



**ANALISIS HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN PADA  
PENGUNAAN LAMPU HEMAT ENERGI (LHE) DAN  
TEKNIK ELIMINASINYA**

**SKRIPSI**

Oleh  
**AGUNG HERDIANTO**  
**NIM: 091910201115**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**ANALISIS HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN PADA  
PENGUNAAN LAMPU HEMAT ENERGI (LHE) DAN  
TEKNIK ELIMINASINYA**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Oleh**

**AGUNG HERDIANTO  
NIM: 091910201115**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2012**

## **PERSEMBAHAN**

*Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan yang ku raih sebelum menuju kesuksesan selanjutnya dalam hidupku. Tenaga dan pikiran telah ku korbankan kurang lebih 3 tahun. Sepatutnya ku mempersembahkan karya ini kepada :*

*Allah SWT yang senantiasa mendengar suara hati dalam do'aku, menuntun ku dari dari kegelapan dengan cahaya kebesaran-Nya, senantiasa menaungiku dengan rahmat dan hidayah-Nya dan junjunganku Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi penerang di dunia,*

*Ayahanda Sukirman, Ibunda Suminah, Kakakku dan Keponakanku semuanya terima kasih atas do'a, dukungan, kasih sayang yang telah kalian berikan,*

*Teman – teman teknik elektro Alih Program 2008, 2009, 2010 dan teman – teman ProjectD bersama kalian sungguh merupakan kenangan terindah yang tak akan pernah terlupakan dan persaudaraan yang begitu indah,*

*Guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi yang terhormat, terima kasih telah memberikan ilmu dan mendidik dengan penuh kesabaran,*

*Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.*

## MOTTO

*Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari Al'alaq. Bacalah, dan Tuhanmulah yang Maha Pemurah. Yang mengajar manusia dengan perantaraan kalam, mengajar manusia apa yang tidak diketahuinya"*  
(QS Al-'Alaq [96]: 1-5)

*"Dua keinginan yang tidak pernah puas, keinginan menuntut ilmu dan keinginan menuntut harta"*  
(Sabda Rasulullah)

*"Kegembiraan sejati tidak berasal dari kemudahan yang menyertai kekayaan, atau dari puji – pujian , tetapi dari melakukan sesuatu yang berguna"*  
(W. T. Grenfell)

*"Bersyukur atas keberhasilan itu sudah biasa, namun bersyukur atas kegagalan itu baru luar biasa"*

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agung Herdianto

NIM : 091910201115

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “ANALISIS HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN PADA PENGGUNAAN LAMPU HEMAT ENERGI (LHE) DAN TEKNIK ELIMINASINYA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, November 2012

Yang menyatakan,

Agung Herdianto  
NIM. 091910201115

## **SKRIPSI**

# **ANALISIS HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN PADA PENGUNAAN LAMPU HEMAT ENERGI (LHE) DAN TEKNIK ELIMINASINYA**

Oleh

Agung Herdianto  
NIM 091910201115

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Azmi Saleh, ST., MT  
Dosen Pembimbing Anggota : Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “ANALISIS HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN PADA PENGGUNAAN LAMPU HEMAT ENERGI (LHE) DAN TEKNIK ELIMINASINYA” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 18 Oktober 2012

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua Penguji),

Pembimbing Anggota (Sekretaris),

Dr. Azmi Saleh, ST., MT.

NIP. 19710614 199702 1 001

Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT..

NIP. 19800610 200501 1 003

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM

NIP. 19631201 199402 1 002

Suprihadi Prasetyono, ST.,MT

NIP. 19700404 199601 1 001

Mengesahkan  
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT.

NIP. 19610414 198902 1 001

**Analisis Harmonisa Arus dan Tegangan Pada Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) dan Teknik Eliminasi**

**Agung Herdianto**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

Penggunaan lampu hemat energi (LHE) yang banyak merupakan salah satu penyumbang harmonisa. Harmonisa pada LHE disebabkan oleh adanya *ballast electronic* berupa semikonduktor. Dari berbagai merek yang digunakan, dalam penelitian dipilih LHE merek Philips dan LHE merek Osram. Karena kedua merek LHE tersebut banyak digunakan di masyarakat. Salah satu cara untuk mengurangi harmonisa adalah dengan menggunakan filter pasif. Filter pasif yang digunakan untuk mengeliminasi harmonisa adalah tipe *high pass filter* dan *double tuned filter*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan filter pasif *high pass filter* dan *double pass filter*, dapat mengurangi harmonisa arus masukan. THD arus yang semula 98,1% dapat turun menjadi 79,2%, sedangkan THD tegangan masukan 1,3 menjadi 1,4 %. Harmonisa tegangan meningkat karena adanya pengaruh resonansi dari pemasangan filter pasif.

