

**ANALISA SISTEM EKSITASI TANPA SIKAT PADA
GENERATOR SINKRON 3 PHASA GTG UNIT 1
DI PLTGU GUNUNG MEGANG**



LAPORAN AKHIR

**Laporan Akhir ini Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Listrik**

Oleh

RIFQI ADHITAMA

0618 3031 0186

POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA

PALEMBANG

2021

**ANALISA SISTEM EKSITASI TANPA SIKAT PADA
GENERATOR SINKRON 3 PHASA GTG UNIT 1
DI PLTGU GUNUNG MEGANG**



Oleh

RIFQI ADHITAMA

0618 3031 0186

Menyetujui,

Pembimbing I

Mutiar, S.T., M.T.
NIP. 196403022008122001

Pembimbing II

Mohammad Noer, S.ST., M.T.
NIP. 196505121995021001

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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Rifqi Adhitama
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 12 September 2000
Alamat : Jl. Lukman Idris Gg. Mangga 2 RT/RW 012/003 No.156
NPM : 061830310186
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi/Laporan Akhir* : Analisa Sistem Eksitasi Tanpa Sikat Pada Generator Sinkron 3Phasa GTG Unit 1 di PLTGU Gunung Megang

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Skripsi/Laporan Akhir* ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Skripsi/Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, 21 Juli 2021



(Rifqi Adhitama)

Pembimbing I Mutiar, S.T., M.T.

Pembimbing II Mohammad Noer, S.ST., M.T.

* Coret yang tidak perlu

MOTTO

Dia (Zakaria) berkata, "Ya Tuhanku, sungguh tulangku telah lemah dan kepalaku telah dipenuhi uban, dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada-Mu, Ya Tuhanku."

(Q.S. MARYAM : 4)

*"and I fell from the pedestal, right down the rabbit hole
long story short it was a bad time
pushed from the precipice, climbed right back up the cliff
long story short I survived"
- Taylor Swift*

*Alhamdulillah, berkat rahmat dan karunia Allah SWT,
dengan tulus Laporan Akhir ini Kupersembahkan untuk:*

Diriku Sendiri

Ibu dan Ayah Tersayang

Sahabat Baikku

Teman-teman Seperjuangan Kelas 6LB Angkatan 2018

Almamaterku

ABSTRAK

ANALISA SISTEM EKSITASI TANPA SIKAT PADA GENERATOR SINKRON 3 PHASA GTG UNIT 1 DI PLTGU GUNUNG MEGANG

(2021 : xvi + 52 Halaman + Lampiran)

RIFQI ADHITAMA

0618 3031 0186

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

e-mail : rifqixadhitama@gmail.com

Generator Sinkron 3 Fasa Unit 1 PLTGU Gunung Megang bekerja dengan menggunakan sistem eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation system*) dengan *permanent magnet generator* sebagai sumber eksitasinya. Eksitasi disuplai dari generator AC eksiter melalui *rotating diode* pada poros. Tegangan yang dihasilkan generator dapat berubah akibat perubahan beban. Untuk menjaga tegangan tetap konstan pada tegangan nominalnya, maka dibutuhkan *Automatic Voltage Regulator* (AVR). AVR bekerja dengan mengatur arus eksitasi agar nilai tegangan keluaran generator tetap konstan. Dengan metode penelitian pengukuran parameter generator hingga regulasi tegangan keluaran generator. Hasil menunjukkan persentase fluktuasi tegangan pada generator sinkron PLTGU Gunung Megang selama 2 minggu berkisar +0,1% hingga +0,4% dan -0,1% hingga -0,5%. Berdasarkan standar yang telah ditetapkan, titik suplai tegangan berada pada persentase yang aman dan tidak akan menyebabkan gangguan pada generator. Semakin besar arus eksitasi yang diinjeksikan pada rotor generator maka akan semakin besar penyediaan Daya Aktif (MW) yang dibangkitkan pada generator sinkron unit 1.

