJUNG ENIM**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik**

Oleh :

DISTI AGES MAHEGA

061930310461

Palembang, Agustus 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

Andri Suvadi. S.ST., M.T.
NIP. 196510091990031002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 1965012919910310002

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

Anton Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 197509242006121001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan:

Nama : Disti Ages Mahega
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 16 Agustus 2001
Alamat : Jl. Merapi No.575 RT 005 RW 004 Sidomulyo 1 Talang
Jawa, Tanjung Enim, Kec. Lawang Kidul, Kab. Muara
Enim, Sumatera Selatan
NPM : 061930310461
Program Studi : D3 Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Laporan Akhir : Penyetelan Relay Differensial Sebagai Proteksi Pada
Generator Di PLTU 3X10 MW Tanjung Enim

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. 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 Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantiaan alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian 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, Agustus 2022

Yang Menyatakan,


(Disti Ages M)

Mengetahui,

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

Pembimbing II Andri Suyadi, S.ST., M.T.



MOTTO

- ∞ Try, Pray, Tawakal
- ∞ Allah terlalu paham kapan seorang insan harus patah dan tersenyum. Ia mengenalinya hambanya lebih dari mereka mengenali diri mereka sendiri. Maka di titik manapun itu, bersyukurlah selalu, karna janjiNya tidak akan pernah teringkar “Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan (Q.S. Al-Insyirah: 6)”
–agesm-
- ∞ “Wahai orang-orang yang beriman! Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan sholat. Sungguh, Allah beserta orang-orang yang sabar.” (Q.S Al-Baqarah: 153)
- ∞ “They plan and Allah plans, surely Allah is the best planners.” (Q.S. Ali-Imran:54)

Karya ini kupersembahkan kepada:

- **Kedua orangtuaku yang sangat aku cintai, mamak dan bapak** terimakasih atas kasih sayang, kesabaran, dan tiada henti-hentinya memberikan semangat, do'a dan menjadi support system terbaik untukku selalu.
- **Diriku**, terima kasih sudah kuat dan bisa berjuang sampai sejauh ini, terimakasih sudah menjadi yang paling pengertian, paling memahami dalam suka dan duka, terimakasih sudah saling menyemangati dan selalu memotivasi untuk terus memperbaiki diri.
- **Adik-adikku tersayang (ji-chan, agil-khun, dan sif-chan) dan Mbah Ngamirah** terima kasih karena sudah membuatku termotivasi untuk terus melakukan yang terbaik.
- **Perbaikan Gizi Squad (Anis, Derra, Dwik, Indih, Laras, Prisil dan Uci)** yang telah berjuang bersama saling memberikan semangat dalam suka maupun duka.
- **Seluruh keluarga besar mbah Ngamirah** yang menjadi motivasiku untuk meraih kesuksesan.
- **Teman-teman seperjuangan kelas 6LA** yang saling membantu, dan saling menyemangati.
- **Almamater tecinta** kampus Politeknik Negeri Sriwijaya.
- **PT Bukit Asam** yang telah membiayai pendidikan saya melalui program BIDIKSIBA

ABSTRAK

PENYETELAN RELAY DIFFERENSIAL SEBAGAI PROTEKSI PADA GENERATOR DI PLTU 3X10 MW TANJUNG ENIM

(2022 : xiii + 53 Halaman + 29 Gambar + 4 Tabel + 14 Lampiran)

