

**“ PERENCANAAN PEMASANGAN DAN KOORDINASI OCR GFR PADA  
SISTEM INTERKONEKSI PLTMH (APLIKASI INTERKONEKSI  
PLTMH DURIAN TIMBARAU PASAMAN BARAT) ”**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan  
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

*Oleh :*

**NADEO MAYENDRA**  
**1410017111056**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG  
2019**

**LEMBARAN PENGESAHAN**

**“ PERENCANAAN PEMASANGAN DAN KOORDINASI OCR GFR PADA  
SISTEM INTERKONEKSI PLTMH (APLIKASI INTERKONEKSI  
PLTMH DURIAN TIMBARAU PASAMAN BARAT “**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan  
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

*Oleh:*

**NADEO MAYENDRA**  
**1410017111056**

*Disetujui Oleh :*

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Ir. Cahayahati, M.T**  
**NIP: 930 500 331**

**Ir. Arzul, M.T**  
**NIP: 941 100 396**

*Diketahui Oleh :*

**Fakultas Teknologi Industri**  
**Dekan,**

**Jurusan Teknik Elektro**  
**Ketua,**

**Dr. Hidayat, S.T., M.T**  
**NIP: 960 700 420**

**Ir. Yani Ridal, M.T**  
**NIK. 910 300 329**

**PERSETUJUAN PENGUJI**

**“ PERENCANAAN PEMASANGAN DAN KOORDINASI OCR GFR PADA  
SISTEM INTERKONEKSI PLTMH (APLIKASI INTERKONEKSI  
PLTMH DURIAN TIMBARAU PASAMAN BARAT “**

**SKRIPSI**

**NADEO MAYENDRA**  
**1410017111056**

**Dipertahankan di depan Penguji Skripsi**  
**Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro**  
**Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang**  
**Hari : Rabu, Tanggal : 13 Februari 2019**

No	Nama	Tanda Tangan
1.	<b><u>Ir. Yani Ridal, M.T.</u></b> (Ketua)	.....
2.	<b><u>Ir. NH. Kresna, M.T.</u></b> (Penguji)	.....
3.	<b><u>Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc</u></b> (Penguji)	.....
4.	<b><u>Ir. Cahayahati, M.T.</u></b> (Pembimbing)	.....

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul ***“Perencanaan Pemasangan Dan Koordinasi OCR GFR Pada Sistem Interkoneksi PLTMH (Aplikasi Interkoneksi PLTMH Durian Timbarau Pasaman Barat)”***. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.

Dalam menyusun Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak, karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

- ❖ Bapak Ir. Cahayahati, M.T (Pembimbing I)
- ❖ Bapak Ir. Arzul, M.T (Pembimbing II)

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga laporan ini dapat diselesaikan.

1. Papa dan Mama tercinta, Bapak Yen Bastian dan Ibu Helma Yunita yang telah mendidik, membesarkan dan memberikan semua kasih sayangnya hingga saat ini, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam meraih setiap cita dan harapan.
2. Bapak Dr. Hidayat, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir. Yani Ridal, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Mirza Zoni, S.T., M.T selaku Penasehat Akademis.
5. Bapak/ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.

6. Melinda Linggawati Amri yang selalu sabar menghadapi penulis saat mengerjakan skripsi ini. Terima kasih atas semangat, do'a serta Motivasi kepada penulis.
7. Seluruh teman-teman 14 Ampere yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini.
8. Seluruh pihak yang turut mendukung dan membantu penulis baik moril maupun materil namun tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam skripsi ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang akan membangun penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, Februari 2019