Kata kunci : Generator Sinkron, Sistem Eksitasi, *Automatic Voltage Regulator*

ABSTRACT

GTG UNIT 1 3 PHASE SYNCRHONOUS GENERATOR BRUSHLESS EXCITATION SYSTEM ANALYSIS IN GUNUNG MEGANG GAS AND STEAM POWER PLANT

(2021 : xvi + 52 Pages + appendix)

RIFQI ADHITAMA

0618 3031 0186

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

e-mail : rifqixadhitama@gmail.com

Unit 1 3 Phase Synchronous Generator at Gunung Megang Power Plant works by using a brushless excitation system with a permanent magnet generator as the excitation source. Excitation is supplied from the exciter AC generator by means of a rotating diode on the shaft. The voltage that generated by the generator may change due to changes in load. To keep the voltage constant at the nominal voltage, an Automatic Voltage Regulator (AVR) is needed. AVR works by adjusting the excitation current so that the generator output voltage value remains constant. With the research method of measuring generator parameters to the generator output voltage regulation. The results show that the voltage fluctuations at Gunung Megang Power Plant synchronous generator on the 2-week operating, ranged from +0.1% to +0.4% and -0.1% to -0.5%. Based on the standards that have been set, the supply point voltage is at a safe percentage and will not cause disturbance to the generator. The greater the excitation current injected into the generator rotor, the greater the supply of Active Power (MW) generated in the unit 1 synchronous generator.

Keywords : Synchronous Generator, Excitation System, Automatic Voltage Regulator

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT, Tuhan Semesta Alam karena berkat rahmat, ridho, dan hidayah-Nya penulis bisa menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan judul “**Analisa Sistem Eksitasi Tanpa Sikat Pada Generator Sinkron 3 Phasa GTG Unit 1 di PLTGU Gunung Megang**”. Penulisan Laporan Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Selesainya penyusunan Laporan Akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan, petunjuk, nasehat, serta bimbingan dari berbagai pihak sehingga Laporan Akhir ini dapat terselesaikan. Adapun rasa terima kasih ini dipersembahkan untuk:

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 Koordinator Program Studi Teknik Listrik.
5. Bapak Mutiar, S.T., M.T., selaku pembimbing I laporan akhir.
6. Bapak Mohammad Noer, S.ST.,M.T. selaku pembimbing II laporan akhir.
7. Bapak Arobi, selaku pembimbing dan leader Electrical di PLTGU Gunung Megang.
8. Resta, Fajria, Silvia dan Amalia yang telah menemani dan membantu selama proses pengerjaan Laporan Akhir ini.
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 terdapat banyak kekurangan, baik dari materi maupun penyajiannya, mengingat masih kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadi pelajaran kedepannya.

Penulis berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat dan akan menjadi inspirasi kepada pembaca dan bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik.

Palembang, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Metode Penulisan	3
1.5.1 Studi Pustaka.....	3
1.5.2 Studi Wawancara	3
1.5.3 Studi Lapangan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Generator Sinkron	5
2.2 Konstruksi Generator Sinkron.....	5
2.2.1 Stator	6
2.2.2 Rotor.....	7

2.3 Prinsip Kerja Generator Sinkron	10
2.4 Karakteristik Generator Sinkron	13
2.4.1 Generator Sinkron Keadaan Jalan Tanpa Beban.....	13
2.4.2 Generator Sinkron Berbeban.....	14
2.5 Tes Generator Sinkron.....	15
2.5.1 Tes <i>Open Circuit</i>	15
2.5.2 Tes <i>Short Circuit</i>	16
2.6 Pengaturan Tegangan Generator	18
2.7 Sistem Eksitasi Pada Generator Sinkron	19
2.7.1 Sistem Eksitasi Dengan Sikat (<i>Brush Excitation</i>).....	20
2.7.2 Sistem Eksitasi Tanpa Sikat (<i>Brushless Excitation</i>)	22

