

**ANALISA KINERJA RELAI DIFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR  
DAYA 30 MVA#2 DI GI BUKIT SIGUNTANG PALEMBANG DENGAN  
MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6.0**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh

**Erma Monita  
061730311341**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2020**

**ANALISA KINERJA RELAI DIFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR  
DAYA 30 MVA#2 DI GI BUKIT SIGUNTANG PALEMBANG DENGAN  
MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0**




Oleh

**Erma Monita**  
061730311341


**Palembang, September 2020**

Menyetujui,

Pembimbing I


  
**Sutan Marsus, S.T.,M.T.**  
NIP.196509301993031402

Pembimbing II


  
**Nofiansah, S.T.,M.T.**  
NIP.197011161995021001

Mengetahui,

Ketua Jurusan  
Teknik Elektro

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

Ketua Program Studi  
Teknik Listrik

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

**ANALISA KINERJA RELAI DIFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR  
DAYA 30 MVA#2 DI GI BUKIT SIGUNTANG PALEMBANG DENGAN  
MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6.0**



Oleh

**Erma Monita  
061730311341**

**Palembang, September 2020**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Sutan Marsus, S.ST,M.T  
NIP. 196509301993031002**

**Nofiansah, S.T.,M.T.  
NIP.197011161995021001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi  
Teknik Listrik**

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

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

## MOTTO

- “...Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri...”  
(Q. S. Ar- Rad: 11)
- “... Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu..”  
(Q. S. Al – Baqarah: 153)
- “Jika kamu menginginkan sesuatu yang belum pernah kamu miliki, Maka kamu harus melakukan sesuatu yang belum pernah kamu lakukan, Sukses adalah sebuah perjalanan bukanlah sebuah takdir.”  
(Nichole Townsberg)

Dengan rasa syukur yang tak terkira, Laporan Akhir ini ku persembahkan kepada:

- ❖ Bapak dan Ibu tercinta yang selalu mendoakan serta memberikan banyak dukungan dan semangat.
- ❖ Saudara - saudaraku, Muhammad Heryan dan Dwi Rahmadhani yang selalu memberikan hiburan serta memberikan banyak dukungan dan motivasi.
- ❖ Teman - teman di teknik listrik khususnya teman – teman seperjuangan D3K PLN Polsri'17
- ❖ Teman – temanku kelas LE angkatan 2017
- ❖ Almamaterku

## **ABSTRAK**

### **ANALISA KINERJA RELAI DIFERENSIAL PADA TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA#2 DI GI BUKIT SIGUNTANG PALEMBANG DENGAN MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6.0**

**( 2020 : xv + 75 Halaman + Lampiran )**

---

---

**Erma Monita**

**0617 3031 1341**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Program Studi Teknik Listrik**

**Politeknik Negeri Sriwijaya**

Pengoperasian transformator tenaga yang handal sangat diperlukan untuk menjaga kualitas sistem tenaga listrik. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem proteksi, dimana sistem proteksi ini berfungsi agar kinerja transformator tenaga tetap optimal, salah satu sistem proteksi yang ada dalam trafo tenaga adalah relai diferensial. Tugas rele diferensial ini untuk menjaga kestabilan antar trafo arus (CT) pada sisi primer dan sisi sekunder dimana untuk menjaga dari gangguan-gangguan internal maupun eksternal. Untuk mensimulasikan kinerja relai diferensial, maka diperlukannya software ETAP 12.6.0 untuk mengetahui koordinasi relai yang akan bekerja sesuai daerah pengamannya. Arus rating pada sisi tegangan 70 kV sebesar 272,14 A dan pada sisi tegangan 20 kV sebesar 952,6 A. Hasil perhitungan arus rating digunakan sebagai pertimbangan nilai rasio yang ada di pasaran dan yang terpasang pada GI Bukit Siguntang, pada sisi trafo tegangan tinggi sebesar 300:5 A dan sisi tegangan rendah sebesar 1000:5 A sehingga diharapkan sistem proteksi transformator tenaga dapat bekerja dengan optimal.

