

**ANALISA PENGARUH EKSITASI TERHADAP EFEK HARMONISA  
DENGAN PEMBEBANAN LAMPU HEMAT ENERGI PADA  
GENERATOR SINKRON**



**LAPORAN AKHIR**

**Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik**

**Oleh :  
Muhamad Azhari  
0611 3031 0897**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2014**

**ANALISA PENGARUH EKSITASI TERHADAP EFEK HARMONISA  
DENGAN PEMBEBANAN LAMPU HEMAT ENERGI PADA  
GENERATOR SINKRON**



**LAPORAN AKHIR**

**Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik**

**Oleh :**

**Muhamad Azhari  
0611 3031 0897**

**Pembimbing I**

**Menyetujui,**

**Pembimbing II**

**Mutiar, S.T., M.T.  
NIP. 196410051990031004**

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

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi  
Teknik Listrik**

**Ir. Ali Nurdin, M.T.  
NIP. 196212071991031001**

**Herman Yani, S.T., M.Eng.  
NIP. 196510011990031006**

## MOTTO

- *Keberhasilan dan kesuksesan seseorang adalah berkat doa restu orangtua tercinta*
- *Yakinlah dengan langkahmu sendiri, dan berani kan dirimu untuk mencapai kesuksesan*
- *Hanya kegagalan yang mampu membuat kita bangkit dari keterpurukan*

*Kupersembahkan kepada:*

- *Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW*
- *Ayah dan Ibu ku yang tercinta*
- *Kakak ku tersayang dan serta keluarga ku yang aku banggakan*
- *Teman seperjuangan 6 EL B  
2011-2014*
- *Sahabat-sahabat ku dari class san francisco global yang terus mendukung ku*
- *Almamaterku*

**ANALISA PENGARUH EKSITASI TERHADAP EFEK HARMONISA  
DENGAN PEMBEBANAN LAMPU HEMAT ENERGI PADA  
GENERATOR SINKRON**

**Muhamad Azhari**

Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

**Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139**

**Telpon : +62711353414 Fax : +62711355918**

**Email : [azharie@windowslive.com](mailto:azharie@windowslive.com)**

**Abstrak**

Generator merupakan jenis mesin listrik yang mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Pada pembangkit-pembangkit besar, salah satu konversi yang sering digunakan yaitu generator sinkron 3 fasa dan pengoperasiannya dituntut suatu kestabilan agar kinerja generator menjadi optimal, akan tetapi bila generator dibebani beban non linier seperti lampu hemat energi maka akan muncul harmonisa yang dapat mengganggu sistem distribusi listrik generator tersebut. Setelah melakukan penelitian dan analisa maka dapat diketahui bahwa pada generator sinkron yang dibebani lampu hemat energi terdapat harmonisa. Hal ini dapat terlihat pada hasil pengukuran tegangan pada lampu merek shukaku 30 watt pada saat eksitasi dinaikan sampai tegangan 54 volt hingga 204 volt,  $THD_I$  yang dihasilkan sebesar 55% sampai 63% dan  $THD_V$  yang dihasilkan sebesar 2,4% sampai 2,2%. Sedangkan pada lampu merek panasonic 24 watt pada saat eksitasi dinaikan sampai tegangan 52 volt hingga 203 volt,  $THD_I$  yang dihasilkan sebesar 29% sampai 63% dan  $THD_V$  yang dihasilkan sebesar 8% sampai 2,2%. Dampak yang terjadi akibat besarnya harmonisa arus dapat menyebabkan pemanasan yang melebihi temperatur yang diperbolehkan maka dapat merusak generator.

*Kata Kunci : Harmonisa, generator sinkron, eksitasi, beban non linier*

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE EXCITATION OF THE EFFECTS  
HARMONIC WITH COMPACT FLUORESCENT LOAD ON  
SYNCHRONOUS GENERATOR**

**Muhamad Azhari**

Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang

**Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139**

**Telpon : +62711353414 Fax : +62711355918**

**Email : [azharie@windowslive.com](mailto:azharie@windowslive.com)**

**Abstract**

Generators are types of machines that convert mechanical energy into electrical energy. In large plants, one conversion that is often used is 3-phase synchronous generator and a stability operation required for the performance of the generator to be optimal, but if the generator is loaded non-linear load such as energy-saving lamps will appear harmonics that can interfere with the electrical distribution system the generator. After doing research and analysis it can be seen that the synchronous generator burdened energy saving lamps there are harmonics. This can be seen in the results of measurements on voltage 30 watt lights Shukaku brand when excitation voltage is increased up to 54 volts to 204 volts, THDi produced by 55% to 63% and THDV produced by 2.4% to 2.2%. While the Panasonic brand 24 watt lamp when the excitation voltage is increased up to 52 volts to 203 volts, THDi produced by 29% to 63% and THDV generated by 8% to 2.2%. The impact caused the magnitude of harmonic currents can cause heating that exceed the allowable temperature can damage the generator.