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pengambilan Data.....	27
3.2 Diagram Alir (<i>flowchart</i>) Penelitian	27
3.3 Keadaan Umum.....	28
3.5.1 Generator Sinkron.....	28
3.5.2 <i>Permanent Magnet Generator (PMG)</i>	29
3.5.3 <i>Rotating Rectifier</i>	31
3.5.4 <i>Alternating-Current Exciter</i>	32
3.5.5 <i>Automatic Voltage Regulator (AVR)</i>	33
3.4 Data Operasi Generator Sinkron Unit 1 PLTGU Gunung Megang	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sistem Eksitasi Tanpa Sikat di PLTGU Gunung Megang	37
4.2 Perhitungan Persentase Pengaturan Tegangan pada Generator Sinkron 3 Fasa Unit 1 PLTGU Gunung Megang	38
4.2.1 Perhitungan Data Pada <i>Name Plate</i>	38
4.2.2 Perhitungan Generator Sinkron Unit 1 Minggu 1 Tanggal 12 April 2021	39
4.2.3 Perhitungan Generator Sinkron Unit 1 Minggu 1 Tanggal 12 April 2021	39

4.3 Tabel Perhitungan	40
4.4 Analisa Grafik	42
4.4.1 Karakteristik Beban Aktif (MW) Pada Minggu Ke-1 dan Minggu Ke-2	42
4.4.2 Hubungan Arus Eksitasi terhadap Tegangan Terminal (V_t) dan GGL induksi (E_a).....	43
4.4.3 Hubungan Arus Eksitasi (I_{eks}) terhadap Beban Aktif (MW).....	45
4.4.4 Hubungan Arus Eksitasi (I_{eks}) Terhadap Arus Jangkar (I_a).....	46
4.4.5 Hubungan Persentase Regulasi Tegangan (%) terhadap Beban Aktif (MW)	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk sederhana konstruksi generator sinkron	5
Gambar 2.2 Bentuk konstruksi stator pada generator.....	6
Gambar 2.3 Rangkaian belitan jangkar pada stator generator sinkron.....	7
Gambar 2.4 a dan b Bentuk konstruksi rotor pada generator sinkron	8
Gambar 2.5 Rotor Bentuk Menonjol dan bentuk Silinder.....	9
Gambar 2.6 Kumbaran jangkar pada rotor berputar disekitar medan yang dihasilkan rotor	10
Gambar 2.7 Proses terbentuknya gelombang AC pada generator sinkron	11
Gambar 2.8 Gelombang tegangan bolak balik	12
Gambar 2.9 Prinsip Kerja Generator Sinkron	12
Gambar 2.10 Rangkaian Ekuivalen Generator Sinkron Tanpa Beban	13
Gambar 2.11 Grafik Hubungan Arus Penguat Medan (I_f) dan (E_a)	14
Gambar 2.12 Rangkaian Ekuivalen Generator Sinkron Berbeban	14
Gambar 2.13 Karakteristik Generator AC pada Berbagai Faktor Daya	15
Gambar 2.14 Diagram rangkaian <i>Test Open Circuit</i>	16
Gambar 2.15 Karakteristik <i>Open Circuit</i> pada generator.....	16
Gambar 2.16 Karakteristik <i>Short Circuit</i> pada generator.....	17
Gambar 2.17 Rangkaiann untuk Test Hubung Singkat	17
Gambar 2.18 Sistem Eksitasi dengan sikat (<i>Brush Excitation</i>)	21
Gambar 2.19 Sistem Eksitasi Tanpa Sikat (<i>Brushless Excitation System</i>).....	22
Gambar 2.20 Diagram PMG <i>excited alternator</i>	23
Gambar 2.21 <i>Permanent Magnet Generator</i>	24

