

**SISTEM PROTEKSI RELE DIFFERENSIAL PADA
UNIT AUXILIARY TRANSFORMER 13,8 kV/6,3 kV
DI PLTU BANJARSARI**



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

Oleh

SILVIA ANGGRAINI

061830310188

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2021

**SISTEM PROTEKSI RELE DIFFERENSIAL PADA UNIT
AUXILIARY TRANSFORMER 13,8 kV/6,3 kV
DI PLTU BANJARSARI**



Oleh:

SILVIA ANGGRAINI

061830310188

Menyetujui,

Pembimbing I



Nurhaida, S.T., M.T.
NIP. 196404121989032002

Pembimbing II



Indah Susanti, S.T., M.T.
NIP. 198809132014042002

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

MOTTO:

Allah tidak akan menguji hambanya diluar batas kemampuannya. Jadikanlah hidupmu menjadi lebih bermanfaat untuk semua orang. Kesuksesan bukan hanya sekedar ucapan tetapi kesuksesan adalah suatu pengorbanan dan usaha yang keras. Jangan pernah putus asa dalam menghadapi segala kegagalan, karena kegagalan adalah suatu kemenangan yang tertunda.

KUPERSEMBAHKAN KEPADA:

- *Kedua orang tua ku yang tercinta dan tersayang Sus Malela dan Saidiapsah yang selalu memberikan dukungan moral maupun materi.*
- *Adikku tersayang Sahrul yang selalu memberiku semangat.*
- *Dosen-dosen Teknik Listrik yang telah memberikan ilmu secara teori maupun praktik*
- *Sahabat ku Fajria Agustina, Rifqi Adhitama, Resti Febria. S, Amalia Rizki, Ayu Lestari, Wahyu Dirgantara dan Tenti Kardila.*
- *Teman-teman angkatan 2018 Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.*

ABSTRAK
SISTEM PROTEKSI RELE DIFFERENSIAL PADA UNIT AUXILIARY
TRANSFORMER 13,8 kV / 6,3 kV DI PLTU BANJARSARI
(2021 : xiii + 52 halaman + Daftar Gambar + Daftar Tabel + Daftar Lampiran)

SILVIA ANGGRAINI
061830310188
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Pada transformator daya salah satu pengamanan yang terpasang adalah rele diferensial. Rele diferensial merupakan rele pengamanan pada transformator yang mampu bekerja 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. Metode penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapatkan dari PLTU Banjarsari yang kemudian dilakukan perhitungan matematis untuk menentukan rasio current transformator, error mismatch, dan parameter pada rele diferensial saat kondisi normal, serta menghitung parameter rele diferensial saat kondisi gangguan. Rasio CT yang dipasang pada transformator di sisi tegangan primer 13,8 kV adalah 1000:1 A dan pada sisi tegangan sekunder 6,3 kV adalah 2000:1 A. Arus setting yang didapat dari hasil perhitungan yaitu 0,3 A dan diharapkan dengan setting tersebut sistem proteksi transformator dapat bekerja dengan optimal.

Kata Kunci : Transformator Daya, Proteksi, Rele Diferensial

ABSTRACT
DIFFERENTIAL RELAY PROTECTION SYSTEM ON THE TRANSFORMERS
AUXILIARY UNIT 13,8 KV / 6,3 KV AT PLTU BANJARSARI
(2021 : xiii + 52 pages + List of Figures + List of Tables + List of Attchments)

SILVIA ANGGRAINI
061830310188
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
STUDY PROGRAM OF ELECTRICAL ENGINEERING
STATE OF POLYTECHNIC SRIWIJAYA

In the power transformer, one of the protection devices installed is the differential relay. The differential relay is a protection relay on a transformer that is able to work without coordinating with the surrounding relays, so that the differential relay working time can be made as quickly as possible. A good protection system is supported by good settings on differential relays to avoid protection failures and improve the operational quality of the transmission system. This research method uses secondary data obtained from PLTU Banjarsari which is then carried out mathematical calculations, to determine the transformer current ratio, mismatch error, and parameters on the differential relay under normal conditions, as well as calculate the parameters of the differential relay under fault conditions. The ratio of CT installed on the transformer on the primary voltage side of 13.8 kV is 1000:1 A and on the secondary voltage side of 6.3 kV is 2000:1 A. The setting current obtained from the calculation results is 0.3 A and it is hoped that with this setting the transformer protection system can work optimally.

Keywords : Power Transformer, Protection, Differential Relay

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan umat, Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita ke zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Alhamdulillah, penulis telah dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini tepat pada waktunya dengan judul “ **Sistem Proteksi rele Differensial Pada Unit Auxiliary Transformer 13,8 kV / 6,3 kV di PLTU Banjarsari**”.

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis menyadari penyusunan Laporan Akhir ini tidak terlepas dari adanya bantuan berbagai pihak yang telah banyak memberikan masukan dan saran serta semangat kepada penulis. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.

4. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
5. Ibu Nurhaida, S.T., M.T., selaku Pembimbing I.
6. Ibu Indah Susanti, S.T., M.T., selaku Pembimbing II.
7. Bapak Endra Sagita Destiawan selaku pembimbing di PLTU Banjarsari.
8. Para sahabat saya yakni Tenti Kardila, Fajria Agustina, Resti Febria Suryani, Rifqi Adhitama dan Wahyu Dirgantara yang selama ini telah membantu dan memberikan semangat kepada saya.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari dalam penyusunan Laporan Akhir ini masih banyak kekurangan, baik dari materi maupun penyajiannya mengingat masih kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk pelajaran kedepannya.

