

**PEMODELAN PENGARUH PERUBAHAN BEBAN  
DAYA REAKTIF TERHADAP ARUS EKSITASI DAN  
TEGANGAN KELUARAN GENERATOR SINKRON**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**



OLEH :  
NAILUL HANA  
NIM. 30601301418

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
2017**

**PEMODELAN PENGARUH PERUBAHAN BEBAN  
DAYA REAKTIF TERHADAP ARUS EKSITASI DAN  
TEGANGAN KELUARAN GENERATOR SINKRON**

**TUGAS AKHIR**

**Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana S1 pada Progam Studi Teknik Elektro  
Universitas Islam Sultan Agung Semarang**



OLEH :

NAILUL HANA

NIM. 30601301418

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG  
2017**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Nailul Hana

NIM : 30601301418

Judul tugas akhir : “Pemodelan Pengaruh Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Arus Eksitasi dan Tegangan Keluaran Generator Sinkron”

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul bab Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis atau dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 29 September 2017

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro



Muhammad Khosyi'in, ST., MT.

Yang menyatakan,



Nailul Hana

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pemodelan Pengaruh Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Arus Eksitasi dan Tegangan Keluaran Generator Sinkron” ini disusun oleh :

Nama : Nailul Hana  
NIM : 30601301418  
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan disetujui oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Jumat  
Tanggal : 29 September 2017

Pembimbing I

Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT

Pembimbing II

Ir. Agus Adhi Nugroho, MT

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro

Muhammed Khosyi'in, ST. MT.



## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan Judul “**Pemodelan Pengaruh Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Arus Eksitasi dan Tegangan Keluaran Generator Sinkron**” ini telah dipertahankan dihadapan penguji sidang Tugas Akhir pada :

Hari : Jumat


Tanggal : 22 September 2017

Tim Penguji

Tanda Tangan


**Gunawan, ST., MT.**

Ketua Penguji

  
.....  
|

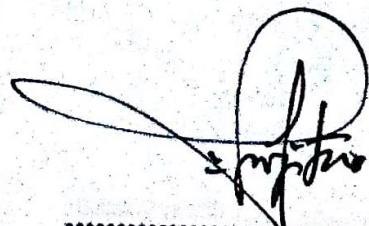
**Ir. Sukarno Budi Utomo, MT**

Anggota 1

  
.....

**Agus Suprajitno, ST., MT.**

Anggota 2

  
.....

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Penelitian ini saya persembahkan terutama kepada kedua Bapak dan Ibu saya. Dengan terselesaikan nya laporan penelitian ini semoga ibu dan bapak sedikit merasa bahagia atas doa dan restu kalian anakmu satu-satu nya ini telah selesai memenuhi kewajiban dan tanggung jawabnya selama 4 tahun menjalani perkuliahan di Universitas Islam Sultan Agung Jurusan Teknik Elektro.

Saya persembahkan juga kepada keluarga, sahabat, kerabat dan semua pihak yang telah memberikan doa dan support nya kepada saya. Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan kalian semua.

Salam cinta, **Nailul Hana**

## **MOTTO**

1. Undoubtedly, along with hardship there is ease. So when you are free (from collective services), exert yourself (in worship). – (Surah Al-Inshirah : 6-7)
2. Whoever travels to seek knowledge, Allah will make it easy for him the way to heaven. In fact the angels cast their wings to those who study because they are happy with what they do – (The Prophet Muhammad SAW)
3. Get up every morning and remind yourself “I can do this!”

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan nikmat dan karunia-Nya peneliti dapat menyelesaikan Penelitian yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi Strata-1 teknik elektro di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Sholawat beserta salam tak lupa peneliti curahkan kepada junjungan nabi besar kita Nabi Muhammad SAW yang kami nantikan syafa'atnya di yaumul akhir nanti.

Dalam penyusunan penelitian ini masih banyak kekurangan, karena keterbatasan yang dimiliki peneliti. Dengan demikian peneliti menyadari bahwa penelitian ini jauh dari kata sempurna sehingga peneliti membutuhkan kritik dan saran yang membangun demi kemajuan bersama.

Selama peneliti memulai hingga dapat menyelesaikan laporan penelitian ini tentunya tidak lepas dari kesulitan maupun hambatan, namun atas bimbingan, arahan, serta kerjasama dari berbagai pihak terutama dosen pembimbing maka dapat teratasi dengan baik. Dengan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang suci dan tulus ikhlas kepada :

1. Bapak H. Khaeruddin dan Ibu Sumiyatun selaku orangtua peneliti yang tiada henti-hentinya memberi support serta mendoakan kesuksesan peneliti dalam menjalankan studi, dan juga yang telah sabar dan tulus mendidik semenjak lahir hingga dapat seperti ini.
2. H. Anis Malik Thoha, Lc., MA.,Ph.D selaku Rektor Unissula
3. Dr. Hj. Sri Arttini DP, M.Si. selaku dekan FTI Unissula
4. M. Khosyi'in, ST. MT. selaku Ka.Prodi Teknik Elektro FTI Unissula
5. Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT selaku dosen pembimbing I dan Ir. Agus Adhi Nugroho, MT selaku pembimbing II atas motivasi, bimbingan dan arahan nya untuk menyelesaikan penelitian ini.



