

**ANALISA SISTEM PROTEKSI TRANSFORMATOR 5
MVA MENGGUNAKAN RELAY DIFFERENSIAL DI
PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk**



LAPORAN AKHIR

**Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik**

OLEH

RINALDI HIDAYAT PUTRA WIJAYA

062030310976

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2023

**ANALISA SISTEM PROTEKSI TRANSFORMATOR 5
MVA MENGGUNAKAN RELAY DIFFERENSIAL DI
PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk**



**OLEH
RINALDI HIDAYAT PUTRA WIJAYA
062030310976**

Palembang Agustus 2023

Menyetujui,

Pembimbing I

**Indah Sisanti, S.T., M.T.
NIP. 198809132014042002**

Pembimbing II

**Muhammed Noer, S.ST., M.T.
NIP. 196505121995021001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

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

**Koordinator Program Studi
Teknik Listrik**

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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Rinaldi Hidayat Putra Wijaya
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang. 28 November 2002
Alamat : Jl. Makrayu Lr. Masjid Asaalam No.58 Rt.53 Rw.15 Kel.30 Ilir
Kecamatan Ilir Barat II Palembang, Sumatera Selatan
NPM : 062030310976
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi/Laporan Akhir* : Analisa Sistem Proteksi Transformator 5 MVA Menggunakan Relay Differensial di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk

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/penggantian 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, Agustus 2023

Yang Menyatakan,



Rinaldi Hidayat Putra Wijaya

Mengetahui,

Pembimbing I Indah Susanti, S.T., M.T.

Pembimbing II Muhammad Noer, S.ST., M.T.



MOTTO

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya
(Q.S Al-Insyirah Ayat 5)*

“Aku telah memulainya maka tidak layak jika aku menyerah begitu saja

“Tuhan yang kasih kita kesempatan maka, tuhan pula juga yang kasih kita kekuatan

*“Orang lain gak akan pernah paham struggle dan masa sulitnya kita yang mereka
ingin tahu hanya bagian succes stories nya. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun ga ada
yang tepuk tangan . Kelak diri kita di masa depan akan sangat
bangga dengan apa yang telah kita perjuangkan hari ini. Jadi tetap berjuang ya”*

Kupersembahkan Kepada:

- 1. Papi dan Mami yang telah mensupport dan mendoakan*
- 2. Saudaraku tercinta, Reika Septia Liva*
- 3. Patnerku, Dea Destari*
- 4. Teman-teman seperjuangan teknik listrik angkatan 2020 khususnya kelas 6 LN*
- 5. Almamaterku Politeknik Negeri Sriwijaya*

ABSTRAK
ANALISA SISTEM PROTEKSI TRANSFORMATOR 5
MVA MENGGUNAKAN RELAY DIFFERENSIAL DI
PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO)Tbk

(2023 : xiii + 53 Halaman + Gambar + Tabel + Lampiran)

Rinaldi Hidayat Putra Wijaya

062030310976

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Pada transformator daya salah satu pengaman yang terpasang adalah rele diferensial. Rele diferensial merupakan rele pengaman pada sebuah transformator yang mampu bekerja seketika tanpa berkoordinasi dengan rele di sekitarnya, sehingga waktu kerja rele diferensial dapat dibuat secepat mungkin. Sistem proteksi yang baik didukung oleh setting yang bagus pada rele diferensial untuk menghindari kegagalan proteksi dan meningkatkan kualitas operasional sistem transmisi. Dalam paper ini membahas penggunaan transformator daya pada GI Paya Pasir. Rasio CT yang dipasang pada transformator di sisi tegangan primer 20 kV adalah 300:5 A dan pada sisi tegangan sekunder 6,3 kV adalah 600:5 A. Hasil tersebut diambil dengan pertimbangan hasil perhitungan arus rating yaitu sebesar 158,763 A pada sisi tegangan primer 20 kV dan 504,035 A pada sisi tegangan sekunder 6,3 kV. Arus setting yang didapat dari hasil perhitungan yaitu 1,413 A dan diharapkan dengan setting tersebut sistem proteksi transformator dapat bekerja dengan optimal.