Gambar 2.22 Rotor, Kumparan AC <i>Exciter</i> , <i>Rotating Diode</i> dan PMG yang terletak satu poros.....	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 3.2 <i>Name Plate</i> Generator Sinkron GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang	28
Gambar 3.3 Generator Sinkron GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang	29
Gambar 3.4 <i>Name Plate Permanent Magnet Generator</i> GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang	30
Gambar 3.5 <i>Name Plate Rotating Rectifier</i> GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang	31
Gambar 3.6 <i>Rotating Rectifier</i> GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang.....	32
Gambar 3.7 <i>Name Plate Alternating-Current Exciter</i> GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang	32
Gambar 4.1 Connection Diagram AC Generator/ <i>Exciter</i> /PMG pada PLTGU Gunung Megang	38
Gambar 4.2 Karakteristik Beban Aktif (MW) Minggu ke-1 Pada Tanggal 12-18 April 2021	42
Gambar 4.3 Karakteristik Beban Aktif (MW) Minggu ke-2 Pada Tanggal 19-25 April 2021	42
Gambar 4.4 Hubungan Arus Eksitasi terhadap Tegangan Terminal (V_t) dan GGL Induksi (E_a) Minggu ke-1 pada Tanggal 12-18 April 2021	43
Gambar 4.5 Hubungan Arus Eksitasi terhadap Tegangan Terminal (V_t) dan GGL Induksi (E_a) Minggu ke-2 pada Tanggal 19-25 April 2021	44
Gambar 4.6 Hubungan Arus Eksitasi (I_{eks}) terhadap Beban Aktif (MW) Minggu ke-1 pada Tanggal 12-18 April 2021	45

Gambar 4.7 Hubungan Arus Eksitasi (I_{eks}) terhadap Beban Aktif (MW) Minggu ke-2 pada Tanggal 19-25 April 2021	45
Gambar 4.8 Hubungan Arus Eksitasi (I_{eks}) terhadap Arus Jangkar (I_a) Minggu ke-1 pada Tanggal 12-18 April 2021	46
Gambar 4.9 Hubungan Arus Eksitasi (I_{eks}) terhadap Arus Jangkar (I_a) Minggu ke-2 pada Tanggal 19-25 April 2021	47
Gambar 4.10 Hubungan Persentase Regulasi Tegangan (%) terhadap Beban Aktif (MW) Minggu ke-1 pada Tanggal 12-18 April 2021	48
Gambar 4.11 Hubungan Persentase Regulasi Tegangan (%) terhadap Beban Aktif (MW) Minggu ke-2 pada Tanggal 19-25 April 2021	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Name Plate</i> Generator Sinkron GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang	28
Tabel 3.2 <i>Name Plate Permanent Magnet Generator</i> GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang	30
Tabel 3.3 <i>Name Plate Rotating Rectifier</i> GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang	31
Tabel 3.4 <i>Name Plate Alternating-Current Exciter</i> GTG Unit 1 PLTGU Gunung Megang	33
Tabel 3.5 Data Rata-Rata Operasi Minggu ke-1 Generator Unit 1 PLTGU Pada Tanggal 12 April 2021 – 18 April 2021	35
Tabl 3.6 Data Rata-Rata Operasi Minggu ke 2 Generator Unit 1 PLTGU Pada Tanggal 19 April 2021 – 25 April 2021	36
Tabel 4.1 Perhitungan Data Generator Unit 1 Minggu 1 Tanggal 12-18 April 2021	40
Tabel 4.1 Perhitungan Data Generator Unit 1 Minggu 1 Tanggal 12-18 April 2021	41

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir I
- Lampiran 2** Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir II
- Lampiran 3** Lembar Bimbingan Laporan Akhir I
- Lampiran 4** Lembar Bimbingan Laporan Akhir II
- Lampiran 5** Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran 6** Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir
- Lampiran 7** Surat Izin Pengambilan Data
- Lampiran 8** Surat Balasan Permohonan Izin Pengambilan Data
- Lampiran 9** Tabel Data Harian Operasi GTG 1 PLTGU Gunung Megang
- Lampiran 10** *Curva GTG*
- Lampiran 11** *Generator GTG Information*
- Lampiran 12** *Connection Diagram AC Generator/Exciter/PMG*
- Lampiran 14** *Oneline-Diagram GT dan ST*
- Lampiran 15** *Oneline-Diagram 150 kV-11.5kV*