

**ANALISA ARUS EKSITASI TERHADAP DAYA REAKTIF GENERATOR
SINKRON DI UNIT 4 PLTU BUKIT ASAM**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik**

**Oleh :
DWI AYUNINGTYAS
0616 3031 0152**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2019**

**ANALISA ARUS EKSITASI TERHADAP DAYA REAKTIF GENERATOR
SINKRON DI UNIT 4 PLTU BUKIT ASAM**



Oleh :

DWI AYUNINGTYAS

0616 3031 0152

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Yessi Marniati, S.T., M.T.
NIP. 197603022008122001**

**Indah Susanti, S.T., M.T.
NIP. 198809132014042002**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro,**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003**

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

MOTTO

- *Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. (Q.S Al-Insyirah : 5-6).*
- *Jadilah dirimu sendiri, ekspresikan dirimu sendiri, yakinlah pada dirimu sendiri, jangan pergi dan mencari kepribadian sukses dan menduplikasinya.*
- *Penghalang terbesar untuk meraih kesuksesan adalah ketakutan untuk menghadapi kegagalan.*

Dengan rasa syukur tak terkira kepada Allah SWT. Laporan Akhir ini kupersembahkan kepada :

- *Bapak dan Ibuku tercinta yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungannya.*
- *Kakak dan Adikku tersayang yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungannya.*
- *Dosen Pembimbing Laporan Akhir, Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T., dan Indah Susanti, S.T., M.T.*
- *Teman-teman seperjuangan Teknik Listrik 2016, khususnya kelas LA.*

ABSTRAK

ANALISA ARUS EKSITASI TERHADAP DAYA REAKTIF GENERATOR SINKRON DI UNIT 4 PLTU BUKIT ASAM

(2019 : xiv + 54 halaman + Daftar Isi + Daftar Gambar + Daftar Tabel + Lampiran)

Dwi Ayuningtyas

061630310152

Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Perubahan permintaan daya reaktif sistem selalu berubah, mengakibatkan generator mengalami fluktuasi tegangan. Untuk mengatasi hal tersebut digunakannya sistem eksitasi untuk penyetabil tegangan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perubahan arus eksitasi terhadap daya reaktif generator pada unit pembangkitan. Analisis yang dilakukan yaitu untuk mengetahui besar nilai tegangan induksi (E_a) yang dibangkitkan oleh generator dan untuk mengetahui pengaruh arus eksitasi (I_f) terhadap daya reaktif (Q). Semakin tinggi arus eksitasi maka semakin kuat kekuatan medan magnet (fluks) rotor generator dan menyebabkan semakin tinggi tegangan yang dibangkitkan oleh generator, oleh karena itu semakin tinggi daya reaktif yang dihasilkan untuk memasok beban induktif oleh sebab itu semakin besar sudut jeda antara arus dan tegangan. Jika didapatkan cosinus dari sudut yang lebih besar maka akan mendapatkan nilai cosinus yang lebih rendah, contoh faktor daya dari $0.96 = 16,26^\circ$ itulah sebabnya didapatkan nilai arus eksitasi lebih tinggi. Begitu juga sebaliknya. Ketika nilai $I_f = 54$ A dan nilai $Q = 7.09$ MVAR, kemudian saat nilai I_f dinaikkan menjadi $I_f = 55$ A maka nilai Q juga mengalami kenaikan yaitu sebesar $Q = 8.6$ MVAR.

Kata-kata kunci: tegangan induksi, arus eksitasi, daya reaktif.

