

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

**ANALISIS PENGARUH ARUS EKSITASI TERHADAP DAYA REAKTIF PADA
GENERATOR SINKRON PLTU PT. DSS**

Disusun oleh :

PUSPITA INDAH ASIH MUSTININGSIH

2014 – 11 – 300

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Program Studi Sarjana Teknik Elektro**

SEKOLAH TINGGI TEKNIK-PLN

Jakarta, 25 Juli 2018

Mengetahui,

Disetujui,

Syarif Hidayat, S.Si., M.T.

Ka. Prodi S1 Teknik Elektro

Ir. Djoko Susanto, MT.QIA

Pembimbing Skripsi

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : PUSPITA INDAH ASIH MUSTININGSIH
NIM : 2014 – 11 – 300
Jurusan : S1 Teknik Elektro
Judul Skripsi : ANALISIS PENGARUH ARUS EKSITASI TERHADAP
DAYA REAKTIF PADA GENERATOR SINKRON PLTU PT.
DSS

Telah disidangkan dan dinyatakan Lulus Sidang Skripsi pada Program Sarjana Strata 1, Program Studi Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik – PLN pada tanggal

Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan

Mengetahui :

Ka. Prodi S1 Teknik Elektro

Syarif Hidayat, S.Si., M.T.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : PUSPITA INDAH ASIH MUSTININGSIH
NIM : 2014 – 11 – 300
Jurusan : S1 Teknik Elektro
Judul Skripsi : ANALISIS PENGARUH ARUS EKSITASI
TERHADAP DAYA REAKTIF PADA GENERATOR
SINKRON PLTU PT. DSS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana baik di lingkungan Sekolah Tinggi Teknik – PLN maupun di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 25 Juli 2018

Puspita Indah Asih Mustiningsih
2014 – 11 – 300

UCAPAN TERIMA KASIH

Melalui lembar ucapan terima kasih ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih penulis dengan penuh hormat dan kebahagiaan kepada bapak :

Ir. Djoko Susanto, MT.QIA Sebagai Pembimbing Skripsi

Yang sudah memberikan banyak arahan, waktu, dan bimbingan beliau sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Tidak terlepas rasa terima kasih ini juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Djiteng Marsudi yang telah memberikan waktu dan arahan
2. Kedua Orang Tua saya yang telah mensupport saya
3. Bapak Dedi Hermansyah dan Staff PT. DSS yang telah memberikan waktu dan pikirannya terkait beberapa isi skripsi ini.
4. Teman – Teman PT. DSS
5. Teman – Teman kosan

Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 25 Juli 2018

Puspita Indah Asih Mustiningsih

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Sekolah Tinggi Teknik – PLN, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Puspita Indah Asih Mustiningsih

NIM : 2014 – 11 – 300

Program Studi : Strata Satu

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Sekolah Tinggi Teknik - PLN **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ANALISIS PENGARUH ARUS EKSITASI TERHADAP DAYA REAKTIF TERHADAP GENERATOR SINKRON PLTU PT. DSS”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Sekolah Tinggi Teknik-PLN berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 25 Juli 2018

