

**ANALISA SISTEM EKSITASI TANPA SIKAT PADA GENERATOR
TURBIN GAS DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB DI JOB
PERTAMINA - TALISMAN JAMBI MERANG**



**Laporan akhir ini disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik**

Oleh

**ARIF RAHMAN
0611 3031 0174**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2014

**ANALISA SISTEM EKSITASI TANPA SIKAT PADA GENERATOR
TURBIN GAS DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB
DI JOB PERTAMINA–TALISMAN JAMBI MERANG**



Oleh :

Arif Rahman (0611 3031 0174)

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Carlos R.S. S.T., M.T.

NIP. 196403011989031003

Anton Firmansyah, S.T., M.T.

NIP. 197509242008121001

Mengetahui,

Ketua Jurusan

Ketua Program Studi

Ir. Ali Nurdin, M.T.

NIP. 196212071991031001

Herman Yani S.T., M.Eng.

NIP. 196510011990031006

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Learn Today, Lead Tomorrow”



**Berangkat Dengan Penuh Keyakinan
Berjalan Dengan Penuh Keikhlasan
Istiqomah Dalam Menghadapi Cobaan**

“Tak Boleh Menyerah dalam Berjuang”

Arif Rahman

Laporan Akhir ini ku persembahkan :

- Kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Akhir ini dapat terselesaikan
- Kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi kami
- Kepada kedua orang tuaku :
Ayahanda Bustomi dan Ibunda Sumarni Nengsih yang selalu ikhlas dalam memberikan doa dan dukungan baik secara moril maupun materil
- Kepada adikku Asep Setiawan dan Ririn Oktarin yang menjadi kebanggaanku dan keluarga
- Kepada Almamaterku Politeknik Negeri Sriwijaya
- Kepada sahabat-sahabatku HARWOMSSAR+J yang selalu memberikan semangat dan motivasi
- Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Listrik Angkatan 2011 khususnya kelas 6 LB
- Kepada seluruh anggota BEM POLSRI dan UKM KARISMA yang telah memberikan kesempatan untuk belajar berorganisasi
- Kepada teman-teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu

ABSTRAK

ANALISA SISTEM EKSITASI TANPA SIKAT PADA GENERATOR TURBIN GAS DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB DI JOB PERTAMINA - TALISMAN JAMBI MERANG

(Arif Rahman, 2014: xiii + 70 Halaman + 41 Gambar + 7 Tabel + 2 Grafik)

ARIF RAHMAN

0611 3031 0174

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Pada sistem pengaturan tegangan generator, eksitasi memegang peranan penting dalam mengendalikan kestabilan suatu pembangkit karena apabila terjadi fluktuasi beban maka eksitasi sebagai pengendali akan berfungsi mengontrol keluaran generator seperti tegangan, arus dan faktor daya dengan cara mengatur kembali besaran-besaran input guna mencapai titik keseimbangan baru. Eksitasi tanpa sikat (*brushless excitation*) pada generator berasal dari sumber tegangan AC yang kemudian disearahkan menggunakan *rotating rectifier* sehingga menghasilkan arus searah (DC) untuk dialirkan ke kutub-kutub magnet yang ada pada stator *main exciter* yang kemudian diatur oleh pengatur tegangan otomatis (*automatic voltage regulator*). Tegangan searah yang dihasilkan oleh *rectifier* dimanfaatkan sebagai catu (*supply*) tegangan DC ke rangkaian eksitasi pada generator utama sebagai penguat tegangan yang dibangkitkan oleh generator. dari hasil analisa sistem eksitasi pada generator turbin gas sebesar 118,2 Vdc menghasilkan tegangan yang dibangkitkan generator utama sebesar 4067 Vac ketika dalam keadaan tanpa beban. Ketika diberi beban sebesar 2917 kW maka tegangan yang dibangkitkan menjadi 3954 Vac. Ini mengindikasikan bahwa tegangan eksitasi mempengaruhi kestabilan tegangan yang dibangkitkan oleh generator turbin gas. Semakin besar beban yang digunakan maka tegangan yang dibangkitkan akan semakin kecil sehingga harus dilakukan penguatan dengan menggunakan sistem eksitasi.