**Kata kunci : Trafo Tenaga, Sistem Proteksi, Relai Diferensial, *Setting* Relai Diferensial**

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS PERFORMANCE OF DIFFERENTIAL RELAY ON POWER TRANSFORMER 30 MVA#2 AT BUKIT SIGUNTANG SUBSTATION PALEMBANG USING *SOFTWARE* ETAP 12.6.0**

**( 2020 : xv + 75 Pages + Enclosure )**

---

**Erma Monita**

**0617 3031 1341**

**Electrical Engineering Department**

**Program Study Electrical Engineering**

**State Polytechnic Of Sriwijaya**

Reliable operation of power transformers is necessary to maintain the quality of the electrical power system. Therefore, a protection system is required, where this protection system serves to keep the power transformer performance optimal, one of the protection systems in the power transformer is the differential relay. This differential relay task is to maintain the stability between current transformers (CT) on the primary and secondary sides where to guard from internal and external interference. To simulate differential relay performance, ETAP 12.6.0 software is required to know the relay coordination that will work according to the safety area. Rating current on the 70 kV voltage side of 272.14 A and on the 20 kV voltage side of 952.6 A. The result of the rating current calculation is used as a consideration of the ratio value that is on the market and that is attached to GI Bukit Siguntang, on the side of the high voltage transformer of 300:5 A and the low voltage side of 1000:5 A so it is expected that the power transformer protection system can work optimally.

**Keywords : Power Transformer, Protection System, Differential Relay,  
Differential Relay Setting**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur tim penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya dan terkhusus kepada kedua orang tua yang telah memberikan doa dan restu sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Adapun judul dari laporan akhir yang penulis buat adalah “**Analisa Kinerja Relai Diferensial Pada Transformator Daya 30 MVA#2 Di GI Bukit Siguntang Palembang Dengan Menggunakan Software ETAP 12.6.0**”.

Pembuatan laporan akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan laporan akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak hingga dapat terselesaikan laporan ini mulai dari pengumpulan data sampai proses penyusunan laporan. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih 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 Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M. Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
5. Bapak Sutan Marsus, S.ST, M.T., selaku pembimbing 1 dalam pembuatan laporan akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.

6. Bapak Nofiansah, S.T., M.T., selaku pembimbing 2 dalam pembuatan laporan akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Bapak M. Gany Saputra, selaku Manager PT. PLN (Persero) ULTG Boom Baru sekaligus Mentor 1 Kerja Praktek.
8. Bapak Yogi Sepatra Paulus, selaku Supervisor HAR PM&O PT.PLN (Persero) ULTG Boom Baru sekaligus Mentor 2 Kerja Praktek.
9. Bapak Supeno, selaku Supervisor Jaringan dan Gardu Induk (JARGI) Bukit Siguntang yang telah mendampingi kegiatan pengambilan data.
10. Kakak Haekal Wardana, selaku AE HAR PM&O PT.PLN (Persero) ULTG Boom Baru sekaligus pembimbing kerja praktek.
11. Kakak Ahmad Firli, selaku JE HAR PM&O PT.PLN (Persero) ULTG Boom Baru sekaligus pembimbing kerja praktek.
12. Staf dan kepegawaian di PT. PLN (Persero) ULTG Boom Baru yang telah memberikan masukan, bimbingan serta dukungan selama pelaksanaan kerja praktek.
13. Teman – teman seperjuangan D3K PLN Polsri'17.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan laporan akhir ini.

Penulis menyadari didalam penyusunan laporan akhir ini terdapat banyak kekurangan, sehingga belum dapat memenuhi sasaran yang dikehendaki, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran, bimbingan serta petunjuk sebagai masukan dan juga dapat menambah ilmu pengetahuan.