6. Bapak dan Ibu Dosen pengajar Teknik Elektro FTI Unissula yang telah membagikan ilmunya selama perkuliahan dengan penuh rasa tulus dan ikhlas.
7. Ciwi-ciwi elektro 2013 teman seperjuanganku dari maba hingga titik darah penghabisan (Eka , Jenny, Sheila, Ema).
8. Ukhti-ukhti sholeha yang terus memberi semangat (Dian & Lina)
9. Prada Luhur Rivana Hanafi yang tidak pernah berhenti untuk memberi doa dan semangat.
10. Teman-teman elektro 2013
11. Semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan baik dalam bentuk apapun dalam penyusunan penelitian ini

Harapan peneliti, semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk menambah ilmu dan pengetahuan kita. Dan semoga Allah SWT akan melipat gandakan kebaikan bagi semua pihak yang telah senantiasa membantu dalam bentuk apapun. Mohon maaf bila dalam penyusunan penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan.

Wa'alaikumsalam Wr. Wb.

Terimakasih

Semarang, September 2017

**Peneliti**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>SURAT PERNYATAAN</b>	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b>	iv
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b>	v
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b>	vi
<b>MOTTO</b>	vii
<b>KATA PENGANTAR</b>	viii
<b>DAFTAR ISI</b>	x
<b>DAFTAR TABEL</b>	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xiv
<b>DAFTAR GRAFIK</b>	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xviii
<b>ABSTRAK</b>	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	5
2.1 Pengertian Generator Sinkron	5
2.2 Komponen Generator Sinkron	5
2.3 Prinsip Kerja Generator Sinkron	10
2.4 Reaksi Jangkar Generator Sinkron	12
2.5 Rangkaian Ekuivalen Generator Sinkron	14
2.6 Karakteristik Berbeban Generator Sinkron	16
2.6.1 Karakteristik Tanpa Beban	17
2.6.2 Karakteristik Hubung Singkat	18

2.7 Sistem Eksitasi	19
2.8 Metode Sistem Eksitasi Pada Generator Sinkron	20
2.8.1 Sistem Eksitasi Konvensional	20
2.8.2 Sistem Eksitasi Statis	21
2.8.3 Sistem Eksitasi Menggunakan Baterai	24
2.8.4 Sistem Eksitasi Menggunakan Permanen Magnet Generator	26
2.8.5 Parameter – Parameter Generator	27
2.8.6 Automatic Voltage Regulator (AVR)	28
2.9 Segitiga Daya	29
2.10 Daya Reaktif	30
2.11 Faktor Daya	31
2.12 Perbaikan Faktor Daya	32
2.13 Hubungan Tegangan Keluaran dengan Arus Eksitasi	32
2.14 Hubungan Tegangan Keluaran dengan Beban Daya Reaktif	33
2.15 Nilai – Nilai dari Besaran Listrik Arus dan Tegangan AC	33
2.16 Sistem Per Unit	35
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>36</b>
3.1 Model Penelitian	36
3.2 Data Penelitian	37
3.2.1 Spesifikasi dan Parameter Penelitian	37
3.3 Perancangan Model Simulasi	39
3.3.1 Pemodelan Generator Sinkron	41
3.3.2 Blok pada MATLAB Simulink	47
3.4 Diagram Alir / <i>Flowchart</i>	59
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>60</b>
4.1 Simulasi Pengaruh Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Arus Eksitasi dan Tegangan Keluaran Generator Sinkron	60
4.1.1 Analisa Perhitungan Pengaruh Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Faktor Daya	62
4.1.2 Simulasi Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Arus Eksitasi	64

4.1.3 Simulasi Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Tegangan Keluaran	67
<b>BAB V PENUTUP</b>	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	74

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi dan Parameter Generator Sinkron	37
Tabel 3. 2 Lanjutan	37
Tabel 3. 3 Parameter Generator Sinkron	38
Tabel 3. 4 Lanjutan	38
Tabel 4. 1 Data Penelitian	61