**Kata kunci:** *Filter Pasif, mengeliminasi harmonisa, High Pass Filter, Double Pass Filter, Total Harmonic Distortion (THD)*



**Analysis and Elimination Technique of Voltage and Current Harmonics Caused  
by LHE**

**Agung Herdianto**

*Departement of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember*

**ABSTRACT**

In this research discusses the use of a passive filter to reduce harmonics. Using Energy Saving Lamp (LHE) huge contributor suspected cause harmonics. Harmonics caused by the presence of semiconductor components in the circuit of electronic ballast that serves as an electronic switch. LHE Philips brand and Osram brand, used in this study. LHE assumed both brands are widely used in the community. One way to reduce the harmonics is to use a passive filter. Passive filter is used to eliminate harmonics among other types of high pass filter and double tuned filter. Based on the results of the study showed a high pass filter and a double-pass filters, can reduce input current harmonics. Of THD current 98.2% to 79.2%, while the input voltage  $THD_V = 1.3$  to 1.4%.

***Kata-kunci:*** *Passive Filter, harmonic ,High Pass Filter, Double Pass Filter, Total Harmonic Distortion*

## RINGKASAN

***Analisis Harmonisa Arus dan Tegangan Pada Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) Dan Teknik Eliminasi;*** Agung Herdianto, 091910201115; 2012: 70 halaman; Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember

Lampu Hemat Energi (LHE) menggunakan rangkaian *ballast electronic*. Rangkaian ballast electronic ini digunakan untuk menaikkan tegangan sumber menggantikan transformator pada lampu TL. Rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen saklar semikonduktor. Saklar semikonduktor merupakan sebuah bahan dengan konduktivitas listrik yang berada di antara insulator dan konduktor, dari beberapa literatur disebutkan bahwa proses *switching* komponen yang terdiri dari bahan semikonduktor dapat menyebabkan adanya harmonisa. Harmonisa disebabkan oleh adanya komponen semikonduktor sebagai saklar elektronik. Dampak yang dapat ditimbulkan oleh adanya pengaruh harmonisa pada sistem, yaitu dapat meningkatkan arus netral dan juga rugi-rugi pada konduktor. Salah satu cara untuk mengatasi gangguan harmonisa yaitu dengan menggunakan *high pass filter dan double tuned filter*. Pengujian dilakukan pada dua merek LHE Philips dengan daya 11 W, 18 W, 24 W dan LHE Osram dengan daya 10 W, 18 W, 23 W.

Pengujian harmonisa arus dan tegangan dilakukan terlebih dahulu, untuk memastikan bahwa kedua merek LHE ini memiliki harmonisa. Kemudian setelah memastikan kedua merek memiliki harmonisa, dilanjutkan dengan membandingkan kedua merek LHE Osram dan Philips dengan daya yang sama serta bentuk yang berbeda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua merek LHE memiliki harmonisa arus yang cukup besar yaitu 103 % sampai dengan 98 %, sedangkan harmonisa tegangan 1,3 % sampai dengan 1,6 %. Pemasangan filter pasif dalam mengeliminasi harmonisa arus pada LHE, terbukti berpengaruh pada harmonisa arus yang semula 98,1 % dapat turun menjadi 79,2 %.