Yang Menyatakan

Puspita Indah Asih Mustiningsih

2014 – 11 – 300

ANALISIS PENGARUH ARUS EKSITASI TERHADAP DAYA REAKTIF PADA GENERATOR SINKRON PLTU PT. DSS

Oleh Puspita Indah Asih Mustiningsih, 2014 – 11 - 300

Di bawah bimbingan Ir. Djoko Susanto, MT.QIA

ABSTRAK

Generator sinkron memerlukan adanya medan magnet penguat untuk dapat menghasilkan tegangan listrik pada terminalnya. Medan magnet penguat pada generator sinkron didapat dari arus eksitasi yang dihasilkan dari sistem eksitasi. Pengaruh sistem eksitasi sangat penting untuk menjaga stabilitas keluaran generator terhadap perubahan beban yang berubah – ubah. untuk menjaga tegangan keluaran generator agar tetap stabil maka dibantu dengan *Automatic Voltage Regulator (AVR)*. AVR merupakan pengatur tegangan otomatis penguat eksitasi pada eksiter. Apabila tegangan generator dibawah tegangan nominal maka AVR menstabilkan tegangan tersebut dengan cara menambah arus penguat dan juga sebaliknya. Perubahan pada arus eksitasi generator akan mempengaruhi besar kecilnya daya reaktif yang di hasilkan, daya reaktif yang di hasilkan akan mempengaruhi faktor daya pada generator. Pengaturan daya reaktif diatur secara otomatis di panel eksiter dengan cara mengatur nilai arus eksitasi yang akan masuk ke generator, supaya daya reaktif (MVAR) akan lebih kecil dari pada daya aktif (MW). Jika arus eksitasi meningkat maka daya reaktifnya akan meningkat sedangkan faktor dayanya akan menurun. Jika arus eksitasi menurun maka nilai daya reaktifnya akan menurun sedangkan faktor daya akan meningkat.

Kata Kunci:

Daya Reaktif, Arus Eksitasi, Faktor Daya

ANALYSIS OF THE EFFECT OF EXITATION ON THE REACTIVE POWER OF A SYNCHRONOUS GENERATOR PLTU PT. DSS

Oleh Puspita Indah Asih Mustiningsih, 2014 – 11 - 300

Di bawah bimbingan Ir. Djoko Susanto, MT.QIA

ABSTRACT

Synchronous generators require the presence of an amplifier magnetic field to produce electrical voltage at the terminal. The magnetic field of the amplifier in the synchronous generator is obtained from the resulting excitation current from the exciter system. The effect of the excitation system is very important to maintain the stability of the generator output for changing load changes. to keep the generator output voltage to remain stable, it is assisted by Automatic Voltage Regulator (AVR). AVR is an excitation amplifier automatic voltage regulator on the exciter. If the generator voltage is below the nominal voltage then the AVR stabilizes the voltage by increasing the amplifier current and vice versa. Changes to the generator excitation current will affect the size of the reactive power produced, the reactive power generated will affect the power factor in the generator. The reactive power setting is automatically set in the exciter panel by adjusting the excitation current value that will enter the generator, so that the reactive power (MVAR) will be smaller than the active power (MW). If the excitation current increases, the reactive power will increase while the power factor will decrease. If the excitation current decreases, the reactivity value will decrease while the power factor will increase.

Keywords:

Reactive Power, Excitation Flow, Power Factor

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Pembimbing	i
Lembar Pengesahan Tim Penguji	ii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	iii
Lembar Ucapan Terima Kasih	iv
Lembar Persetujuan Publikasi Skripsi	v
Abstrak (Indonesia)	vi
Abstract (Inggris)	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan Penelitian	2
1.2.1 Identifikasi Masalah	2
1.2.2 Ruang Lingkup Masalah	2
1.2.3 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.3.1 Tujuan Penelitian	2
1.3.2 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Generator Sinkron	4
2.2.1 Kumparan Jangkar.....	7
2.3 Tegangan, Arus dan Daya Tiga Fasa.....	8

2.4	Sistem Eksitasi Generator Sinkron	11
2.4.1	Sistem Eksitasi Statis.....	11
2.4.2	Sistem Eksitasi Dinamis.	12
2.5	Prinsip Kerja Automatic Voltage Regulator (AVR)	14
2.6	Hubungan Tegangan Terminal Dengan Daya Reaktif	14
2.7	Faktor Daya.....	15
2.8	Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	17
2.8.1	Proses Konversi Energi.....	17
2.8.2	Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	18
2.8.3	Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Uap	18
2.9	Kerangka Pemikiran.....	19

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Analisa Kebutuhan	22
3.1.1	Jenis Penelitian.....	23
3.1.2	Fokus Penelitian.....	24
3.1.3	Sumber Data.....	24
3.2	Perancangan Penelitian.....	24
3.2.1	Prinsip Kerja Generator Sinkron.....	24
3.2.2	Kurva Kapabilitas pada Generator Sinkron.....	26
3.2.3	Hubungan Arus eksitasi dengan daya reaktif.....	32
3.2.4	Pengendalian Daya Reaktif.....	33
3.2.5	Kontrol Pengatur Arus Eksitasi.....	34
3.3	Teknik Analisis.....	34

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Generator sinkron unit PLTU PT Dian Swastatika Sentosa.....	35
4.2	Sistem Eksitasi Generator PLTU PT Dian Swastatika Sentosa.....	37
4.3	Hasil Perhitungan.....	39
4.3.1	Perhitungan Jala – Jala dan Daya Reaktif.....	39