*Keyword : Harmonics, synchronous generator, excitation, non linier load*

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah Nya, tidak lupa shalawat serta salam saya junjungkan kepada Nabi besar kita, tauladan kita yaitu Nabi Muhammad SAW serta kepada Ayah dan Ibu saya yang telah memberikan motivasi, moril maupun kasih sayangnya, sehingga pada kesempatan ini saya dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan judul **“ANALISA PENGARUH EKSITASI TERHADAP EFEK HARMONISA DENGAN PEMBEBANAN LAMPU HEMAT ENERGI PADA GENERATOR SINKRON”**. Laporan akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

**1. Bapak Mutiar, S.T., M.T. Selaku Pembimbing I**

**2. Ibu Yessi Marniati, S.T., M.T. Selaku Pembimbing II**

Yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasehatnya kepada penulis dalam menyelesaikan laporan akhir ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini di Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada :

1. Bapak RD. Kusmanto, ST., M.T sebagai Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
2. Bapak Ir. Ali Nurdin, M.T sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Siswandi, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Herman Yani, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

5. Semua dosen dan seluruh staff dan karyawan administrasi di jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya atas semua bantuan yang diberikan dalam kelancaran Laporan Akhir ini.
6. Kepala Laboratorium Teknik Listrik beserta Teknisi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Buat teman-teman 6 EL B yang selalu saling memberi semangat dan dorongan dalam menyelesaikan laporan akhir ini.
8. Kepala Perpustakaan beserta staff Administrasi perpustakaan Politeknik dan Perpustakaan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Almamaterku

Dalam penulisan Laporan Akhir ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan. Karena terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna kebaikan kita bersama dimasa yang akan datang.

Akhinya penulis berharap semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa Program Studi Teknik Listrik.

Palembang, Juli 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
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
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Umum .....	5
2.1.1 Sistem Tenaga Listrik .....	5
2.1.2 Daya Listrik .....	5
2.2 Generator Sinkron .....	6
2.2.1 Konstruksi Generator Sinkron .....	6
2.2.2 Prinsip Kerja Generator Sinkron.....	9
2.3 Kecepatan Putar Generator Sinkron.....	10
2.4 Alternator Tanpa Beban .....	11



2.5	Alternator Berbeban .....	11
2.6	Identifikasi dan penentuan parameter generator sinkron .....	12
2.7	Eksitasi Tegangan .....	14
2.8	Pengaturan Tegangan .....	16
2.9	Lampu Compact Flourescent .....	17
2.9.1	Konstruksi Lampu Compact Fluorescent.....	18
2.9.2	Cara Kerja Lampu Compact Flourescent.....	19
2.9.3	Keunggulan dan Kelemahan Lampu Compact Flourescent.....	19
2.10	Definisi Harmonisa .....	20
2.11	Sumber Harmonik pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	23
2.12	Distorsi Harmonik.....	24
2.13	Standar Harmonisa.....	25
2.14	Pengaruh Harmonisa .....	26
2.15	Akibat yang Ditimbulkan Harmonik .....	27
2.16	Istilah-Istilah Harmonik .....	28
 <b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>		
3.1	<i>Power Harmonics Analyzer 6830</i> .....	29
3.2	Analog Digital Multimeter.....	31
3.3	<i>Servo Machine Test System</i> .....	32
3.4	<i>Variable Isol. Transformer/exciter</i> .....	34
3.5	Data Teknis Generator Sinkron.....	34
3.6	Data Teknis Lampu Hemat Energi yang Digunakan .....	35
3.7	Langkah – langkah Kerja .....	35
3.8	Diagram Alir .....	38
 <b>BAB IV PEMBAHASAN</b>		
4.1	Hasil Pengukuran .....	40
4.2	Hasil Perhitungan.....	43
4.3	Pengaturan Sistem Eksitasi terhadap Efek harmonisa yang ditimbulkan	45
4.4	Grafik Karakteristik Generator Sinkron dari Hasil Pengukuran dan Pengamatan .....	49

4.5	Analisa Data.....	50
-----	-------------------	----

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	52
-----	------------------	----