Penulis

## INTISARI

PLTMH mempunyai kapasitas yang terbatas, untuk memenuhi kebutuhan beban maka dilakukan interkoneksi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Keandalan dan kemampuan sistem tenaga listrik dalam suatu jaringan tergantung pada sistem pengamanan yang digunakan. Oleh sebab itu dalam perencanaan suatu sistem tenaga listrik, kondisi gangguan yang mungkin terjadi pada sistem perlu dipertimbangkan melalui analisis gangguan hubung singkat. Gangguan hubung singkat merupakan salah satu gangguan yang sering timbul, baik itu gangguan satu fasa ketanah, dua fasa, dua fasa ketanah, dan antar fasa. Demi keamanan pembangkit dan beban dari gangguan maka dilakukan koordinasi relay proteksi *Over Current Relay (OCR)* yang bekerja pada saat terjadinya gangguan hubung singkat sehingga berdampak pada kenaikan arus dan *Ground Fault Relay (GFR)* yang bekerja pada saat terjadinya ketidakseimbangan arus atau terjadi gangguan hubung singkat ketanah. Untuk mensimulasikan arus gangguan hubung singkat pada sistem kelistrikan PLTMH menggunakan ETAP. Dari hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat, arus gangguan hubung singkat terbesar terjadi pada PLTMH Patagak dan PLTMH Rimbo Batu dengan kapasitas daya masing-masing 60 dan 30 kW, dan beban yang terpasang 57,2 dan 20,2 kVA, arus gangguan hubung singkat yang terjadi sebesar 1904,76 A. Sedangkan arus gangguan hubung singkat yang terkecil terjadi pada PLTMH IMPP dengan kapasitas daya sebesar 20 kW dan beban yang terpasang 18,9 kVA, besar arus gangguan hubung singkat yang terjadi sebesar 327,86 A. Nilai setting arus pada setiap masing-masing PLTMH diperoleh hasil yang berbeda. Nilai setting arus terbesar untuk proteksi relay OCR yaitu pada pembangkit Kampung Sejati dengan setting arus sebesar 4,95 A dengan waktu kerja relay 0,83 s. Sedangkan nilai setting arus terbesar untuk proteksi relay GFR terdapat pada pembangkit OMPP yaitu sebesar 0,97 A dengan waktu kerja relay 1,02 s.

**Kata Kunci :** *Interkoneksi, Gangguan Hubung Singkat, koordinasi, OCR dan GFR, ETAP 12.6.*

## ABSTRACT

PLTMH has a limited capacity, in order to meet load requirements, an interconnection of micro hydro power plants (PLTMH) is carried out. reliability and capability of the electric power system in a network depends on the security system used. Therefore, in planning an electric power system, disturbance conditions that may occur in the system need to be considered through analysis of short circuit interference. Short circuit interference is one of the disorders that often arise, both the interference of one phase of the ground, two phases, two phases of ground, and between phases. For the safety of the plant and the burden of interference, the Over Current Relay (OCR) protection relay coordination works when there is a short circuit disturbance so that it has an impact on the increase in current and Ground Fault Relay (GFR) that works when there is a current imbalance or short circuit interference to the ground. To simulate short-circuit fault current in the PLTMH electrical system using ETAP. From the results of the calculation of short circuit faults, the largest short circuit fault currents occur in the Patagak and Rimbo Batu with power capacities of 60 and 30 kW respectively, and installed loads of 57.2 and 20.2 kVA, short circuit fault currents occurred at 1904.76 A. While the smallest short circuit fault occurred in IMPP with a power capacity of 20 kW and installed load of 18.9 kVA, the amount of short circuit fault current was 327.86 A. the value of the current setting in each obtained different results. The largest current setting value for OCR relay protection is at the True Village generator with a current setting of 4.95 A with a relay work time of 0.83 s. While the largest current setting value for GFR relay protection is in the OMPP generator which is equal to 0.97 A with a relay work time of 1.02 s.