Akhir kata atas segala kekurangan yang penulis lakukan dalam penulisan laporan akhir ini penulis mohon maaf, semoga laporan akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

Hal

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penulisan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sistem Transmisi .....	6
2.1.1 Pengaruh Perubahan Frekuensi Sistem.....	7
2.1.2 Pengaruh dari Ayunan Daya pada Sistem.....	7
2.1.3 Pengaruh Gangguan pada Sistem Transmisi.....	7
2.2 Gardu Induk .....	8
2.2.1 Pemutus Tenaga (PMT)/ <i>Circuit Breaker</i> (CB) .....	9
2.2.2 Pemisah (PMS).....	9
2.2.3 Lighting Arrester (LA).....	10
2.2.4 Trafo Tenaga .....	11

2.2.5 Trafo Arus .....	12
2.2.6 Trafo Tegangan .....	13
2.3 Sistem Proteksi.....	14
2.3.1 Pembagian Tugas Dalam Sistem Proteksi .....	15
2.3.2 Komponen Peralatan Proteksi .....	15
2.3.3 Dasar Pemilihan Pola Proteksi Saluran Transmisi .....	16
2.4 Proteksi Transformator .....	19
2.4.1 Gangguan Pada Trafo Tenaga .....	20
2.4.2 Tujuan Pemasangan Relai Proteksi Trafo Tenaga.....	21
2.5 Relai Proteksi .....	22
2.6 Relai Differensial .....	24
2.6.1 Prinsip Kerja Relai Differensial .....	26
2.6.2 Perhitungan Relai Differensial .....	28
2.7 ETAP ( <i>Electical Transient and Analysis Program</i> ) .....	32

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Metode Penelitian.....	50
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	50
3.3 Populasi dan Sampel.....	50
3.3.1 Populasi.....	50
3.3.2 Sampel .....	50
3.4 Objek Penelitian .....	50
3.5 Prosedur Perhitungan .....	51
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	53
3.7 Teknik Analisis Data .....	54
3.8 Jadwal Penulisan .....	54

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Trafo Daya 30 MVA#2 di GI Bukit Siguntang.....	55
4.2 Data Perhitungan .....	56

4.2.1 Data Relai Differensial pada Panel Proteksi Bay Transformer Daya 30 MVA#2 di GI Bukit Siguntang.....	56
4.2.2 Perhitungan Relai Differensial .....	58
4.3 Perhitungan melalui Tools Hitung Differensial Excel .....	76
4.4 Pembahasan .....	78
4.3.1 Relai Differensial.....	78
4.3.2 Simulasi Relai Differensial menggunakan ETAP 12.6.0...	81

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	84
5.2 Saran .....	84

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Macam – macam PMT .....	9
Gambar 2.2 <i>Single Line</i> penempatan PMS.....	10
Gambar 2.3 Ligthing Arrester .....	11
Gambar 2.4 Elektomagnetik pada Trafo .....	11
Gambar 2.5 Kurva Kejenuhan CT untuk Proteksi dan Pengukuran .....	12
Gambar 2.6 Luas Penampang Inti Trafo Arus.....	13
Gambar 2.7 Pembagian Daerah Proteksi pada Sistem Tenaga Listrik .....	14
Gambar 2.8 Peralatan Sistem Proteksi Trafo Tenaga 150/20 kV.....	15
Gambar 2.9 Diagram Blok Urutan Kerja Relai Pengaman .....	17
Gambar 2.10 Diagram Blok Elemen Relai Pengaman.....	18
Gambar 2.11 Prinsip Kerja Rele Differensial .....	19
Gambar 2.12 Karakteristik Kerja Relai Differensial .....	20
Gambar 2.13 Prinsip Kerja Rele Differensial Pada Keadaan Normal .....	21
Gambar 2.14 Prinsip Kerja Rele Differensial Pada gangguan diluar daerah proteksi.....	22
Gambar 2.15 Prinsip Kerja Rele Differensial Pada gangguan didalam daerah proteksi.....	23
Gambar 2.16 Rangkaian Transformator YnYn0 .....	24
Gambar 2.17 Icon Bar Elemen – Elemen pada ETAP 12.6.0 .....	27
Gambar 2.18 Pengaturan <i>Power Grid</i> ETAP 12.6.0 .....	29
Gambar 2.19 Pengaturan <i>Transformator</i> ETAP 12.6.0 .....	30
Gambar 2.20 Pengaturan <i>High Voltage Circuit Breaker</i> ETAP 12.6.0 .....	31
Gambar 2.21 Pengaturan <i>Current Transformator (CT)</i> ETAP 12.6.0 .....	32
Gambar 2.22 Pengaturan Relai Differensial ETAP 12.6.0 .....	33
Gambar 2.23 Pengaturan <i>Static Load</i> ETAP 12.6.0 .....	34
Gambar 3.1 Diagram Alir ( <i>Flow chart</i> ) .....	53

