



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**SKRIPSI - ENERGI LISTRIK**

**IMPLEMENTASI SISTEM *GROUNDING* NGR PADA  
GENERATOR UNTUK MEREDUKSI ARUS  
GANGGUAN SATU FASA KE TANAH PADA PLTD  
TERONG RAYON ADONARA**

Ricardo Stenli Lau  
NIM 12.12.046

Dosen Pembimbing  
Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT  
Ir. Ni Putu Agustini, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S -1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
September 2018



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

SKRIPSI - ENERGI LISTRIK

**IMPLEMENTASI SISTEM *GROUNDING* NGR PADA  
GENERATOR UNTUK MEREDUKSI ARUS  
GANGGUAN SATU FASA KE TANAH PADA PLTD  
TERONG RAYON ADONARA**

Ricardo Stenli Lau  
NIM 12.12.046

Dosen Pembimbing  
Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT  
Ir. Ni Putu Agustini, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S -1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
September 2018

**IMPLEMENTASI SISTEM *GROUNDING* NGR PADA  
GENERATOR UNTUK MEREDUKSI ARUS GANGGUAN  
SATU FASA KE TANAH PADA PLTD TERONG RAYON  
ADONARA**

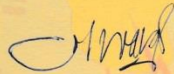
**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Energi Listrik

Diperiksa dan Disetujui :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2




Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT  
NIP. 196105031992021001

Ir. Ni Putu Agustini, MT  
NIP. Y 1030100371

Mengetahui :

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irrine Budi Sulistawati, ST, MT  
NIP. 197706152005012002

MALANG  
September, 2018



PT BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama : Ricardo Stenli Lau  
NIM : 1212046  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI SISTEM *GROUNDING* NGR  
PADA GENERATOR UNTUK MEREDUKSI  
ARUS GANGGUAN SATU FASA KE TANAH  
PADA PLTD TERONG RAYON ADONARA  
FLORES TIMUR

Tanggal	Materi Perbaikan	Paraf
Penguji I 14 September 2018	Berikan grafik diagram perbandingan arus gangguan antara pentanahan <i>solid</i> dan NGR	
	Apa keuntungan penggunaan NGR ?	

Disetujui,  
Dosen Penguji I

**Dr. Irrine Budi Sulistawati, ST, MT**  
NIP. 19770615200501 2 002

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

**Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT**  
NIP. 196105031992021001

Dosen Pembimbing II

**Ir. Ni Putu Agustini, MT**  
NIP. Y 1030100371



PT BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karangjo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama : Ricardo Stenli Lau  
NIM : 1212046  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI SISTEM *GROUNDING* NGR  
PADA GENERATOR UNTUK MEREDUKSI  
ARUS GANGGUAN SATU FASA KE TANAH  
PADA PLTD TERONG RAYON ADONARA  
FLORES TIMUR

Tanggal	Materi Perbaikan	Paraf
Penguji II 14 September 2018	Tambahkan waktu hasil perhitungan pada kesimpulan nomor 2.	

Disetujui,  
Dosen Penguji II

**Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, ST, MT**  
NIP. Y. 1018800189

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

**Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT**  
NIP. 196105031992021001

Dosen Pembimbing II

**Ir. Ni Putu Agustini, MT**  
NIP. Y 1030100371



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

NAMA : Ricardo Stenli Lau  
NIM : 12.12.046  
Program Studi : Teknik Elektro (S-1)  
Peminatan : Teknik Energi Listrik  
Masa Bimbingan : Semester Genap 2017/2018  
Judul : IMPLEMENTASI SISTEM *GROUNDING* NGR  
PADA GENERATOR UNTUK MEREDUKSI  
ARUS GANGGUAN SATU FASA KE TANAH  
PADA PLTD TERONG RAYON ADONARA  
FLORES<sup>3</sup> TIMUR

Dipersentasikan di hadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang sastra satu  
(S-1) pada :