5.2	Saran .....	52
-----	-------------	----

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Generator Sinkron .....	6
Gambar 2.2 Rotor salient (kutub sepatu) pada generator sinkron.....	7
Gambar 2.3 Rotor Non-salient dan Penampang rotor pada generator .....	8
Gambar 2.4 Gambaran sederhana kumparan 3-fasa dan tegangan yang dibangkitkan .....	9
Gambar 2.5 Karakteristik tanpa beban generator sinkron.....	11
Gambar 2.6 Karakteristik alternator berbeban induktif .....	12
Gambar 2.7 Karakteristik hubung singkat .....	13
Gambar 2.8 Kurva pengaturan generator AC pada faktor daya yang berbeda	15
Gambar 2.9 Diagram Vektor Pengaturan Tegangan.....	16
Gambar 2.10 Karakteristik tegangan terminal V terhadap arus jangkar I .....	17
Gambar 2.11 Konstruksi lampu compact fluorescent dengan ballast elektronik.....	18
Gambar 2.12 Gelombang sinus arus dan tegangan.....	21
Gambar 2.13 Gelombang non sinusoidal.....	22
Gambar 2.14 Gelombang <i>Fundamental</i> , Harmonik kedua dan Harmonik ketiga .....	23
Gambar 2.15 Bentuk gelombang hasil distorsi harmonik.....	25
Gambar 3.1 <i>Power Harmonics Analyzer 6830</i> .....	30
Gambar 3.2 Analog Digital Multimeter .....	32
Gambar 3.3 <i>Servo Machine Test System</i> .....	33
Gambar 3.4 <i>Control Servo Machine Test System</i> .....	33
Gambar 3.5 <i>Variable isol. Transformer/exciter</i> .....	34
Gambar 3.6 Generator Sinkron .....	35
Gambar 3.7 Rangkaian pengukuran tanpa beban.....	36
Gambar 3.8 Rangkaian pengukuran berbeban .....	37
Gambar 3.9 Diagram alir pada keadaan tanpa beban.....	38

Gambar 3.10 Diagram alir pada keadaan berbeban .....	39
Gambar 4.1 Gelombang keluaran generator pada saat tanpa beban .....	45
Gambar 4.2Eksitasi 0% .....	45
Gambar 4.3Eksitasi 5% .....	45
Gambar 4.4Eksitasi 10% .....	46
Gambar 4.5Eksitasi 15% .....	46
Gambar 4.6Eksitasi 20% .....	46
Gambar 4.7Eksitasi 25% .....	46
Gambar 4.8Eksitasi 30% .....	46
Gambar 4.9Eksitasi 35% .....	46
Gambar 4.10Eksitasi 40% .....	46
Gambar 4.11Eksitasi 45% .....	46
Gambar 4.12Eksitasi 50% .....	47
Gambar 4.13Eksitasi 0% .....	
.....	47
.....	
.....	47
.....	
.....	47
.....	47
Gambar 4.17Eksitasi 20% .....	
.....	48
.....	48
Gambar 4.19Eksitasi 30% .....	
.....	48
.....	
.....	48
.....	
.....	48
.....	

.....48	Gambar 4.23 Eksitasi 50%	48
.....		48
Gambar 4.24	Grafik tegangan terhadap arus tanpa beban .....	49
Gambar 4.25	Grafik tegangan terhadap arus saat generator dibebani lampu hemat energi merek Shukaku 30 Watt .....	49
Gambar 4.26	Grafik tegangan terhadap arus saat generator dibebani lampu hemat energi merek Panasonic 24 Watt .....	50

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Standar Harmonisa Arus .....	25
Tabel 2.2 Standar Harmonisa Tegangan .....	26
Tabel 3.1 AC Watt .....	30
Tabel 3.2 AC Current .....	31
Tabel 3.3 <i>Harmonics of AC Current in Percentage</i> .....	31
Tabel 3.4 <i>Power Factor (PF)</i> .....	31
Tabel 3.5 <i>Fasa Angle (<math>\phi</math>)</i> .....	31
Tabel 3.6 <i>Total Harmonics Distortion</i> .....	31
Tabel 3.7 Spesifikasi Generator Sinkron .....	34
Tabel 3.8 Data teknis lampu hemat energi yang digunakan pada pengukuran	35
Tabel 4.1 Percobaan Tanpa Beban Hubungan Y .....	40
Tabel 4.2 Percobaan dengan belitan Y pada generator sinkron dengan pembebanan lampu hemat energi merek shukaku 30 Watt belitan Y.	41
Tabel 4.3 Percobaan dengan belitan Y pada generator sinkron dengan pembebanan lampu hemat energi merek panasonic 24 Watt belitan Y .....	42
Tabel 4.4 Tegangan hasil pengukuran dan tegangan hasil perhitungan dengan beban lampu merek shukaku 30 watt .....	44

Tabel 4.5 Tegangan hasil pengukuran dan tegangan hasil perhitungan dengan beban lampu merek panasonic 24 watt .....	44
---	----

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Surat Pengambilan Data
- Lampiran B : Surat Peminjaman Alat
- Lampiran C : Surat Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir
- Lampiran D : Surat Rekomendasi Ujian Laporan Akhir
- Lampiran E : Lembar Revisi Laporan Akhir
- Lampiran F : Lembar Konsultasi Laporan Akhir
- Lampiran G : Gambar Rangkaian Generator