

**ANALISIS HARMONISA ARUS PADA
LAMPU HEMAT ENERGI**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan
pada Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro Fakultas
Teknik Universitas Negeri Padang*



Disusun Oleh:

FITRI APRILA WARDANI

16494/2010

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2018

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

ANALISIS HARMONISA ARUS PADA LAMPU HEMAT ENERGI

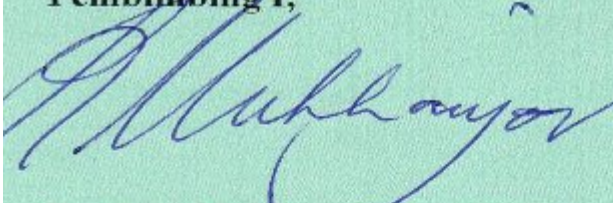
Nama : Fitri Aprila Wardani
BP/NIM : 2010/16494
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

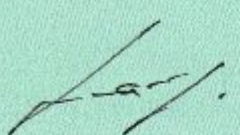
Padang, Februari 2018

Disetujui Oleh

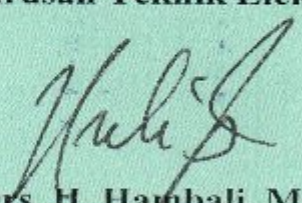
Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Riki Mukhaiyar, S.T, M.T.
NIP. 19780625 200812 1 000


Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, MSi
NIP. 19881101 201212 2 000

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro FT-UNP


Drs. H. Hambali, M.Kes.
NIP. 19620508 198703 1 004

PENGESAHAN

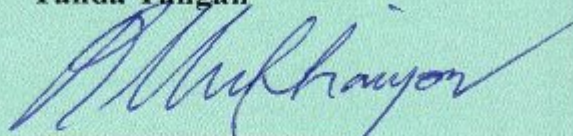
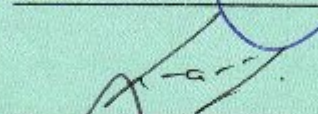
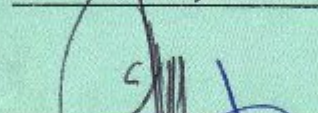
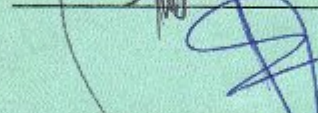
Dinyatakan lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Analisis Harmonisa Arus Pada Lampu Hemat Energi

Nama : Fitri Aprila Wardani
BP/NIM : 2010/16494
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2018

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Riki Mukhaiyar, S.T, M.T.	
Sekretaris	: Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si	
Anggota	: Drs. Aswardi, M.T	
Anggota	: Elfizon, S.Pd, M.Pd.T	



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fitri Aprila Wardani
NIM/TM : 16494/2010
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "**Analisis Harmonisa Arus Pada Lampu Hemat Energi**" adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang


Drs. Hambali, M.Kes.
NIP. 19620508 198703 1 004

Saya yang menyatakan,



Fitri Aprila Wardani
NIM/BP. 16494/2010

ABSTRAK

FITRI APRILA WARDANI (16494/2010) : Analisis Harmonisa Arus Pada Lampu Hemat Energi

Pembimbing I : Dr. Riki Mukhaiyar, S.T, M.T.

Pembimbing II : Dwiprima Elvanny Myori, S.Si, M.Si

Program Lampu Hemat Energi (LHE) yang disosialisasikan PLN ke rumah tangga kecil adalah menekan kenaikan beban yang dipikul oleh jaringan distribusi terutama untuk beban penerangan. Program ini mensosialisasikan penggantian Lampu Pijar dengan LHE. Tujuan program ini adalah untuk mengalihkan beban (*load shifting*), mengurangi beban puncak (*peak clipping*), dan penghematan tenaga listrik (*conservation*). Bagi PLN penghematan sebesar ini sangat besar dampaknya karena berarti bisa menghemat investasi di sisi pembangkitan. Di sisi lain, konsumen juga akan diuntungkan karena rekening listriknya akan turun. Selain keuntungan dari sisi hemat energi, LHE ini memiliki kerugian yaitu dari sisi harmonik yang ditimbulkannya. Masalah harmonik ini perlu dikaji karena Lampu Hemat Energi ini adalah salah satu sumber harmonik terbesar yang dapat menimbulkan gangguan baik pada sistem kelistrikan maupun pada sistem telekomunikasi.

Penggunaan *filter* pasif merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kadar harmonisa yang timbul akibat pemakaian beban non linier berupa lampu hemat energi. Aplikasi filter pasif merupakan metoda penyelesaian yang efektif dan ekonomis untuk masalah harmonisa.