## PRAKATA

*Bismillahirrohmanirrohim*

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan tugas akhir yang berjudul “*Analisis Harmonisa Arus dan Tegangan Pada Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) dan Teknik Eliminasi*” dapat terselesaikan dengan baik. Laporan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Terselesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu disampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Sumardi, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Azmi Saleh, ST., MT selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT selaku dosen pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya penulisan laporan skripsi ini;
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Sudjanarko, MM dan Bapak Supriyadi Prasetyono, ST., MT, selaku Tim Penguji Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
5. Bapak Dr. Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng (ITS) selaku dosen pembimbing luar yang telah meluangkan waktu untuk bersedia bekerja sama dalam penelitian ini;

6. Keluarga besar bapak Sukirman terima kasih atas doa, dukungan, kasih sayang dan doa restunya;
7. Teman-teman seperjuangan alih program teknik elektro, *project D* yang telah membantu meluangkan sedikit pikiran dan tenaga demi terselesaikannya laporan tugas akhir ini.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro, kritik saran diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan dan diharapkan dapat dikembangkan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Jember, November 2012

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERSEMBAHAN .....	ii
MOTTO .....	iii
PERNYATAAN .....	iv
PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
RINGKASAN.....	ix
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat .....	2
1.5 Batasan Penelitian .....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Lampu.....	4
2.1.1. Perkembangan Lampu Secara Umum .....	4
2.1.2. Lampu Hemat Energi (LHE) .....	6
2.1.2.1. Definisi dan Proses Kerja Lampu Hemat Energi .....	6
2.1.2.2. Efisiensi Lampu Hemat Energi.....	7
2.2 Harmonisa .....	8
2.2.1. Pengertian Harmonisa .....	8
2.2.2. Sumber Harmonisa .....	10
2.2.3. Identifikasi Harmonisa .....	10

2.2.4. Dampak Harmonisa.....	11
2.3 Teori Analisis Harmonisa .....	12
2.4 Batas Harmonisa.....	14
2.5 Teknik Eliminasi Harmonisa .....	15
2.6 Teknik Eliminasi Dengan Menggunakan Filter.....	15
2.6.1. Shunt Filter.....	16
2.6.2. Komponen Filter .....	19
2.6.2.1. Kapasitor .....	19
2.6.2.2. Induktor.....	20
2.7 Reaktansi Komponen Listrik .....	20
2.7.1 Reaktansi Kapasitif.....	21
2.7.2 Reaktansi Induktif.....	21
2.8 Konsumsi Daya Listrik .....	22
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan .....	23
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	24
3.4 Perancangan Sistem.....	25
3.5 Pengukuran THD Tegangan dan THD Arus.....	26
3.6 Pemodelan Simulasi .....	27
3.6.1 Pemodelan simulasi LHE sebelum dipasang filter.....	27
3.6.2 Pemodelan simulasi LHE setelah dipasang filter .....	27
3.6.3 Pemodelan sumber AC.....	28
3.6.4 Pemodelan Alat Ukur .....	29
3.6.5 Pemodelan LHE.....	30
3.7 Analisis Komponen Filter Pasif.....	31
<b>BAB 4. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Harmonisa Pada Lampu Hemat Energi (LHE).....	34
4.1.1 Analisis Konsumsi Daya .....	34
4.1.2 Analisis Harmonisa Tegangan.....	38
4.1.3 Analisis Harmonisa Arus .....	47

4.2	Pemodelan Pemasangan Filter Pada Lampu Hemat Energi (LHE).....	53
4.3	Pengaruh Pemasangan Filter Pasif Terhadap Harmonisa Pada LHE.....	59
4.3.1	Harmonisa Lampu Hemat Energi Sebelum Dipasang Filter Pasif ...	59
4.3.2	Harmonisa Lampu Hemat Energi Setelah Dipasang Filter Pasif.....	61
BAB 5.	KESIMPULAN.....	65
5.1	Kesimpulan .....	65
5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	.....	67