Hari : Senin  
Tanggal : 3 September 2018  
Nilai : 65 (B)

Panitia Ujian Skripsi,

**Majelis Ketua Penguji**

**Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT**  
NIP. 197706152005012002

**Sekretaris Majelis Penguji**

**Dr. Eng. I Komang S., ST, MT**  
NIP. Y. 1030100361

Anggota Penguji,

**Dosen Penguji I**

**Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT**  
NIP. 197706152005012002

**Dosen Penguji II**

**Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, ST, MT**  
NIP. Y. 1018800189



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat dan rahmat-Nya, sehingga penyusunan laporan skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari tanpa adanya usaha dan bantuan dari berbagai pihak, maka laporan skripsi ini tidak dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Yudi Limpraptono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Ir. Ni Putu Agustini, MT selaku Dosen Pembimbing II.
6. Pimpinan dan staff PT. PLN (Persero) Rayon Adonara Flores Timur yang sudah membantu dalam memberikan data-data yang dibutuhkan.
7. Orang tua dan teman-teman yang sudah membantu penulis baik itu dalam bentuk materi dan dukungan doa yang selalu menyertai penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada laporan skripsi ini, oleh karena itu mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat.

Malang,    September 2018

Penulis

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ricardo Stenli Lau  
NIM : 1212046  
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro/ Energi Listrik S-1  
ID KTP / Paspor : 5310051012940003  
Judul Skripsi : Implementasi Sistem Grounding NGR Pada  
Generator Untuk Mereduksi Arus Gangguan  
Satu Fasa Ke Tanah Pada PLTD Terong  
Rayon Adonara Flores Timur.

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil plagiarism dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarism, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang undangan yang berlaku.

Malang, September 2018



Ricardo Stenli Lau  
NIM 12.12.046



# **IMPLEMENTASI SISTEM *GROUNDING* NGR PADA GENERATOR UNTUK MEREDUKSI ARUS GANGGUAN SATU FASA KE TANAH PADA PLTD TERONG RAYON ADONARA**

Ricardo Stenli Lau

Email : ricardo\_stenly@yahoo.com

Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT

Ir. Ni Putu Agustini, MT

Peminatan Teknik Energi Listrik  
Program Studi Teknik Elektro S-1  
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

## **Abstrak**

Gangguan arus hubung singkat (1 fasa ketanah) yang besar pada generator dapat mengakibatkan generator terganggu dan berbahaya dengan sistem pentanahan solid yang masih digunakan pada PLTD Terong Adonara. Sistem pengamanan yang digunakan untuk mengisolasi gangguan yaitu penggunaan rele Ground Fault Relay (GFR) dimana GFR tidak dapat bekerja jika tidak ada sistem pentanahan netralnya. Penggunaan pentanahan netral solid dan Neutral Grounding Resistor (NGR) digunakan dalam penelitian ini guna mengetahui setting rele yang tepat ketika terjadi gangguan 1 fasa ke tanah serta melakukan perbandingan antara sistem pentanahan netral yang digunakan dalam setting rele GFR. Hasil analisa hubung singkat dengan pentanahan solid diketahui arus gangguan maksimum sebesar 1,47 kA, sedangkan dengan pentanahan NGR diketahui arus gangguan maksimum sebesar 0,110 kA. Setting waktu kerja rele yang didapat dari sistem pentanahan solid (settingan awal PLN) yaitu 0,3 s pada Penyulang 1 dan penyulang 2. Setting waktu kerja rele yang didapat dari sistem pentanahan NGR yaitu 0,283 s pada penyulang 1 dan 0,297 s pada penyulang 2. Dalam hal ini penggunaan NGR lebih efektif sebagai pentanahan netral karena bisa mereduksi besar arus hubung singkat yang terjadi sehingga tidak membahayakan peralatan dan manusia di sekitar.