Kata Kunci : brushless excitation, generator, fluktuasi beban

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT, Tuhan Semesta Alam yang berkat rahmat, ridho, dan hidayah-Nya penulis bisa menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul “Analisa Sistem Eksitasi Tanpa Sikat Pada Generator Turbin Gas Dengan Menggunakan Matlab Di JOB Pertamina – Talisman Jambi Merang” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Dalam kesempatan ini, penulis juga tidak lupa ingin menyampaikan rasa terima kasih atas segala dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga Laporan Akhir ini bisa diselesaikan. Adapun rasa terima kasih itu dipersembahkan untuk:

1. Allah SWT atas kehendak-Nya lah semua ini bisa terjadi
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan secara moral maupun moril
3. Bapak R.D Kusumanto, M.M. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Bapak Ir. Ali Nurdin, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
5. Bapak Ir. Siswandi, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro
6. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik
7. Bapak Carlos, R.S., S.T., M.T. selaku Pembimbing I yang telah banyak memberi masukan pada penyusunan Laporan Akhir ini
8. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T. Pembimbing II yang telah banyak memberi masukan pada penyusunan Laporan Akhir ini
9. Seluruh Bapak/Ibu Dosen, Staff Jurusan, dan Teknisi Teknik Listrik
10. Team Electrical di JOB Pertamina-Talisman Jambi Merang yang telah membantu dalam pengumpulan data Laporan Akhir ini
11. Teman-teman seperjuangan angkatan 2011 Teknik Listrik
12. Teman-teman seperjuangan di BEM POLSRI dan UKM KARISMA
13. Sahabat setia HARWOMSSAR+J yang selalu memberi motivasi dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini

Akhirnya sebagai harapan semoga Laporan ini dapat bermanfaat dan akan menjadi inspirasi kepada pembaca dalam berbuat inovasi serta dengan keterbatasannya, kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan.

Palembang, 10 Juli 2014

Penulis,

DAFTAR ISI

| JUDUL | HALAMAN |
|---------------------------------|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| MOTTO | iii |
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR GRAFIK | xiii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|----------------------------------|---|
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan dan Manfaat | 2 |
| 1.4. Pembatasan Masalah | 3 |
| 1.5. Metode Penulisan | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 4 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1. Prinsip Operasi PLTG | 5 |
| 2.2. Komponen Utama Generator Turbin Gas | 7 |
| 2.3. Komponen Penunjang Generator Turbin Gas | 10 |
| 2.4. Generator | 12 |
| 2.4.1 Generator AC | 12 |
| 2.4.2 Generator DC | 13 |
| 2.4.3 Pengaturan Tegangan Generator | 16 |
| 2.5. Turbin | 17 |
| 2.6. Stator | 18 |

| | |
|---|----|
| 2.7. Rotor | 19 |
| 2.8. Sistem Eksitasi | 20 |
| 2.8.1 Sistem Eksitasi Dengan Sikat | 21 |
| 2.8.1.1 Prinsip Kerja sistem Eksitasi dengan Sikat..... | 21 |
| 2.8.2 Sistem Eksitasi Tanpa Sikat..... | 22 |
| 2.8.2.1 Prinsip Kerja Sistem Eksitasi Tanpa Sikat..... | 23 |
| 2.8.2.2 Bagian-Bagian Sistem Eksitasi Tanpa Sikat..... | 24 |
| 2.9. Permanen Magnet Generator | 25 |
| 2.10 Proteksi Generator..... | 26 |
| 2.11 <i>Automatic Voltage Regulator</i> | 27 |
| 2.12 Matlab | 28 |
| 2.12.1 Menu Pada Matlab | 29 |
| 2.12.2 Kelengkapan Pada Sistem Matlab..... | 32 |
| 2.12.3 Simulink | 33 |
| 2.13 Dioda..... | 36 |
| 2.13.1 Penyearah Setengah Gelombang..... | 37 |
| 2.13.2 Penyearah Gelombang Penuh | 38 |
| 2.14 Penyearah Terkendali..... | 39 |
| 2.14.1 Konverter Setengah Gelombang Tiga Fasa..... | 39 |
| 2.14.2 Konverter Gelombang Penuh Tiga Fasa | 42 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|--------------------------------|----|
| 3.1 Bahan Yang Digunakan | 45 |
| 3.2 Alat Yang Digunakan..... | 46 |
| 3.3 Prosedur | 47 |
| 3.3.1 Diagram Alir | 48 |