**Keywords :** *Interconnection, Short circuit interference, coordination, OCR and GFR, ETAP 12.6.*

## DAFTAR ISI

### COVER

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGUJI.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-2
1.3 Tujuan Masalah.....	I-3
1.4 Batasan Masalah.....	I-3
1.5 Manfaat .....	I-4
1.6 Sistematika Penulisan .....	I-4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Penelitian (State Of The Art).....	II-1
2.2 Landasan Teori.....	II-2
2.2.1 PLTMH .....	II-2
2.2.2 Impedansi Sistem .....	II-5
2.2.2.1 Impedansi Urutan Positif.....	II-6
2.2.2.2 Impedansi Urutan Negatif.....	II-7
2.2.2.3 Impedansi Urutan Nol.....	II-7
2.2.3 Gangguan Hubung Singkat .....	II-8
2.2.3.1 Satu Phasa ketanah .....	II-9
2.2.3.2 Dua Phasa .....	II-10
2.2.3.3 Dua Phasa ketanah.....	II-11



2.2.3.4 Tiga Phasa .....	II-12
2.2.4 Sistem Proteksi .....	II-13
2.2.4.1 Over Current Relay (OCR) .....	II-13
2.2.4.2 Ground Fault Relay (GFR).....	II-15
2.2.5 ETAP .....	II-17

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Alat Dan Bahan Penelitian .....	III-1
3.2 Alur Penelitian .....	III-7
3.3 Deskripsi Dan Analisis.....	III-8
3.3.1 Deskripsi.....	III-8
3.3.2 Analisis .....	III-9

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1 Deskripsi Penelitian .....	IV-1
4.1.1 Wilayah .....	IV-1
4.2 Data Sistem PLTMH.....	IV-3
4.2.1 Data Pembangkit .....	IV-3
4.2.2 Data Saluran .....	IV-16
4.2.2 Data Analisa Aliran Daya.....	IV-17
4.3 Gambar Sistem PLTMH .....	IV-20
4.4 Perhitungan .....	IV-21
4.4.1 Perhitungan Nilai Impedansi .....	IV-21
4.4.2 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat .....	IV-27
4.4.3 Perhitungan Setting Relay .....	IV-44
4.4.3.1 OCR ( <i>Over Current Relay</i> ).....	IV-44
4.4.3.2 GFR ( <i>Ground Fault Relay</i> ).....	IV-48
4.4.4 Perhitungan Rating CB.....	IV-52
4.5 Analisa .....	IV-53

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	V-1
----------------------	-----

5.2 Saran..... V-3

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema PLTMH .....	II-3
Gambar 2.2. Komponen Urutan Positif .....	II-7
Gambar 2.3. Komponen Urutan Negatif .....	II-7
Gambar 2.4. Komponen Urutan Negatif .....	II-7
Gambar 2.5. Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ke Tanah .....	II-9
Gambar 2.6. Rangkaian Ekivalen Gangguan hubung singkat tiga fasa ke tanah .....	II-9
Gambar 2.7. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa .....	II-10
Gambar 2.8. Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa Ke Tanah .....	II-11
Gambar 2.9. Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa Ke Tanah .....	II-12
Gambar 2.10. Rangkaian Ekivalen Gangguan hubung singkat tiga fasa ..	II-12
Gambar 2.11. Rangkaian Pengawatan OCR dan GFR .....	II-15
Gambar 2.12. Elemen - Elemen AC Di ETAP .....	II-19
Gambar 2.13. Simbol Transformator 2 Kawat Di ETAP .....	II-20
Gambar 2.14. Simbol Generator di ETAP .....	II-20
Gambar 2.15. Simbol Beban Statis Dan Dinamis di ETAP .....	II-20
Gambar 2.16. Simbol Pemutus Rangkaian di ETAP .....	II-21
Gambar 2.17. Simbol Bus di ETAP .....	II-21
Gambar 2.18. Toolbar Load Flow di ETAP .....	II-22
Gambar 2.19. Toolbar Analisa Arus Gangguan Hubung Singkat .....	II-23
Gambar 2.20. Toolbar Analisa Sistem Proteksi .....	II-25
Gambar 3.1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian .....	III-6
Gambar 4.1. Peta Kabupaten Pasaman Barat .....	IV-1
Gambar 4.2. Single Line Diagram Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-28
Gambar 4.4. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-28
Gambar 4.5. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-29
Gambar 4.6. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-29
Gambar 4.7. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-30
Gambar 4.8. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-30
Gambar 4.9. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-31