*Kata Kunci* – *Solid Grounding*, *NGR (Neutral Grounding Resistance)*, *GFR (Ground Fault Relay)*

# **NGR GROUNDING SYSTEM IMPLEMENTATION OF GENERATOR TO REDUCE SINGLE PHASE TO GROUND FAULT CURRENT IN PLTD TERONG RAYON ADONARA**

Ricardo Stenli Lau

Email : ricardo\_stenly@yahoo.com

Advisor : Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT

Ir. Ni Putu Agustini, MT

Specialization of Electrical Energy Engineering

Electrical Engineering Study Program S-1

Faculty of Industrial Technology, National Institute of Technology

Malang

Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

## **Abstract**

The high short circuit fault current level (single-phase-to-ground) in generator can causing the generator disturbed and dangerous with solid system that still used in PLTD Terong Adonara. The security system used to isolate the fault is the use of Ground Fault Relay (GFR), where GFR can not work properly if there is no neutral grounding system. The use of solid neutral ground and neutral grounding resistor (NGR) are used in this study to determine the proper setting of relay when single phase to ground fault occurs and to compare the neutral grounding system used in the GFR release setting. The result of solid ground is known the maximum fault current is 1,47 kA, whereas with NGR grounding it is known that maximum fault current is 0,110 kA. Setting the working time of relay obtained from solid grounding sytem (PLN settings) that is 0,3 s at feeder 1 and feeder 2. Setting the working time of relay obtained from NGR system that is 0.283 s at feeder 1 and 0.297 s at feeder 2. In this case the use of NGR is more effective as a neutral grounding because it can reduce the high short circuit current that occurs so that not harm the equipment and humans around.

*Keyword – Solid Grounding, NGR (Neutral Grounding Resistance), GFR (Ground Fault Relay)*



# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Generator Sinkron.....	4
2.2 Gangguan Pada Sistem Tenaga Listrik .....	5
2.3 Gangguan Simetris.....	5
2.4 Gangguan Asimetris.....	6
2.4.1 Gangguan Satu Fasa Ke Tanah.....	6
2.4.2 Gangguan Dua Fasa Hubung Singkat.....	7
2.4.3 Gangguan Dua Fasa Ke Tanah.....	7
2.5 Pentanahan.....	8
2.5.1 Pentanahan Tanpa Impedansi.....	8
2.5.2 Pentanahan Melalui Tahanan.....	9
2.5.3 Pentanahan Melalui Reaktor.....	9
2.5.4 Pentanahan Melalui Kumparan Petersen.....	9
2.6 Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	10
2.7 Rele Proteksi.....	10
2.8 Ground Fault Relay.....	11
2.9 Neutral Grounding Resistance.....	12
2.9.1 Low Resistance Grounding.....	13
2.9.2 High Resistance Grounding.....	13

**BAB III METODE PENELITIAN..... 14**

3.1 Metode Yang Digunakan.....14  
3.2 Sistem Kelistrikan PLN. Rayon Adonara.....14  
3.3 Data Yang Diperoleh.....15  
    3.3.1 Single Line Diagram.....15  
    3.3.2 Data Generator.....15  
    3.3.3 Data Transformator Tenaga.....16  
    3.3.4 Data Beban.....16  
    3.3.5 Data Relay.....16  
3.4 Software ETAP Power Station.....17  
3.5 Perancangan Simulasi.....18  
3.6 Analisa Hubung Singkat.....19  
3.7 Analisa Koordinasi Perangkat Star.....19  
3.8 Perhitungan Setting Relay GFR.....19  
3.9 Normal Inverse Time-Delayed Characteristic.....20  
3.10Metode Pentanahan Solid.....21  
3.11Metode Pentanahan NGR.....21  
3.12Algoritma Penelitian.....23  
3.13Flowchart.....24