Dari hasil pengujian alat yang dibuat, hasilnya bahwa filter jenis *single tune* bisa mereduksi harmonisa THDi mengalami penurunan dari 106,86 % menjadi 20,84 untuk daya 38 W dan 80 % menjadi 22,55 % untuk daya 15 W tetapi belum bisa memenuhi standar IEEE-1992 yaitu dibawah 5 %.

Kata kunci : Harmonisa, filter pasif, faktor daya, penyearah gelombang penuh

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “ Analisis Harmonisa Arus Pada Lampu Hemat Energi “. Tugas akhir ini disusun untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV (D4).

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Riki Mukhaiyar, S.T, M.T,Ph.D selaku pembimbing I dan Ibuk Dwiprima Elvanny Myori,S.Si, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis sampai tugas akhir ini selesai. Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak . oleh karena itu pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak H. Hambali, S.T, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Asnil, S.Pd, M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Dr. Hendri, S.T, M.T, Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Industri (D4) dan selaku pengarah dan penguji dalam Tugas Akhir ini.

5. Bapak Dr. Riki Mukhaiyar, S.T,M.T. selaku Pembimbing I yang telah memberi motivasi dan bimbingan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
6. Ibuk Dwiprima Elvanny Myori,S.Si,M.Si selaku pembimbing II yang telah memberi motivasi dan bimbingan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Dr. Aswardi, S.T,M.T selaku pengarah dan penguji dalam Tugas Akhir ini.
8. Bapak Elfizon,S.Pd, M.Pd.T selaku pengarah dan penguji dalam Tugas Akhir ini.
9. Bapak/ ibuk staf pengajar Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama studi.
10. Kedua orang tua, saudara, suami dan anakku yang telah memberikan semangat dan do'a serta kasih sayangnya kepada penulis.
11. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri (D4) angkatan 2010.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kelemahan dan kekurangan. Penulis mengharapkan saran demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Padang, februari 2018

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
 BAB I PENDAHULUAN	
A. LatarBelakang.....	1
B. IdentifikasiMasalah	2
C. BatasanMasalah.....	3
D. RumusanMasalah.....	3
E. TujuanPenelian.....	3
F. Manfaat.....	3
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Harmonisa	4
B. Istilah –istilahHarmonisa.....	5
1. KomponenHarmonisa.....	6
2. OrdeHarmonisa.....	6
3. SpektrumHarmonisa	6

4. Total Harmonic Distorsi.....	7
C. Beban Pada Sistem Tenaga Listrik.....	8
1. Beban Linier	8
2. Beban non Linier	9
D. Akibat Yang Ditimbulkan Harmonisa.....	10
1. Efek Khusus Harmonisa Pada Sistem Tenaga Listrik.....	11
2. Efek Yang Bersifat Kontiniu.....	12
E. Pengaturan Harmonisa	16
F. Filter Pasif	18
1. Filter Single Tune.....	19
2. Kapasitor	22
3. Induktor	25
G. Faktor Daya.....	28
H. Lampu Hemat Energi (LHE).....	33
1. Pengertian Lampu Hemat Energi	33
2. Keuntungan Dan Kekurangan LHE	34
3. Cara Kerja Lampu Hemat Energi.....	35

BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Subjek Penelitian	38
B. Metode Penelitian.....	39
C. Perancangan Alat.....	39
D. Prosedur Pengukuran	42

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Metode Pengujian.....	45
1. Pengukuran Induktor	45
2. Pengujian Rangkaian Dan Sambungan	47
3. Pengujian Rangkaian Sebelum Dipasang Filter	48
4. Pengujian Rangkaian Setelah Dipasang Filter	52
B. Analisa Hasil Pengujian	55

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	60
B. Saran	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gelombang Harmonisa Dan Gelombang Fundamental Distorsi.....	4
2. Spektrum Harmonisa.....	6
3. Gelombang tegangan Dan Arus Input Akibat Pemakaian Beban Linear	9
4. Gelombang tegangan Dan Arus Input Akibat Pemakaian Beban Non Linear	9
5. Rangkaian Filter Harmonisa	19
6. Rangkaian Filter Single Tune dan Kurva Impedansi vs Frekuensi.....	20
7. Struktur Kapasitor	22
8. Aneka Ragam Jenis Kapasitor	25
9. Simbol Induktor	26
10. Induktor Solenoid.....	26
11. Vektor dan Bentuk Gelombang Arus dan Tegangan Pada Beban Resistif.....	30
12. Vektor dan Bentuk Gelombang Arus dan Tegangan Pada Beban Induktif.....	30
13. Segitiga Daya	32
14. Bagian Utama Lampu CFL	34
15. Diagram Skema Rangkaian Ballast Elektronik Lampu Fluorescent	36
16. Blok Diagram Rancangan Sistem Keseluruhan.....	38
17. Desain Filter Harmonisa	39
18. Bentuk Spektrum Harmonisa Sisi Input Daya 38 Watt	43
19. Bentuk Spektrum Harmonisa Sisi Input Daya 15 Watt	43