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Rangkaian lampu dengan ballast electronic.....	5
Gambar 2.2. Skema rangkaian electronic <i>ballast</i> .....	6
Gambar 2.3. Gelombang fundamental, harmonisa ke-3 .....	8
Gambar 2.4. Gelombang fundamental harmonik .....	9
Gambar 2.5. Grafik Pengaruh Harmonisa Terhadap Faktor Daya.....	13
Gambar 2.6. Rangkaian Filter Pasif Dalam Sistem.....	16
Gambar 2.7. Konfigurasi Filter Pasif ( <i>band pass filter</i> ) .....	17
Gambar 2.8. Grafik Transfer function Bandpass filter .....	17
Gambar 2.9. Konfigurasi Filter Pasif ( <i>high pass filter</i> ) .....	18
Gambar 2.10. High Pass Filter dan respon frekuensinya.....	18
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 3.2. Skema Perancangan Sistem .....	25
Gambar 3.3. Rangkaian Kit Percobaan LHE.....	26
Gambar 3.4. Pengukuran THD Tegangan dan THD Arus.....	26
Gambar 3.5. Simulasi Menggunakan <i>Software</i> MATLAB <i>Non – Filter</i> .....	27
Gambar 3.6. Simulasi <i>Software</i> MATLAB Dengan Filter Pasif.....	28
Gambar 3.7. Pemodelan Sumber AC .....	28
Gambar 3.8. Pemodelan Volt Meter.....	29
Gambar 3.9. Pemodelan Ampere Meter.....	29
Gambar 3.10. Pemodelan Oscilloscope.....	30
Gambar 3.11a Rangkaian Simulasi Ballast Electronic LHE Philips.....	30
Gambar 3.11b. Rangkaian Simulasi Ballast Electronic LHE Osram.....	31
Gambar 3.12 Rangkaian Filter Pasif .....	33
Gambar 4.1. Gelombang Tegangan dan Arus .....	39
Gambar 4.2. Gelombang Tegangan dan Arus .....	39
Gambar 4.3. Spektrum Harmonisa Tegangan LHE Merek Osram .....	40
Gambar 4.4. Spektrum Harmonisa Tegangan LHE Merek Philips.....	40
Gambar 4.5. Gelombang Tegangan dan Arus .....	42
Gambar 4.6. Gelombang Tegangan dan Arus .....	42



Gambar 4.7. Spektrum Tegangan LHE Merek Osram beda bentuk .....	43
Gambar 4.8. Spektrum Tegangan LHE Merek Philips beda bentuk.....	43
Gambar 4.9. Bentuk Gelombang Tegangan dan arus LHE 104 W .....	45
Gambar 4.10. Spektrum Harmonisa Tegangan LHE 104 W .....	45
Gambar 4.11. Spektrum Harmonisa Arus .....	49
Gambar 4.12. Spektrum Harmonisa Arus .....	49
Gambar 4.13. Spektrum Harmonisa Arus .....	50
Gambar 4.14. Spektrum Harmonisa Arus .....	51
Gambar 4.15 Spektrum Harmonisa Arus LHE 104 W .....	51
Gambar 4.16. Pemodelan LHE Sebelum dipasang Filter Pasif .....	53
Gambar 4.17. Gambar Simulasi Gelombang Tegangan dan Arus .....	54
Gambar 4.18a. Spektrum Harmonisa Tegangan Simulasi Beban LHE .....	55
Gambar 4.18b. Spektrum Harmonisa Arus Simulasi Beban LHE .....	55
Gambar 4.19. Diagram Blok Pemodelan LHE Setelah dipasang Filter Pasif ..	56
Gambar 4.20a. Gambar Simulasi Tegangan dan Arus Setelah di Filter .....	57
Gambar 4.20b. Spektrum Harmonisa Arus Simulasi Setelah Di Filter .....	57
Gambar 4.21 Simulasi Filter Pasif Double Tuned Filter dan High Pass Filter	58
Gambar 4.22. Rangkaian Lampu Hemat Energi Sebelum Penambahan Filter	59
Gambar 4.23. Bentuk Gelombang Tegangan dan arus LHE 104 W .....	60
Gambar 4.24. Spektrum Harmonisa Tegangan LHE 104 W .....	60
Gambar 4.25. Spektrum Harmonisa Arus LHE 104 W .....	60
Gambar 4.26. Rangkaian Lampu Hemat Energi Setelah Penambahan Filter...	61
Gambar 4.27 Bentuk Gelombang Tegangan dan Arus Sesudah Di Filter .....	63
Gambar 4.28 Spektrum Harmonisa Tegangan Sesudah Di Filter .....	63
Gambar 4.29 Spektrum Harmonisa Arus Sesudah Di Filter.....	63

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Batas harmonisa tegangan.....	14
Tabel 2.2. Batas harmonisa arus.....	14
Tabel 3.1 Tabel Komponen Filter Pasif.....	33
Tabel 4.1. Pengukuran Merek Osram dan Philips dengan bentuk batang .....	35
Tabel 4.2. Pengukuran Daya Merek Osram dan Philips .....	36
Tabel 4.3 Pengukuran Daya Total LHE merek Osram dan Philips.....	37
Tabel 4.4 Perbandingan Harmonisa Pada LHE .....	62