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Generator Sinkron	5
Gambar 2. 2 Konstruksi Generator Sinkron	6
Gambar 2. 3 Penampang melintang dari inti dan rangka stator	6
Gambar 2. 4 Laminasi inti stator	7
Gambar 2. 5 Bentuk-Bentuk Alur	7
Gambar 2. 6 Konstruksi Salient Pole rotor 6 kutub	8
Gambar 2. 7 Salient pole dan Cylindrical rotor	8
Gambar 2. 8 Slip Ring	9
Gambar 2. 9 Poros Rotor Silindris dua kutub	9
Gambar 2. 10 Skema Generator Sinkron	10
Gambar 2. 11 Prinsip Generator Sinkron	11
Gambar 2. 12 Model Reaksi Jangkar	13
Gambar 2. 13 Rangkaian ekivalen generator sinkron	14
Gambar 2. 14 Penyederhanaan Rangkaian Ekivalen Generator Sinkron	15
Gambar 2. 15 Generator tiga fasa terhubung (a) Bintang (b) Delta	16
Gambar 2. 16 Rangkaian Ekivalen Generator Sinkron Tanpa Beban	17
Gambar 2. 17 Karakteristik Beban Nol atau Tanpa Beban	18
Gambar 2. 18 Rangkaian Ekivalen Generator Sinkron Dihubung Singkat	18
Gambar 2. 19 Karakteristik hubung singkat	19
Gambar 2. 20 Sistem Eksitasi Menggunakan Generator Arus Searah (Eksiter)	21
Gambar 2. 21 Sistem Eksitasi Statis	22
Gambar 2. 22 Potential-source controlled-rectifier excitation system	23
Gambar 2. 23 Tipe IEEE model sistem eksitasi ST1A	24
Gambar 2. 24 Sistem Eksitasi Menggunakan Baterai	25
Gambar 2. 25 Sistem Eksitasi Suplai Tiga Fasa	26
Gambar 2. 26 Sistem Eksitasi Menggunakan Permanen Magnet Generator	26
Gambar 2. 27 Batang Peredam dalam kutub rotor	28
Gambar 2. 28 Segitiga Daya	29
Gambar 2. 29 Sebelum dan Sesudah Perbaikan Faktor Daya	32
Gambar 2. 30 Nilai Efektif	34
Gambar 3. 1 Single Line Diagram sistem eksitasi generator	36
Gambar 3. 2 Model Simulasi	37
Gambar 3. 3 Tampilan simulink library browser	40
Gambar 3. 4 Proses drag dan run pada Simulink	41
Gambar 3. 5 Komponen Stabilitas Sistem Tenaga Listrik	42

Gambar 3. 6 Konfigurasi Single Machine Infinite Bus (SMIB)	42
Gambar 3. 7 Model standar dari order tujuh dari generator sinkron	43
Gambar 3. 8 Model elektrik (subsistem) dari generator sinkron	44
Gambar 3. 9 Model mekanik (subsistem) dari generator sinkron digunakan di model orde tujuh	45
Gambar 3. 10 Blok sederhana diagram IEEE tipe ST1A sistem eksitasi thyristor dengan AVR	45
Gambar 3. 11 Blok diagram IEEE tipe ST1A sistem statis	46
Gambar 3. 12 Isi dari blok ST1A excitation system	47
Gambar 3. 13 Blok Simulink Generator Sinkron	47
Gambar 3. 14 Blok Dialog Tab Configuration	48
Gambar 3. 15 Blok Dialog Tab Parameters	49
Gambar 3. 16 Blok Dialog Tab Advanced	49
Gambar 3. 17 Blok Dialog Tab Advanced	50
Gambar 3. 18 Blok Simulink ST1A Excitation System	50
Gambar 3. 19 Blok Dialog Tab Controllers	51
Gambar 3. 20 Blok Dialog Tab Exciter and Rectifier	51
Gambar 3. 21 Blok Dialog Tab Initial Values	52
Gambar 3. 22 Blok Simulink Steam Turbine and Governor	52
Gambar 3. 23 Blok Dialog Tab Parameters	53
Gambar 3. 24 Blok Dialog Tab Parameters	53
Gambar 3. 25 Blok Simulink Beban Tiga Fasa Paralel RLC	54
Gambar 3. 26 Blok Dialog Tab Parameters	54
Gambar 3. 27 Blok Dialog Tab Load Flow	55
Gambar 3. 28 Powergui	55
Gambar 3. 29 Isi dalam Powergui	56
Gambar 3. 30 Blok simulink V-I Measurement	57
Gambar 3. 31 Blok Scope	57
Gambar 3. 32 Blok Gain	57
Gambar 3. 33 Blok RMS	58
Gambar 3. 34 Blok display	58
Gambar 4. 1 Hasil Output Gelombang pada Beban Daya Reaktif 10 MVAR	65
Gambar 4. 2 Hasil Output Gelombang Arus Eksitasi pada Beban Daya Reaktif 30 MVAR	65
Gambar 4. 3 Hasil Output Gelombang Arus Eksitasi pada Beban Daya Reaktif 100 MVAR	66
Gambar 4. 4 Hasil Output Gelombang Arus Eksitasi pada Beban Daya Reaktif 150 MVAR	66

Gambar 4. 5 Hasil Output Gelombang Tegangan Keluaran pada Beban Daya Reaktif 10 MVAR	68
Gambar 4. 6 Hasil Output Gelombang Tegangan Keluaran pada Beban Daya Reaktif 700 MVAR	68

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Faktor Daya	63
Grafik 4. 2 Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Arus Eksitasi	64
Grafik 4. 3 Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Tegangan Keluaran	67
Grafik 4. 4 Perubahan Beban Daya Reaktif Terhadap Faktor Daya, Arus Eksitasi dan Tegangan Keluaran	69

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Data percobaan dan hasil simulasi pada simulink	L-1
--	-----