20. NilaiInduktorUntuk Filter Harmonisa Ke-3.....	46
21. NilaiInduktorUntuk Filter Harmonisa Ke-5.....	46
22. NilaiInduktorUntuk Filter Harmonisa Ke-7	47
23. PengujianRangkaian.....	48
24. BentukGelombangArusPadaSisi Input SebelumPemasangan Filter	49
25. BentukSpektrumHarmonisaPadaSisi Input SebelumPemasangan Filter	49
26. BentukGelombangTeganganSisi Input SebelumPemasangan Filter	50
27. BentukGelombangArusSisi Input SebelumPemasangan Filter	51
28. BentukSpektrumHarmonisaPadaSisi Input SebelumPemasangan Filter	51
29. BentukGelombang Input TeganganSebelum di Filter	52
30. BentukGelombangArus Input Setelah di Filter	53
31. BentukSpektrumHarmonisaSetelah di Filter.....	53
32. BentukGelombangTeganganSetelah di Filter	54
33. BentukGelombangArusSetelah di Filter	54
34. BentukSpektrumHarmonisaSetelah di Filter	55
35. BentukGelombangTeganganSetelah di Filter	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Batas Distorsi Arus Menurut IEEE 519-1992 untuk Tegangan 120-69000V.....	5
2. Batas Distorsi Tegangan (Dalam % V_i)	5
3. Perbandingan Nilai Arus Sebelum dan Setelah Pemasangan Filter.....	56
4. Besaran Spektrum Arus Tiap Frekuensi Sebelum Difilter	57
5. Besaran Spektrum Arus Tiap Frekuensi Setelah Difilter	54
6. Besaran Spektrum Arus Tiap Frekuensi Sebelum Difilter	55
7. Besaran Spektrum Arus Tiap Frekuensi Setelah Difilter	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Desain Filter Harmonisa	63
2 Pengujian Rangkaian	64
3 pengamatan sisi input sebelum dan setelah difilter pada LHE	65
4 Surat – surat	69

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Program Lampu Hemat Energi (LHE) yang disosialisasikan PLN ke rumah tangga kecil adalah menekan kenaikan beban yang dipikul oleh jaringan distribusi terutama untuk beban penerangan. Program ini mensosialisasikan penggantian Lampu Pijar dengan LHE. Tujuan program ini adalah untuk mengalihkan beban (*load shifting*), mengurangi beban puncak (*peak clipping*), dan penghematan tenaga listrik (*conservation*).

Bagi PLN penghematan sebesar ini sangat besar dampaknya karena berarti bisa menghemat investasi di sisi pembangkitan. Di sisi lain, konsumen juga akan diuntungkan karena rekening listriknya akan turun. Selain keuntungan dari sisi hemat energi, LHE ini memiliki kerugian yaitu dari sisi harmonik yang ditimbulkannya. Masalah harmonik ini perlu dikaji karena Lampu Hemat Energi ini adalah salah satu sumber harmonik terbesar yang dapat menimbulkan gangguan baik pada sistem kelistrikan maupun pada sistem telekomunikasi.

Harmonisa adalah cacat gelombang arus atau tegangan sinusoidal yang memiliki kelipatan interger dari frekuensi fundamental dari suatu sistem kelistrikan. Banyak metoda yang dapat dilakukan untuk mengurangi harmonisa yang dibangkitkan oleh pemakaian LHE. Salah satu cara adalah dengan pemasangan *filter* pasif untuk mengurangi *spectrum* harmonisa.

Penggunaan *filter* pasif merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kadar harmonisa yang timbul akibat pemakaian beban non linier berupa lampu hemat energi. Aplikasi filter pasif merupakan metoda penyelesaian yang efektif dan ekonomis untuk masalah harmonisa karena selain untuk meredam harmonisa filter pasif juga digunakan untuk kompensasi kerugian daya reaktif akibat adanya harmonik pada sistem instalasi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik tegangan dan arus pada beban non linear akibat adanya distorsi harmonisa, serta perancangan filter pasif untuk meredam distorsi harmonisa tersebut. Pemakaian *filter* pasif ini berfungsi sebagai penyedia jalur pada *impedansi* rendah untuk frekuensi resonansi yang diinginkan. Pada proyek ini akan dibuat *filter harmonic* jenis *filter* pasif LC tipe *single tune filter* yang dapat mereduksi harmonisa dan memperbaiki bentuk gelombang arus.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, permasalahan dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Pengaruh harmonisa arus terhadap pemakaian LHE.
2. Karakteristik harmonisa pada LHE.
3. Filter pasif LC untuk meredam harmonisa arus yang ditimbulkan oleh pemakaian LHE.