Kata Kunci : Transformator daya, proteksi, rele diferensial

ABSTRACT
ANALYSIS OF TRANSFORMER PROTECTION SYSTEM
USING DIFFERENTIAL RELAYS AT PT.
SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk
(2023 : xiii + 53 Halaman + Gambar + Tabel + Lampiran)

Rinaldi Hidayat Putra Wijaya

062030310976

Electrical Engineering

Program Study Of Electrical Engineering

Polytechnic State Of Sriwijaya

On the power transformer, one of the safeguards installed is a differential relay. The differential relay is a safety relay on a transformer which is capable of working instantly without coordinating with the surrounding relays, so that the working time of the differential relay can be made as fast as possible. A good protection system is supported by good settings on the differential relay to avoid protection failure and improve the operational quality of the transmission system. CT ratio installed on the transformer on the primary voltage side of 20 kV is 300:5 A and on the secondary voltage side of 6.3 kV is 600:5 A. These results were taken by considering the results of the rating current calculation, namely 158,763 A on the voltage side. 20 kV primary and 504.035 A on the secondary voltage side of 6.3 kV. The setting current obtained from the calculation results is 1.413 A and it is hoped that with this setting the transformer protection system can work optimally.

Keywords: *Power transformer, protection, differential rela*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya lah saya dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan baik untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya

Adapun judul Laporan Akhir ini adalah “ Analisa Sistem Proteksi Transformator 5 MVA Menggunakan Relay Differensial di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk.”. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua yang saya cintai yang telah memberikan semangat serta dukungan dalam penyusunan laporan akhir ini. Dan semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penyusunan Laporan Akhir ini, diantaranya ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, MT., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Anton Firmansyah, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Indah Susanti, S.T., M.T. selaku Pembimbing I Laporan Akhir.
5. Bapak, Muhammad Noer, S.ST., M.T selaku Pembimbing II Laporan Akhir.
6. Kedua orang tua saya Bapak Akhmad Bastari dan Ibu Ermiyati yang telah memberi saya dukungan serta mendoakan sehingga saya dapat menyelesaikan laporan akhir ini.
7. Bapak Ahmad Zaki selaku Pembimbing di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk.
8. Bapak Abdussalam dan semua Karyawan PT. Semen Baturaja (Persero) yang telah banyak membantu dalam proses pengambilan data.
9. Kepada Dea Destari sebagai partner spesial saya, Terimakasih telah

menjadi sosok pendamping, menemani meluangkan waktunya, mendukung dan memberi semangat dalam segala hal.

9. Teman-teman Teknik Listrik Angkatan 2020 Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya kelas 6 LN yang telah memberi semangat.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan Laporan Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu Kritik dan Saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis demi kebaikan dan kesempurnaan perbaikan Laporan di masa yang akan datang. Sehingga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca terutama mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik. Demikianlah yang dapat penulis sampaikan, semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Palembang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTARLAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
1.4.1 Tujuan	2
1.4.2 Manfaat.....	2
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Transformator	5
2.1.1 Pengertian Transformator	5
2.1.2 Jenis Transformator	6
2.1.3 Bagian-Bagian Transformator	6
2.1.4 Prinsip Kerja Transformator	10
2.1.5 Jenis- Jenis Transformator.....	11

