

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PROTEKSI RELE DIFERENSIAL (87B) PADA BUSBAR DI  
SWITCHYARD 150KV PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI  
(PLTP) UNIT 4 PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGI AREA  
KAMOJANG**



**Disusun Oleh:**

**Widi Agung Prasetyo**

**20140120033**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN I**

**ANALISIS PROTEKSI RELE DIFERENSIAL (87B) PADA BUSBAR DI  
SWITCHYARD 150KV PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI  
(PLTP) UNIT 4 PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGI AREA  
KAMOJANG**



**Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.**

**NIK. 19741010201010123056**

**Muhamad Yusvin Mustar, S.T.,M.Eng**

**NIK. 19880508201504123073**

**LEMBAR PENGESAHAN II**

**ANALISIS PROTEKSI RELE DIFERENSIAL (87B) PADA BUSBAR DI  
SWITCHYARD 150KV PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI  
(PLTP) UNIT 4 PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY AREA  
KAMOJANG**

**Disusun Oleh:**

**Widi Agung Prasetyo**

**20140120033**

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.**

**Muhamad Yusvin Mustar, S.T.,M.Eng**

**NIK. 19741010201010123056**

**NIK. 19880508201504123073**

**Penguji**

**Karisma Trinanda Putra S., S.T.,M.T.**

**NIK. 19900619201604123092**

Tugas akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**Mengesahkan**

**Ketua Program Studi Teknik Elektro**

**Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.**

**NIK. 19741010201010123056**

## HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Widi Agung Prasetyo  
NIM : 20140120033  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "*ANALISIS PROTEKSI RELE DIFERENSIAL (87B) PADA BUSBAR DI SWITCHYARD 150KV PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP) UNIT 4 PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGI AREA KAMOJANG*" merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepengetahuan penulis bahwa tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dipublikasikan ataupun ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka

Yogyakarta, 28 Maret 2018



Penulis

Widi Agung Prasetyo

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Bismillahirrohmanirrohim*

*Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:*

*Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih, Yang Maha Pemurah atas segala berkahNya. Yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahNya kepada saya.*

*Tak lupa saya ucapkan terimakasih kepada Orangtua saya ibu Wiji yang selalu memberikan do'a, dukungan, selalu mensupport saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.*

*Kakak saya mas Adit, mba Rizka, mas Vian dan beserta keluarga yang selama ini telah memberikan support dan do'anya kepada saya.*

*Sahabat saya Aziz, Gady, Bangun dan Zeno yang tidak banyak membantu, tetapi ikut mendoakan saya selalu.*

*And*

*Thank you for giving me spirit, motivation and being my best partner "Mega Maulida".*

## **MOTTO**

*“Visi tanpa Eksekusi adalah Halusinasi”*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir di PT Pertamina Geothermal Energi area Kamojang. Tugas akhir ini berisi hasil dari pengamatan selama berada di PLTP Unit 4 Kamojang mengenai ***“ANALISIS PROTEKSI RELE DIFERENSIAL (87B) PADA BUSBAR DI SWITCHYARD 150KV PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI (PLTP) UNIT 4 PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGI AREA KAMOJANG.”***

Keberhasilan pengamatan tugas akhir juga berkat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- a. Allah SWT yang telah memberi saya kemudahan sehingga saya dapat menyelesaikan kerja praktek ini.
- b. Bapak Dr.Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku ketua jurusan teknik elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan sebagai dosen pembimbing 1 (satu) saya.
- c. Bapak Muhammad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 (dua) saya.
- d. Bapak Firman Johannes Manulang sebagai pembimbing saya di PT Pertamina Geothermal Energi area Kamojang yang telah memberikan arahan, saran, serta masukan sehingga saya dalam melaksanakan penelitian dengan penuh kesan dan manfaat.
- e. Bapak Habib, Hasan, dan Andri yang telah mengantar saya ke *power plant* dan *control room*.
- f. Bapak Budi yang telah menjelaskan saya mengenai *operation*.
- g. Orang tua, kakak, keluarga serta Mega Maulida yang telah memberikan doa restu, motivasi dan semangat untuk saya dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.
- h. Serta teman-teman di Jurusan Teknik Elektro angkatan 2014 UMY dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan penelitian tugas akhir ini masih ada kekurangan, maka saran dan kritik diperlukan untuk perbaikan ke depannya. Saya berharap semoga penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 28 Maret 2018