C. Batasan Masalah

Pada skripsi ini masalah yang diangkat dibatasi pada :

1. Karakteristik tegangan dan arus pada beban non linear berupa LHE akibat adanya distorsi harmonisa.
2. Filter pasif LC pada penelitian ini menggunakan jenis *filter single tune*.
3. Pada skripsi ini akan dilakukan pengujian pada 2 produsen LHE yakni LHE dengan daya 38 watt dan LHE dengan daya 15 watt.

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang permasalahan yang telah ditemukan, maka secara umum dapat dirumuskan :

1. Bagaimana karakteristik tegangan dan arus pada LHE akibat adanya distorsi harmonisa ?
2. Bagaimana meredam harmonisa arus yang ditimbulkan oleh pemakaian LHE?

E. Tujuan Penelitian

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik harmonisa yang ditimbulkan oleh Lampu Hemat Energi (LHE) dan pengaruh harmonik LHE terhadap faktor daya dan faktor bentuk.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan dan dikembangkan lebih lanjut sesuai keperluan seperti dalam sistem kelistrikan yaitu mendapatkan kualitas daya yang baik dan pemakaian peralatan kelistrikan bisa bertahan lebih lama.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dengan membandingkan dengan teori – teori penunjang, maka dapat disimpulkan beberapa hal mengenai hasil dari proyek akhir ini yaitu :

1. Penggunaan penyearah dengan beban LHE daya 38 W menimbulkan harmonisa yang tinggi yaitu 106,86 % dibandingkan dengan penyearah dengan beban LHE daya 15 W yang hanya menimbulkan harmonisa sebesar 80 %.
2. Pada pemakaian filter LC jenis *single tune* ini bisa mereduksi dari 106,86 % menjadi 20,84 untuk daya 38 W dan 80 % menjadi 22,55 % untuk daya 15 W tetapi belum bisa memenuhi standar IEEE-1992 yaitu dibawah 5 %.
3. Filter LC jenis *single tune* ini caranya mereduksi harmonisa yaitu dengan filternya disejajarkan atau berpasangan. Jadi dalam hal ini untuk satu percobaan alat ini bisa mereduksi orde ke-3, ke-5, dan ke-7 sekaligus.
4. Dengan mereduksi harmonisa ke-3, ke-5, dan ke-7 dapat memperbaiki bentuk gelombang arus, sehingga dapat memperkecil harmonisa.

B. Saran

Selama pengerjaan proyek akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan, baik itu pada sistem atau peralatan yang dibuat. Untuk itu demi kesempurnaan alat yang penulis buat, disarankan :

1. Pada saat membuat L, diharapkan menggunakan inti yang berbahan tahan terhadap panas.
2. Pada saat pemilihan C, dianjurkan untuk memilih C dengan nilai kapasitansi yang lebih mendekati perhitungan dan memilih C dengan rating tegangan yang lebih tinggi dari nilai yang dibutuhkan.
3. Diharapkan untuk pembuatan filter harmonisa LC dapat memenuhi standar IEEE-1992 yaitu dibawah 5 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Agustinus, Andrias. 2011. Penggunaan Filter Pasif Untuk Mereduksi Harmonisa Akibat Pemakaian Beban Non Linear. Proyek Akhir. Jurusan Teknik Elektro Industri. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Assaffat, Luqman. 2010. *Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Harmonisa Pada Motor Induksi Tiga Fasa Tipe Rotor Sangkar Tupai*. Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Kusumastuti, Nungky. 2013. *Perancangan Dan Implementasi Filter Pasif Untuk Meredam Harmonisa Pada Beban Non Linier Tiga Fasa*. Jurnal. Fakultas Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Telkom Bandung.
- Perkasa Alamsyah, Reza. 2010. Analisa pengaruh beban harmonisa (lampu hemat energi) terhadap penghantar. Skripsi Teknik Elektro. Universitas Indonesia. Depok.
- Sunanda, Wahri & Yuli Asmi Rahman. 2012. Aplikasi Filter Pasif Sebagai Pereduksi Harmonik Pada Inverter Tiga Fase. Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tadulako..
- Rasid, Muhammad H. 2011. *Power Electronic*. Third Edition. USA: Butterworth-Heinemann
- Ahmad, jayadin. 2007. *Elektronika Dasar*. (E-book). Diakses 20 Maret 2017
- Wisnu Hadita, Novitiyono. 2014. Karakteristik Filter. (Makalah). Fakultas Teknik Universitas Lampung