Disti Ages Mahega

0619 3031 0461

Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Dalam sistem pembangkit tenaga listrik generator merupakan komponen utama dalam menghasilkan energi listrik. Hal ini menyebabkan generator memerlukan suatu sistem pengaman. Adanya gangguan yang terjadi dapat menghambat operasi sistem pembangkit tenaga listrik tersebut. Oleh sebab itu, dalam suatu generator pada pusat pembangkit tenaga listrik dilengkapi dengan alat proteksi yang dapat melindungi generator dari gangguan yang tidak diinginkan. Salah satu alat proteksi yang dapat digunakan adalah relay differensial. Relay differensial adalah suatu alat proteksi yang dapat memproteksi generator dari gangguan di kumparan stator berdasarkan nilai keseimbangan dan perbedaan arus pada transformator arus (CT). Di PLTU 3X10 MW Tanjung Enim arus penysetelan relay differensial bernilai 1,1 A. Dalam kondisi normal arus yang masuk ke relay differensial adalah nol dikarenakan arus yang masuk ke CT₁ dan CT₂ bernilai sama. Arus yang terbaca pada CT dalam kondisi normal berdasarkan data aktual generator adalah tidak lebih dari 8 A. Dengan menentukan nilai impedansi dasar generator sebesar 2,646 ohm dapat diperkirakan nilai arus hubung singkat yaitu sebesar 19,8 A yang terbaca pada CT₂. Karena adanya hubung singkat tersebut, maka penjumlahan arus CT₁ dan CT₂ mengalami perbedaan sebesar 11,8 A yang menyebabkan relay differensial bekerja.

Kata Kunci: Generator, Relay Differensial, dan Transformator Arus (CT)

ABSTRACT

SETTING DIFFERENTIAL RELAY AS PROTECTION OF GENERATOR

AT PLTU 3X10 MW TANJUNG ENIM

(2022 : xiii + 53 Pages + 29 Images + 4 Tables + 14 Attachments)

Disti Ages Mahega

0619 3031 0461

***Electrical Engineering Departement Electrical Engineering Study Program
State Polytechnic of Sriwijaya***

The generator is the main component in generating electrical energy in the power generation system. This causes the generator to require a safety system. Any disturbance that occurs can hamper the operation of the power generation system. Therefore, a generator at a power plant center is equipped with a protective device that can protect the generator from unwanted disturbances. One of the protection devices that can be used is a differential relay. The differential relay is a protection device that can protect the generator from disruptions in the stator coil based on the balance value and current difference in the current transformer (CT). At PLTU 3X10 MW Tanjung Enim, the differential relay setting current is 1.1 A. Under normal conditions, the current entering the differential relay is zero because the current entering CT1 and CT2 are the same. The current that is read on the CT under normal conditions based on the actual generator data is not more than 8 A. By determining the value of the primary impedance of the generator 2,646 ohm; it can be estimated that the short-circuit current value of 19.8 A is read on CT2. Due to the short circuit, the current summation of CT1 and CT2 has a difference of 11.8 A, which causes the differential relay to work.

Keywords: Generator, Differential Relay, and Current Transformer (CT)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirrabbi'l'aalamiin puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat kesehatan, kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini dengan tepat waktu. Laporan akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III di Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Listrik dengan judul “Penyetelan Relay Differensial Sebagai Proteksi Pada Generator Di PLTU 3X10 MW Tanjung Enim”.

Penulis menyadari bahwa dalam kelancaran penulisan laporan akhir ini tidak luput berkat dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Carlos RS, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Andri Suyadi, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II.

Yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

3. Bapak Dr.Ing Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Destra Andika, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Anton Firmansyah, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
7. Bapak Kabul Abdullah selaku SITE Manager di PT. BEST UNIT PLTU 3X10 MW TANJUNG ENIM.
8. Bapak Hengky Saputra selaku PGS.AM.PEMELIHARAAN di PT BEST UNIT PLTU 3X10 MW TANJUNG ENIM.
9. Bapak Gangsar, Bapak Supardi, Bapak Ekky, Bapak Vio Pratama Putra, Bapak Harsanah, Bapak Radona dan seluruh staff karyawan PT. BEST UNIT PLTU 3X10 MW Tanjung Enim yang telah membantu selama

pengambilan data dan memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

10. Teman-teman seperjuangan Prodi Listrik khususnya kelas 6LA yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian laporan ini.

Akhir kata penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. Maka dari itu penulisan berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIII Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya dan masyarakat umumnya.