2.2 Gangguan Pada Transformator	12
2.2.1 Gangguan Internal	12
2.2.2 Gangguan Eksternal.....	14
2.2.3 Faktor Penyebab Terjadi Gangguan	15
2.3 Pemutus Tenaga (PMT).....	16
2.3.1 Klasifikasi PMT (Pemutus Tenaga)	17
2.4 Proteksi Transformator	19
2.4.1 Proteksi Mekanik dan Deteksi Panas (Thermal Detection).....	19
2.4.2 Proteksi Elektrik	21
2.4.3 Dasar-Dasar Sistem Proteksi	22
2.4.4 Persyaratan Sistem Proteksi.....	25
2.4.5 Prinsip Kerja Relay Proteksi.....	26
2.4.6 Klasifikasi Relay Proteksi	27
2.4.7 Fungsi Sistem Proteksi	28
2.5 Relay Differensial.....	29
2.5.1 Fungsi Relay Differensial.....	30
2.5.2 Prinsip Kerja Relay Differensial.....	30
2.5.3 Karakteristik Relay Differensial.....	32
2.5.4 Sifat Pengaman Relay Diferensial	33
2.5.5 Pemasangan Relay Differensial.....	33
2.5.6 Perhitungan Teori Setting Relay Differensial	34
2.5.6.1 Perhitungan Rasio CT	34
2.5.6.2 Perhitungan Eror Mismatch	34
2.5.6.3 Perhitungan Arus Sekunder CT	35
2.5.6.4 Perhitungan Nilai Arus Differensial.....	36
2.5.6.5 Perhitungan Arus Restrain	36
2.5.6.6 Perhitungan Percent Slope	37
2.5.6.7 Perhitungan Arus Setting	37

BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Alur Penelitian	38
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
3.3 Data Yang Diperlukan	39
3.3.1 Data Spesifikasi Transformator	39
3.3.2 Data Spesifikasi CT (Current Transformator)	41
3.3.3 Pengolahan Data	41
3.4 Prosedur Penelitian	42
3.5 Flowchart	43
BAB IV PEMBAHASAN.....	44
4.1 Perhitungan Matematis	44
4.1.1 Perhitungan Arus Nominal Transformator	46
4.1.2 Perhitungan Eror Mismatch.....	46
4.1.3 Perhitungan Nilai Arus Sekunder CT	47
4.1.4 Perhitungan Nilai Arus Differensial	48
4.1.5 Perhitungan Arus Restrain.....	48
4.1.6 Perhitungan Percent Slope.....	49
4.1.7 Perhitungan Arus Setting.....	50
4.2 Analisa.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Pengertian Transformator.....	5
Gambar 2.2 Inti Besi	6
Gambar 2.3 Kumparan Transformator	7
Gambar 2.4 Minyak Transformator	7
Gambar 2.5 Bushing.....	7
Gambar 2.6 Tangki Konservator.....	8
Gambar 2.7 Dehydrating Breather	9
Gambar 2.8 Skema Transformator Step Up.....	11
Gambar 2.9 Skema Transformator Step Down	12
Gambar 2.10 Relay Bucholz	19
Gambar 2.11 Relay Jensen.....	20
Gambar 2.12 Relay Tekanan Lebih	20
Gambar 2.13 Relay Suhu	21
Gambar 2.14 Relay Differensial	21
Gambar 2.15 Prinsip Kerja Relay Proteksi	26
Gambar 2.16 Rele Differensial Dalam Keadaan Normal.....	31
Gambar 2.17 Gangguan Di Luar Daerah Proteksi	31
Gambar 2.18 Gangguan Di Dalam Daerah Proteksi	32
Gambar 2.19 Karakteristik Relay Differensial.....	32
Gambar 3.1 Transformator Daya 5 MVA	39
Gambar 3.2 Name Plate Transformator PT. Semen Baturaja Palembang	39

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Macam- Macam Pendingin Pada Trafo	8
Tabel 3.1 Spesifikasi Transformator	40
Tabel 3.2 Spesifikasi CT (Current Transformator) Pada Sisi Primer	41
Tabel 3.3 Spesifikasi CT (Current Transformator) Pada Sisi Sekunder	41
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 2. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 3. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing I
- Lampiran 4. Lembar Bimbingan Laporan Akhir Pembimbing II
- Lampiran 5. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 6. Surat Izin Pengambilan Data Ke perusahaan
- Lampiran 7. Surat Balasan Izin Pengambilan Data Ke Perusahaan
- Lampiran 8. Name Plate Transformator
- Lampiran 9. Data CT Transformator
- Lampiran 10. Single Line Diagram PPG Incoming
- Lampiran 11. Single Connection