4.3.2 Perhitungan GGL Induksi E_a (kV).....	49
4.4 Pengendalian Daya Reaktif.....	53
4.5 Kontrol Pengatur Arus Eksitasi.....	53

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan.....	55
5.2 Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN – LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Generator PT Dian Swastatika Sentosa.....	35
Tabel 4.2 Spesifikasi Exciter PT Dian Swastatika Sentosa.....	38
Tabel 4.3 Perhitungan Daya Reaktif Pada 1 Mei 2018	42
Tabel 4.4 Perhitungan Daya Reaktif pada tanggal 02 Mei 2018	46
Tabel 4.5 Perhitungan GGL Induksi	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Generator sinkron	5
Gambar 2.2 Rangkaian ekivalen generator sinkron tiga fasa.....	6
Gambar 2.3 kumparan sederhana 3 fasa.....	6
Gambar 2.4 Rangkaian ekivalen generator sinkron	6
Gambar 2.5 Bagian - bagian generator sinkron	7
Gambar 2.6 Gelombang tegangan 3 fasa	8
Gambar 2.7 Rangkaian ekivalen generator sinkron hubung Y	8
Gambar 2.8 Rangkaian ekivalen generator sinkron hubung Δ	9
Gambar 2.9. Diagram fasor <i>resistive load</i>	9
Gambar 2.10 Diagram fasor <i>inductive load</i>	10
Gambar 2.11 Diagram fasor <i>capasitive load</i>	10
Gambar 2.12 Sistem eksitasi statis	12
Gambar 2.13 Sistem eksitasi tanpa sikat (<i>brushless excitation</i>)	13
Gambar 2.14 turbin dengan sistem eksitasi dinamis.....	13
Gambar 2.15 Prinsip Kerja Automatic Voltage Regulator	14
Gambar 2.16 Kurva tegangan terminal Generator (V_T dan daya reaktif (Q).	15
Gambar 2.17 Arus Sephasa Dengan Tegangan	16
Gambar 2.18 Arus tertinggal dari tegangan sebesar sudut ϕ	16
Gambar 2.19 Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut ϕ	17
Gambar 2.20 Kerangka Pemikiran.....	20
Gambar 3.1 Kurva kapabilitas generator sinkron	27
Gambar 3.2 Kurva batasan kumparan rotor (belitan medan)	28
Gambar 3.3 Over dan Under Excitation	28
Gambar 3.4 Diagram Fasor	29
Gambar 3.5 Kurva batasan arus pada ujung stator	29
Gambar 3.6 Kurva batasan arus pada kumparan stator	30
Gambar 3.7 Kurva batas kestabilan keadaan tunak.	30
Gambar 3.8 Kurva batas daya penggerak mula.....	31
Gambar 4.1 Single Line Diagram PT Dian Swastatika Sentosa.....	35

Gambar 4.2 Generator Sinkron PT Dian Swastatika Sentosa.....	37
Gambar 4.3 Sistem Eksitasi PT DSS	37
Gambar 4.4 Grafik Antara I_f (A) dengan Q (kVAR) 1 Mei	43
Gambar 4.5 Grafik antara I_f (A) dengan $\cos \phi$ 1 Mei.....	43
Gambar 4.6 Grafik antara I_f (A) dengan $\cos \phi$ 2 Mei	47
Gambar 4.7 Grafik antara Q (kVAR) dengan I_f (A) 2 Mei	48
Gambar 4.8 Segitiga daya	49
Gambar 4.9 Hubungan GGL Induksi (E_a) terhadap Q (MVAR) 1 Mei.....	52
Gambar 4.10 Hubungan Q (MVAR) terhadap GGL Induksi (E_a)	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Daftar Riwayat Hidup.....	A1
Lampiran B Lembar Konsultasi.....	B1
Lampiran C <i>Single Line</i> Diagram PT DSS Karawang 1.....	C1
Lampiran D <i>Nameplate</i> Generator	D1
Lampiran E <i>Nameplate</i> Exciter.....	E1
Lampiran F Data Generator PT Dian Swastatika Sentosa.....	F1-F2