BAB IV PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| 4.1 Hasil | 49 |
| 4.1.1 Perhitungan Tegangan Generator (Tanpa Beban)..... | 52 |
| 4.1.2 Perhitungan Tegangan Generator (Berbeban)..... | 54 |
| 4.2 Perhitungan Tegangan Generator Menggunakan Matlab | 58 |

| | |
|---|----|
| 4.3 Simulasi Rangkaian Eksitasi Menggunakan Matlab Simulink | 61 |
| 4.4 Pembahasan..... | 67 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|-----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan | 70 |
| 5.2. Saran | 70 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 4.1 Data Generator | 50 |
| Tabel 4.2 Data Exciter..... | 51 |
| Tabel 4.3 Data <i>Gas Turbine Engine</i> | 51 |
| Tabel 4.4 Hasil Tegangan Yang Dibangkitkan Generator | 58 |
| Tabel 4.5 Data Generator Utama | 61 |
| Tabel 4.6 Data Generator Exciter..... | 61 |
| Tabel 4.7 Data Hasil Percobaan Menggunakan Simulink | 63 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Skema Proses Pembangkitan Generator Turbin Gas | 5 |
| Gambar 2.2 Generator AC | 12 |
| Gambar 2.3 Rangkaian Generator Berpenguat Bebas..... | 14 |
| Gambar 2.4 Rangkaian Generator Seri | 14 |
| Gambar 2.5 Rangkaian Generator Shunt | 15 |
| Gambar 2.6 Generator DC | 15 |
| Gambar 2.7 Generator Turbin Secara Umum | 17 |
| Gambar 2.8 Bingkai Generator | 18 |
| Gambar 2.9 Rotor Generator..... | 19 |
| Gambar 2.10 Sistem Eksitasi Beserta Kontrol AVR | 20 |
| Gambar 2.11 <i>Overview</i> Sistem Eksitasi..... | 20 |
| Gambar 2.12 Sistem Eksitasi Dengan Sikat..... | 21 |
| Gambar 2.13 Sistem Eksitasi Tanpa Sikat | 23 |
| Gambar 2.14 Permanen Magnet Generator..... | 25 |
| Gambar 2.15 <i>Command Window</i> | 30 |
| Gambar 2.16 M-File..... | 30 |
| Gambar 2.17 <i>Figure Windows</i> | 31 |
| Gambar 2.18 <i>Help Window</i> | 31 |
| Gambar 2.19 <i>Simulink</i> | 33 |
| Gambar 2.20 a. Hubungan Sistem Kendali Seri | 34 |
| b. Hubungan Sistem Kendali Paralel | 34 |
| c. Hubungan sistem Kendali Umpan Balik | 34 |
| Gambar 2.21 Blok Diagram Dalam Bentuk Simulink | 35 |
| Gambar 2.22 <i>Rotating Rectifier</i> | 36 |
| Gambar 2.23 Sinyal Output Penyearah Setengah Gelombang | 37 |
| Gambar 2.24 Penyearah Gelombang Penuh | 38 |
| Gambar 2.25 Grafik Output Penyearah Gelombang Penuh..... | 38 |
| Gambar 2.26 Rangkaian Konverter ½ Gelombang 3 Fasa beban R | 40 |
| Gambar 2.27 Gelombang Konverter ½ Gelombang 3 Fasa Beban RL..... | 41 |

| | |
|---|----|
| Gambar 2.28 Rangkaian Konverter Gelombang Penuh Tiga Fasa Beban R ... | 43 |
| Gambar 2.29 Gelombang Konverter Gelombang Penuh 3 Fasa Beban RL..... | 44 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Pengolahan Data | 48 |
| Gambar 4.1 Proses Sistem Eksitasi Beserta Control AVRnya | 49 |
| Gambar 4.2 Data 1 Operasi Generator | 54 |
| Gambar 4.3 Data 2 Operasi Generator | 56 |
| Gambar 4.4 Rangkaian Simulasi Sistem Eksitasi Pada Generator | 62 |
| Gambar 4.5 Hasil Gelombang Dengan Beban 500kW | 64 |
| Gambar 4.6 Hasil Gelombang Dengan Beban 500kW+1000kW | 65 |
| Gambar 4.7 Gelombang V_{exc} dan I_{exc} pada beban 500kW | 66 |
| Gambar 4.8 Gelombang V_{exc} dan I_{exc} pada beban 1500kW | 66 |
| Gambar 4.9 Rangkaian Sistem Eksitasi Tanpa Sikat | 67 |

DAFTAR GRAFIK

| Grafik | Halaman |
|--|---------|
| Grafik 4.1 Hubungan Pembebanan Terhadap Tegangan Eksitasi..... | 63 |
| Grafik 4.2 Hubungan Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi..... | 64 |