Gambar 4.1	Panel Proteksi Trafo Daya 30 MVA#2 di GI Bukit Siguntang .	55
Gambar 4.2	Relai Differensial pada Bay Transformer Daya 30 MVA di GI Bukit Siguntang.....	56
Gambar 4.3	Hasil Perhitungan melalui Tools Hitung Differensial Excel.....	76
Gambar 4.4	Grafik Karakteristik Relai Differensial Fasa R melalui Tools Hitung Differential Excel .....	77
Gambar 4.5	Grafik Karakteristik Relai Differensial Fasa S melalui Tools Hitung Differential Excel .....	77
Gambar 4.6	Grafik Karakteristik Relai Differensial Fasa T melalui Tools Hitung Differential Excel .....	77
Gambar 4.7	Hasil Perhitungan melalui Tools Hitung Differensial 7UT6 Excel .....	78
Gambar 4.8	Grafik Karakteristik Relai Differensial Fasa R .....	78
Gambar 4.9	Grafik Karakteristik Relai Differensial Fasa S .....	79
Gambar 4.10	Grafik Karakteristik Relai Differensial Fasa T .....	79
Gambar 4.11	Grafik Karakteristik Pengujian Waktu Kerja Relai Differensial.....	80
Gambar 4.12	Prinsip Relai Differensial dalam Keadaan Normal .....	81
Gambar 4.13	Prinsip Relai Differensial pada saat terjadi Gangguan di dalam Daerah Proteksi.....	82
Gambar 4.14	Prinsip Relai Differensial pada saat terjadi Gangguan di luar Daerah Proteksi.....	83

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1	Perencanaan Waktu Penyelesaian Laporan Akhir ..... 55
Tabel 4.1	Data Bay Trafo Daya 30 MVA#2 GI Bukit Siguntang ..... 56
Tabel 4.2	Data Relai Differensial pada Panel Proteksi Bay Transformator Daya 30 MVA#2 GI Bukit Siguntang ..... 57
Tabel 4.3	Pengukuran Parameter Arus Relai Differensial ..... 57
Tabel 4.4	Pengujian Waktu Kerja Relai Differensial ..... 58
Tabel 4.5	Pengujian Fungsi Relai Differensial..... 75
Tabel 4.6	Monitoring Pengukuran Pasca Pemeliharaan Relai Differensial ... 76
Tabel 4.7	Perbandingan Hasil Pengujian dan Perhitungan Relai Differensial ..... 76
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Arus Differensial..... 78

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran - 1 Lembar Rekomendasi Seminar Laporan Akhir
- Lampiran - 2 Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran - 3 Lembar Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran - 4 Permohonan Izin Pengambilan Data Laporan Kerja Praktek  
D3K PLN POLSRI
- Lampiran - 5 *Single Line Diagram* (SLD)
- Lampiran - 6 Foto Kegiatan pada saat Pengujian
- Lampiran - 7 Laporan Hasil Pengujian Relai Differensial pada  
Transformator daya 30 MVA#2 di Gardu Induk Bukit  
Siguntang Palembang