Gambar 4.10. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-31
Gambar 4.11. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-32
Gambar 4.12. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-32
Gambar 4.13. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-33
Gambar 4.14. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-33
Gambar 4.15. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-34
Gambar 4.16. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-34
Gambar 4.17. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-34
Gambar 4.18. Rangkaian Ekivalen Sistem Interkoneksi PLTMH .....	IV-35

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik Operasi Waktu Jenis Relay Inverse Time .....	II-14
Tabel 4.1. Batas Wilayah Kabupaten Pasaman Barat .....	IV-2
Tabel 4.2. Data Sistem Kontrol, Distribusi, Dan Elektrikal PLTMH IMPP .....	IV-4
Tabel 4.3. Data Mekanikal PLTMH IMPP .....	IV-4
Tabel 4.4. Name Plate Generator PLTMH IMPP .....	IV-5
Tabel 4.5. Data Sistem Kontrol, Distribusi, Dan Elektrikal PLTMH Patagak .....	IV-6
Tabel 4.6. Data Mekanikal PLTMH Patagak .....	IV-6
Tabel 4.7. Name Plate Generator PLTMH Patagak .....	IV-7
Tabel 4.8. Data Sistem Kontrol, Distribusi, Dan Elektrikal PLTMH OMPP .....	IV-8
Tabel 4.9. Data Mekanikal PLTMH OMPP .....	IV-8
Tabel 4.10. Name Plate Generator PLTMH OMPP .....	IV-9
Tabel 4.11. Data Sistem Kontrol, Distribusi, Dan Elektrikal PLTMH Lembah Derita .....	IV-10
Tabel 4.12. Data Mekanikal PLTMH Lembah Derita .....	IV-11
Tabel 4.13. Name Plate Generator PLTMH Lembah Derita .....	IV-11
Tabel 4.14. Data Sistem Kontrol, Distribusi, Dan Elektrikal PLTMH Rimbo Batu .....	IV-12
Tabel 4.15. Data Mekanikal PLTMH Rimbo Batu .....	IV-13
Tabel 4.16. Name Plate Generator PLTMH Rimbo Batu .....	IV-13
Tabel 4.17. Data Sistem Kontrol, Distribusi, Dan Elektrikal PLTMH Kampung Sejati .....	IV-14
Tabel 4.18. Data Mekanikal PLTMH Kampung Sejati .....	IV-15
Tabel 4.19. Name Plate Generator PLTMH Kampung Sejati .....	IV-15
Tabel 4.20. Spesifikasi Saluran Distribusi PLTMH Durian Tibarau .....	IV-16
Tabel 4.21. Impedansi Jenis Penghantar TC-AAAC .....	IV-17
Tabel 4.22. Aliran Daya PLTMH IMPP .....	IV-17

Tabel 4.23. Aliran Daya PLTMH Patagak .....	IV-18
Tabel 4.24. Aliran Daya PLTMH OMPP .....	IV-18
Tabel 4.25. Aliran Daya PLTMH Lembah Derita .....	IV-19
Tabel 4.26. Aliran Daya PLTMH Rimbo Batu .....	IV-19
Tabel 4.27. Aliran Daya PLTMH Kampung Sejati .....	IV-20
Tabel 4.28. Penyulang Dengan Jenis Penghantar TC-AAAC .....	IV-24
Tabel 4.29. Penyulang Dengan Jenis Penghantar TC-AAAC .....	IV-24
Tabel 4.30. Nilai Impedansi Penyulang Antar PLTMH .....	IV-26
Tabel 4.31. Nilai Impedansi Penyulang Antar PLTMH .....	IV-27
Tabel 4.32. Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat .....	IV-53
Tabel 4.33. Hasil perhitungan nilai setting arus dan waktu kerja relay proteksi .....	IV-54
Tabel 4.34. Hasil perhitungan nilai rating CB .....	IV-55