ABSTRACT

ANALYSIS OF EXCITATION CURRENT ON THE REACTIVE POWER OF SYNCHRONOUS GENERATOR AT UNIT 4 BUKIT ASAM STEAM POWER

(2019 : xiv + 54 Pages + Table Of Content+ List Of Picture + List Of Table + Enclosure)

Dwi Ayuningtyas

061630310152

Majoring In Electrical Engineering

State Polytechnic Of Sriwijaya

Changes in system reactive power demand always change, resulting in generators experiencing voltage fluctuations. To overcome this problem the use of excitation systems for voltage stabilization. This study aims to analyze the effect of changes in excitation currents on the reactive power of the generator in the generation unit. The analysis carried out is to find out the value of the induced voltage (E_a) generated by the generator and to determine the effect of the excitation current (I_f) on reactive power (Q). The higher the excitation current, the stronger the magnetic field strength (flux) of the rotor generator and causes the higher the voltage generated by the generator, therefore the higher the reactive power produced to supply the inductive load therefore the greater the gap between the current and voltage. If you get a cosine from a larger angle you will get a lower cosine value, for example a power factor of $0.96 = 16.260$ which is why you get a higher excitation current value. Vice versa. When the I_f value = 54 A and the value $Q = 7.09$ MVAR, then when the I_f value is raised to $I_f = 55$ A then the value of Q also increases, which is equal to $Q = 8.6$ MVAR.

Key words: induction voltage, excitation current, reactive power.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas izin, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini dengan baik. Laporan akhir ini yang berjudul “**Analisa Arus Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator Sinkron Unit 4 PLTU Bukit Asam**” tepat pada waktunya.

Dalam penulisan laporan ini, penulis banyak mengalami kesulitan dan kemudahan dalam proses pengambilan referensi dan data demi selesainya laporan kerja praktek ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing . Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Muhammad Noer Djamal, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri sriwijaya.
5. Ibu Yessi Marniati, ST., M.T., selaku Pembimbing I.
6. Ibu Indah Susanti, S.T., M.T., selaku Pembimbing ke II.
7. Bapak Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Kepada kedua orang tua yang tidak pernah lelah memberikan dukungan baik secara moral, material, dan spiritual.
9. Staf Divisi Pemeliharaan Listrik Bapak Mgs. Amiruddin, Bapak Mariana, Bapak Nova Hendra. Bapak Agusman, Bapak Idrus Samin, Kak Firmansyah, Kak Hidayat yang telah memberikan banyak pelajaran selama

melaksanakan Kerja Praktek. Staf *Helper* Divisi Pemeliharaan Listrik, Kak Zohardiansyah, Bapak Suhendro, Kak Budi Cahyadi, Kak Donny Arsy, Bapak Lumumba, Kak Fitrianto, dan Kak Dendri.

10. Teman- teman mahasiswa senasib seperjuangan khususnya kela 6 LA yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan baik dalam penulisan maupun peyusunan laporan akhir ini. Untuk itu penulis mohon maaf atas segala kekhilafan dan dengan senang hati penulis bersedia menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan kerja praktek ini bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Wasalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penulisan	3
1.5.1 Metode Literatur	3
1.5.2 Metode Observasi	3
1.5.3 Metode Wawancara	3
1.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Generator Sinkron.....	5
2.2 Komponen Generator Sinkron.....	6

2.2.1	Stator.....	6
2.2.2	Rotor	8
2.3	Prinsip Kerja Generator Sinkron	11
2.4	Karakteristik Generator Sinkron.....	12
2.4.1	Generator Sinkron Keadaan Jalan Tanpa Beban	12
2.4.2	Generator Sinkron Berbeban	13
2.4.3	Hubungan Belitan Generator Sinkron 3 Fasa	15
2.5	Diagram Fasor Generator Sinkron.....	15
2.6	Pengaturan Tegangan Generator.....	17
2.7	Tes Generator Sinkron.....	18
2.7.1	Tes <i>Open Circuit</i>	18
2.7.2	Tes <i>Short Circuit</i>	19
2.8	Segitiga Daya.....	21
2.8.1	Daya Aktif / Nyata (P)	21
2.7.2	Daya Reaktif (Q).....	22
2.7.3	Daya Semu (S)	22
2.8	Faktor Daya	23
2.10	Kerja Paralel Generator	23
2.11	Hubungan Tegangan Terminal dan Eksitasi.....	24
2.12	Hubungan Tegangan Terminal dan Daya Reaktif	25
2.13	Sistem Eksitasi pada Generator Sinkron.....	26
2.13.1	Sistem Eksitasi Menggunakan Sikat (<i>Brush Excitation</i>)	27
2.13.2	Sistem Eksitasi Tanpa Sikat (<i>Brushless Excitation</i>)	29
2.14	Efek Pengaturan Arus Eksitasi	31
2.15	Operasi Paralel Generator Pada Infinite Bus	32
 BAB III METODELOGI PENELITIAN		
3.1	Tempat Dan Waktu Pengambilan Data	37