Palembang, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Generator Sinkron	5
2.1.1 Pengertian Generator Sinkron	5
2.1.2 Konstruksi Generator Sinkron	5
2.1.3 Rotor	6
2.1.4 Stator	9
2.1.5 Prinsip Kerja Generator Sinkron	11
2.1.6 Bentuk Penguatan Pada Generator Sinkron	13

2.2	Gangguan Pada Generator.....	15
2.3	Gangguan Hubung Singkat Pada Generator.....	18
2.4	Sistem Proteksi	18
2.4.1	Pemutus Tenaga atau Circuit Breaker (CB)	19
2.4.2	Transformator Ukur	19
2.4.3	Relay Proteksi	21
2.5	Relay Proteksi Generator.....	23
2.6	Relay Differensial.....	34
2.6.1	Prinsip Kerja Relay Differensial.....	35
2.6.2	Cara Kerja Relay Differensial.....	36
2.6.3	Perhitungan Penyetelan Relay Differensial	37
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Peralatan Yang Digunakan	40
3.2	Bahan Yang Digunakan.....	41
3.3	Prosedur Penelitian.....	42
3.4	Diagram Aliran (Flow Chart)	43
BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Pembahasan	44
4.2	Perhitungan.....	44
4.2.1	Perhitungan Arus Penyetelan Relay	44
4.2.2	Perhitungan Arus Saat Kondisi Normal.....	49
4.2.3	Perhitungan Arus Gangguan.....	50
4.3	Analisa.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Kontruksi Sederhana Generator Sinkron.....	5
Gambar 2. 2 Rotor Kutub Menonjol Generator Sinkron.....	7
Gambar 2. 3 Rotor Silinder Generator Sinkron.....	8
Gambar 2. 4 Belitan Satu Lapis Generator Sinkron Tiga Fasa.....	10
Gambar 2. 5 Belitan Berlapis Ganda Generator Sinkron Tiga Fasa.....	11
Gambar 2. 6 Prinsip Kerja Generator Sinkron.....	11
Gambar 2. 7 Sistem Eksitasi Dengan Sikat.....	14
Gambar 2. 8 Sistem Eksitasi Tanpa Sikat.....	15
Gambar 2. 9 Pengawatan <i>Current Transformer</i>	20
Gambar 2. 10 Pengawatan <i>Potensial Transformer</i>	21
Gambar 2. 11 Bagian Umum Relay Proteksi.....	23
Gambar 2. 12 Penempatan Peralatan Pengaman.....	24
Gambar 2. 13 Single Line Diagram Relay Tegangan Lebih.....	25
Gambar 2. 14 Single Line Diagram Rele Gangguan Stator Hubung Tanah.....	26
Gambar 2. 15 Single Line Diagram Rele Gangguan Stator.....	27
Gambar 2. 16 Single Line Diagram Rele Daya Balik.....	28
Gambar 2. 17 Single Line Diagram Rele Gangguan.....	29
Gambar 2. 18 Single Line Diagram Rele Diferensial.....	30
Gambar 2. 19 Single Line Diagram Rele Arus Lebih.....	31
Gambar 2. 20 Single Line Diagram Rele Impedansi.....	32
Gambar 2. 21 Diagram Rele Kehilangan Medan Penguat Rotor.....	33
Gambar 2. 22 Single Line Diagram Rele Kehilangan Sinkronisasi.....	34
Gambar 2. 23 Prinsip Kerja Relay Diferensial.....	35
Gambar 2. 24 Relay Diferensial Kondisi Normal.....	36
Gambar 2. 25 Kondisi Gangguan Pada Titik A.....	36
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Prosedur Penelitian.....	43
Gambar 4. 1 Generator Sinkron PLTU 3X10 MW Tanjung Enim.....	45
Gambar 4. 2 <i>Acheng Relay ARS-800</i>	46
Gambar 4. 3 Grafik Analisa Relay Diferensial.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4. 1 Spesifikasi Generator	45
Tabel 4. 2 Spesifikasi CT 1 dan CT 2	46
Tabel 4. 3 Spesifikasi Relay Differensial	47
Tabel 4. 4 Data Aktual Generator Unit 1	49

DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Izin Pengambilan Data
2. Surat Balasan Izin Pengambilan Data
3. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
4. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
5. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 1
6. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing 2
7. Lembar Rekomendasi Sidang Laporan Akhir
8. Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
9. *Electrical Single Line Diagram* PLTU 3X10 MW Tanjung Enim
10. *Single Line Diagram* Proteksi Generator
11. Rangkaian Generator dan Relay Differensial
12. Data Generator 6.3 KV
13. Data Aktual keluaran Generator 6.3 KV
14. Data Relay Differensial