**BAB IV HASIL DAN ANALISIS HASIL.....25**

4.1 Permodelan Single Line Diagram.....25  
4.2 Data Yang Di Input.....26  
4.3 Simulasi Short Circuit Menggunakan Pentanahan Solid.....31  
4.4 Perhitungan Arus Hubung Singkat Gangguan 1 Fasa Ke Tanah  
    Pada Generator Dengan Sistem Solid Grounding.....32  
4.5 Perhitungan Nilai Resistance NGR.....33  
4.6 Perhitungan Arus Hubung Singkat Gangguan 1 Fasa Ke Tanah  
    Pada Generator Menggunakan NGR.....33  
4.7 Simulasi Short Circuit Menggunakan NGR.....34  
4.8 Kurva Kerja Relay GFR Settingan PLN.....37  
4.9 Perhitungan Dan Setting Relay GFR.....41  
4.10 Kurva Kerja Relay GFR Hasil Perhitungan.....42  
4.11 Perbandingan Setting Relay PLN Dengan Hasil Perhitungan.....45

**BAB V PENUTUP..... 46**

5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46

**DAFTAR PUSTAKA**  
**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Generator Sinkron.....	4
Gambar 2.2	Gangguan Simetris.....	5
Gambar 2.3	Gangguan Asimetris.....	6
Gambar 2.4	Gangguan Satu Fasa Ke Tanah.....	7
Gambar 2.5	Gangguan Dua Fasa Hubung Singkat.....	7
Gambar 2.6	Gangguan Dua Fasa Ke Tanah.....	7
Gambar 2.7	Rangkaian Pentanahan Solid.....	8
Gambar 2.8	Rangkaian Pentanahan Resistor.....	9
Gambar 2.9	Rangkaian Pentanahan Petersen.....	10
Gambar 2.10	Cara Kerja GFR.....	12
Gambar 3.1	Single Line Diagram PLN Rayon Adonara.....	15
Gambar 3.2	Tampilan Program Etap Power Station.....	18
Gambar 3.3	Single Line Diagram PLN Rayon Adonara Pada Software ETAP Power Station.....	19
Gambar 3.4	Pentanahan Netral Menggunakan NGR .....	21
Gambar 3.5	Flowchart Penyelesaian Masalah.....	24
Gambar 4.1	Permodelan Single Line Diagram PLTD Terong Rayon Adonara Pada Software ETAP Power Station.....	25
Gambar 4.2	Input Data Generator di Software ETAP Power Station...	26
Gambar 4.3	Input Data Transformator di Software ETAP Power Station.....	27
Gambar 4.4	Input Data Beban di Software ETAP Power Station.....	28
Gambar 4.5	Input Data CT di Software ETAP Power Station.....	29
Gambar 4.6	Input Data Relay GFR di Software ETAP Power Station..	30
Gambar 4.7	Hasil Running Short Circuit Pentanahan Solid.....	31
Gambar 4.8	Hasil Running Short Circuit Pentanahan NGR.....	35
Gambar 4.9	Input Settingan Relay PLN Penyulang 1.....	37
Gambar 4.10	Kurva Kerja Relay GFR Penyulang 1 Settingan PLN....	38
Gambar 4.11	Input Settingan Relay PLN Penyulang 2.....	39
Gambar 4.12	Kurva Kerja Relay GFR Penyulang 2 Settingan PLN.....	40
Gambar 4.13	Kurva Kerja Relay GFR Penyulang 1 Hasil Perhitungan.....	43
Gambar 4.14	Kurva Kerja Relay GFR Penyulang 2 Hasil Perhitungan .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Beban Penyulang.....	16
Tabel 3.2 Data Setting Ground Fault Relay.....	16
Tabel 4.1 Hasil Simulasi Arus Gangguan Pentanahan Solid.....	31
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Perhitungan dan Simulasi Arus Gangguan Pada Generator Dengan Pentanahan Solid.....	32
Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Perhitungan dan Simulasi Arus Gangguan Pada Generator Dengan Pentanahan NGR.....	35
Tabel 4.4 Kondisi Relay GFR Settingan PLN.....	45
Tabel 4.5 Kondisi Relay GFR Hasil Perhitungan.....	45