Widi Agung Prasetyo



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN I.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN II.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>	<b>8</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori .....	12
2.2.1 Pendahuluan .....	12
2.2.1.1 Perangkat Proteksi.....	13

2.2.1.2 Zona Proteksi.....	14
2.2.1.3 Faktor Keandalan.....	15
2.2.1.4 Selektivitas .....	17
2.2.1.5 Stabilitas .....	17
2.2.1.6 Kecepatan .....	18
2.2.1.7 Sensitivitas.....	18
2.2.2 Proteksi Busbar.....	19
2.2.2.1 Karakteristik Proteksi Busbar.....	22
2.2.2.2 Prinsip Proteksi Diferensial Busbar.....	23
2.2.3 Rele diferensial pada saluran transmisi .....	24
2.2.3.1 Rele Diferensial .....	24
2.2.3.2 Gangguan di dalam daerah yang dilindungi.....	25
2.2.3.3 Gangguan di luar daerah yang dilindungi.....	26
2.2.3.4 Karakteristik Rele Diferensial .....	26
2.2.4 Teori perhitungan matematis setting rele diferensial.....	28
2.2.4.1 Perhitungan Rasio CT.....	28
2.2.4.2 Error Mismatch.....	29
2.2.4.3 Arus Sekunder CT .....	29
2.2.4.4 Arus Diferensial.....	30
2.2.4.5 Arus Restrain (penahan).....	30
2.2.4.6 Slope.....	30
2.2.4.7 Arus Setting.....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Metode Penelitian .....	32

3.2 Langkah-langkah Penelitian Tugas Akhir .....	34
<b>BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1 Data yang Diperoleh .....	39
4.1.1 Data Sheet Generator.....	41
4.1.2 Data Sheet Transformator.....	41
4.1.3 Data Sheet Trafo Arus .....	42
4.1.4 Data Sheet Rele Diferensial.....	42
4.2 Perhitungan Matematis .....	44
4.2.1 Perhitungan Rasio CT.....	44
4.2.2 Error Mismatch.....	45
4.2.3 Arus Sekunder CT .....	47
4.2.4 Arus Diferensial.....	48
4.2.5 Arus Restrain (penahan).....	48
4.2.6 Slope .....	49
4.2.7 Arus Setting .....	50
4.3 Perbandingan Setting Diferensial Rele .....	52
4.4 Gangguan Hubung Singkat 150kV .....	55
4.5 Simulasi Diferensial Rele menggunakan Software ETAP 12.6.....	57
4.5.1 Simulasi short circuit di luar zona proteksi busbar.....	59
4.5.2 Simulasi short circuit di dalam zona proteksi busbar .....	61
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Rele Diferensial PLTP unit 4 .....	24
Gambar 2.2 Rele Diferensial dalam keadaan arus normal .....	25
Gambar 2.3 Rele Diferensial saat gangguan internal.....	25
Gambar 2.4 Rele Diferensial saat gangguan eksternal .....	26
Gambar 2.5 Prinsip pengoperasian Rele Diferensial .....	27
Gambar 2.6 Karakteristik Rele Diferensial.....	28
Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian .....	34
Gambar 3.2 Peta Lokasi PT. Pertamina geothermal energi area Kamojang .....	35
Gambar 4.1 Over All Single Line 1 x 60 MW Kamojang unit 4 .....	39
Gambar 4.2 Single Line Diagram 1 x 60 MW Kamojang unit 4 .....	40
Gambar 4.3 Zona Proteksi Rele Diferensial (87B) pada Busbar di <i>Switchyard</i> Kamojang unit 4 .....	43
Gambar 4.4 Simulasi Rele Diferensial dalam keadaan normal.....	57
Gambar 4.5 Simulasi saat gangguan <i>eksternal</i> .....	59
Gambar 4.6 Simulasi saat gangguan <i>internal</i> .....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Sheet Generator .....	41
Tabel 4.2 Data Sheet Transformator .....	41
Tabel 4.3 Data Trafo Arus .....	42
Tabel 4.4 Data Rele Diferensial Busbar .....	43
Tabel 4.5 Data Hasil Perhitungan Setting Rele.....	51
Tabel 4.6 Data Sheet Setting Aktual Rele Diferensial (87B) .....	52
Tabel 4.7 Data Perhitungan Manual Rele .....	52
Tabel 4.8 Data Hasil Perbandingan Perhitungan Manual dan Data Setting Aktual Rele Diferensial (87B).....	53
Tabel 4.9 Data Simulasi Rele Diferensial dalam Keadaan Arus Normal .....	58