Penulis berharap semoga Laporan Akhir ini bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Palembang, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.5.1 Metode Referensi	4
1.5.2 Metode Interview / Wawancara	4
1.5.3 Metode Observasi	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Transformator Daya	6
2.2 Bagian-Bagian Trafo	7
2.2.1 Inti Besi	7
2.2.2 Kumparan Transformator	8

2.2.3 Bushing	9
2.2.4 Pendingin	9
2.2.5 <i>Oil Preservation and Expansion</i> (Konservator)	10
2.2.6 Silica Gel	11
2.2.7 <i>Dielectric</i> (Minyak Isolasi Transformator& Isolasi Kertas).11	
2.2.8 Tap Changer.....	12
2.2.9 <i>Neural Grounding Resistor</i> (NGR)	14
2.3 Transformator Arus	15
2.3.1 Ratio Transformator Arus.....	16
2.3.2 Fungsi Tafo Arus	17
2.3.3 Arus Sekunder <i>Current Transformer</i> (CT).....	18
2.3.4 Error Mismatch	18
2.4 Rele Proteksi.....	19
2.4.1 Klasifikasi Rele Proteksi.....	21
2.4.1.1 Berdasarkan Prinsip Kerjanya	21
2.4.1.2 Berdasarkan Besaran Ukur dan Fungsinya.....	22
2.5 Proteksi Transformator	23
2.6 Gangguan pada Transformator Daya.....	23
2.6.1 Gangguan di Luar Daerah Pengaman	23
2.6.2 Gangguan di Daerah Pengaman.....	24
2.7 Rele Differensial.....	24
2.7.1 Fungsi Rele Differensial	26
2.7.2 Prinsip Kerja Rele Differensial.....	27
2.7.3 Rele Differensial Keadaan Gangguan Internal	28
2.7.4 Rele Differensial Keadaan Gangguan External.....	29
2.7.5 Pemasangan Rele Differensial	29
2.7.6 Karakteristik Rele Differensial	31
BAB III METOLOGI PENELITIAN	
3.1 Alur Penelitian	34

3.2 Tempat dan Waktu Pengambilan Data	34
3.3 Data yang Dipetlukan	35
3.3.1 Data Spesifikasi Transformator Daya pada Unit Auxiliary Transformer Berdasarkan Name Plate.....	35
3.3.2 Data Spesifikasi Ratio CT	36
3.3.3 Data Spesifikasi differensial relay transformer (87UAT)	36
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	37
3.5 Rangkaian Single Line Diagram Pada Sistem Proteksi Rele Differential.....	37
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Perhitungan Matematis	40
4.1.1 Perhitungan Nilai Ratio CT	40
4.1.2 Perhitungan Error Mismatch.....	42
4.1.3 Perhitungan Nilai Arus Sekunder (CT)	43
4.1.4 Perhitungan Nilai Arus Differensial	43
4.1.5 Perhitungan Nilai Arus Restrain (Penahan).....	44
4.1.6 Perhitungan Percent Slope (Setting Kecuraman)	44
4.1.7 Perhitungan Nilai Arus Setting (Iset)	45
4.2 Perhitungan Gangguan pada Transformator Daya	44
4.2.1 Arus Gangguan Pada Sisi Tegangan Tinggi 13,8 kV Sebesar 19380 A	44
4.2.2 Arus Gangguan Pada Sisi Tegangan Tinggi 13,8 kV Sebesar 17540 A	45
4.2.3 Gangguan Hubung Singkat Yang Dapat Mengakibatkan Id Menjadi 0,3 A	46
4.2.4 Perhitungan Setting Rele Differensial pada Gangguan Internal (Sisi Tegangan Tinggi 13,8 kV Sebesar 19380 A).....	47
4.2.5 Perhitungan Setting Rele Differensial pada Gangguan External.....	48

4.3 Analisa	49
-------------------	----

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	51
----------------------	----

5.2 Saran	51
-----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Elektro Magnetik pada Trafo	7
Gambar 2.2 Inti Besi	8
Gambar 2.3 Kumparan Transformator	8
Gambar 2.4 Bushing Transformator	9
Gambar 2.5 Konservator	11
Gambar 2.6 Silica Gel	11
Gambar 2.7 Dielectrik	12
Gambar 2.8 Tap Changer	12
Gambar 2.9 OLTC pada Transformator	14
Gambar 2.10 Neural Grounding Resistor	15
Gambar 2.11 Transformator Arus	16
Gambar 2.12 Rangkaian Rele Differensial Keadaan Arus Normal	27
Gambar 2.13 Rele Differensial Saat Gangguan Internal	28
Gambar 2.14 Rele Differensial Saat Gangguan External	29
Gambar 2.15 Karakteristik Rele Differensial	32
Gambar 3.1 Visual Unit Auxiliary Transformer (UAT)	35
Gambar 3.2 Name Plate Unit Auxiliary Transformer (UAT)	35
Gambar 3.3 Single Line Diagram (SLD) Pada Sitem Proteksi Rele Differensial	37
Gambar 3.4 Flowchart Penelitian	39
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Arus Differensial & Arus Gangguan	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Macam-Macam Pendingin pada Transformator	10
Tabel 3.2 Hubungan CT pada Trafo Daya dengan ACT	31
Tabel 2.3 Hubungan CT pada Trafo Daya Tanpa CT bantu.....	31
Tabel 3.1 Data Name Plate pada Unit Auxiliary Transformer	36
Tabel 3.2 Data Ratio CT pada Unit Auxiliary Transformer	36
Tabel 3.3 Data Rele Differensial Pada Unit Auxiliary Transformer	37
Tabel 3.4 Pembebanan Pada Unit Auxiliary Transformer PLTU Banjarsari	38
Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Ratio CT Sisi 13,8 kV.....	48
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Ratio CT Sisi 6,3 kV	49
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Arus dan Setting Rele Differensial	49