3.2	Data Penelitian.....	37
3.2.1	Generator	37
3.2.2	Sistem Eksitasi Pada Generator	39
3.3	Peralatan Penunjang.....	42
3.4	Prosedur	42
3.5	Diagram Alur (<i>Flow Chart</i>) Penelitian.....	44

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Hasil.....	45
4.2	Pengaruh Arus Eksitasi (I_f) terhadap E_a dan V_t	46
4.3	Pengaruh Arus Eksitasi (I_f) terhadap Daya Reaktif (Q)	48
4.4	Analisa	51

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran	53

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2. 1 Generator Sinkron	5
Gambar 2. 2 Konstruksi Stator	6
Gambar 2. 3 Jenis-jenis Alur Stator	7
Gambar 2. 4 Konstruksi Kutub Salient Pole	9
Gambar 2. 5 Konstruksi Kutub Non-Salient Pole	10
Gambar 2. 6 Rangkaian Ekuivalen Generator Sinkron Tanpa Beban	13
Gambar 2. 7 Grafik Hubungan Arus Penguat Medan (I_f) dan E_a	13
Gambar 2. 8 Rangkain Ekuivalen Generator Sinkron Berbeban	14
Gambar 2. 9 Rangkaian Ekuivalen Hubungan Belitan Generator	15
Gambar 2. 10 Diagram Fasor Untuk Faktor Daya 1	16
Gambar 2. 11 Diagram Fasor Generator Sinkron Pada Faktor Daya Lagging	16
Gambar 2. 12 Diagram fasor Generator Sinkron Pada Faktor Daya Leading	16
Gambar 2. 13 Diagram Tes Rangkaian Terbuka.....	18
Gambar 2. 14 Karakteristik tak berbeban	19
Gambar 2. 15 Rangkaian Untuk Tes Short Circuit	20
Gambar 2. 16 Segitiga Daya	21
Gambar 2. 17 Hubungan tegangan terminal dan daya reaktif.....	26
Gambar 2. 18 Sistem Eksitasi Statis	29
Gambar 2. 19 Brushless Excitation	30
Gambar 2. 20 Sistem Eksitasi Menggunakan PMG.....	30
Gambar 2. 21 (a) Kurva frekuensi terhadap daya aktif, (b) kurva tegangan terminal terhadap daya reaktif pada infinite bus	33
Gambar 2. 22 Diagram Frekuensi terhadap daya sesaat setelah diparalelkan	33
Gambar 2. 23 Diagram frekuensi terhadap daya aktif jika frekuensi no-load lebih rendah daripada frekuensi sistem	34
Gambar 2.24 Gambar House diagram pengaruh peningkatan governor setpoint .	34
Gambar 2. 25 Diagram fasor pengaruh peningkatan governor setpoint	35
Gambar 3. 1 Generator Unit 4 PLTU Bukit Asam.....	37
Gambar 3. 2 Name Plate Generator Sinkron Unit 4 PLTU Bukit Asam	39

Gambar 3. 4 <i>Name Plate AC Exciter</i> Unit 4 PLTU Bukit Asam.....	41
Gambar 4. 1 Grafik Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Tegangan Induksi Jangkar Dan Tegangan Saluran Tanggal 27 Mei 2019.....	50
Gambar 4. 2 Grafik Perubahan Arus Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Tanggal 27 Mei 2019	50

DAFTAR TABEL

Hal

Tabel 3. 1 Spesifikasi Generator Unit 4 PLTU Bukit Asam.....	38
Tabel 4. 1 Data Operasi Generator Unit 4 Tanggal 27 Mei 2019	45
Tabel 4. 2 Tabel Perhitungan Daya Reaktif dan Tegangan Induksi Saluran Tanggal 27 Mei 2019	49