



MAJALAH TEKNIK SIMES



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PROF. DR. HAZAIRIN, SH
Jl. Jenderal Sudirman No. 185 Bengkulu
Telp. (0736) - 7008640**

JURNAL TEKNIK SIMES

Volume 6, Nomor 2, Juli 2011

ISSN. 1907 -3348

Pelindung :
Pakri Fahmi, SE, Msi

Pemimpin Redaksi :
Ir. Edi Suryanto, MT, IPP

Dewan Redaksi :
Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Eng. Dr. Ir. Kaprawi, DEA
Ir. Chaidir, MT. Elly Tri Pujiastuti, MT. Ir. Aminudin, NS. SP. IPP
Ir. ElnadiSoa, Msi, IPM. Ir. Natsir, MT
Edito, ST. MT. Ir. Syahirman Suryadi, MT. IPP. Ir. Lelawati, MT

Sekretaris Redaksi :
M. Halil, ST

Staf Redaksi :
Fenty Wisnuwardahani, ST, MT.
Antonius FAS. ST. Istiqomah, ST. Ir. Erizal

Staf Administrasi dan Distribusi :
Sri Hartati, SE. Rofiqoh, S.Sos.

Alamat Sekretariat / Redaksi :
Fakultas Teknik - Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH
Jl. Jendral Sudirman No.185 Bengkulu 38
Telp. (0736)-7008640 Fax. (0736)-20956

Penerbit :
Fakultas Teknik
Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH
Bengkulu

JURNAL TEKNIK SIMES Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH diterbitkan 2 (dua) kali dalam setahun pada bulan Januari dan bulan Juli.

Daftar Isi

Halaman

Karakteristik Pengaruh Konsentrasi Pelarut Etanol Terhadap Rendemen Hasil Ekstraksi Dedak Padi	1 - 6
Oleh : Lelawati, Niharman.	
Identifikasi Potensi Sumber Energi Untuk Listrik Pedesaan	7 - 14
Oleh : Antonius Silaen	
Faktor intensitas tegangan Kritis Pada Retak Yang Terbentuk Dari Sambungan Las	15 - 22
Oleh : Erizal .	
Sistem Pendukung Keputusan Calon Mahasiswa dalam Memilih Jurusan Berbasis Aptitude Testing dan Nilai Rapor Menggunakan Metode IRT3 dan AHP (Studi Kasus Universitas Bengkulu)	23 - 30
Oleh : Desi Andreswari	
Waktu Penjejakan Pada Isolator Resin Epoksi Yang Dikomposisikan Dengan Silicone Rubber	31 - 36
Oleh : Ika Novia Anggraini	
Perancangan Sumur Resapan Sebagai Alternatif Penanggulangan Kekeringan Di Kota Bengkulu (Studi Kasus : Air Sebakul)	37 - 42
Oleh : Meilani Belladona	
Analisa Korosi Galvanis Terjadi Pada Dua Logam Berbeda Jenis Antara Baja Dan Tembaga	43 - 46
Oleh. M.Halil	
Studi penggunaan Rangkaian Filter Untuk Mengurangi Efek harmonika Pada lampu Hemat Energi	47 - 52
Oleh : Irmada Priyadi	

STUDI PENGGUNAAN RANGKAIAN FILTER UNTUK MENGURANGI EFEK HARMONISA PADA LAMPU HEMAT ENERGI

* Irnanda Priyadi

Abstract

Harmonics is a phenomenon in power system that the content of the signal whose frequency is an integer multiple of the fundamental system frequency. The presence of harmonics distorts the waveform shape of the voltage and current, increase the current level, changes power level supply, which in turn can affect the lifetime of devices. The sources of harmonics in a power system are from highly nonlinear devices. Energy saving lamp (LHE) is one of the major of harmonics causes in power systems. Nowadays, the using of energy saving lamp (LHE) in our society is getting more increase day after day since energy crisis. Based on industrial department as mentioned in Republika website, the need of LHE in Indonesia on 2009 will be increased until 60%. This paper focus on study of filter circuit using to minimize harmonics affect's in LHE.

I. Latar Belakang

Harmonisa merupakan gejala pada pada sistem tenaga listrik yang bisa menimbulkan bahaya pada peralatan listrik. Salah satu contoh peralatan listrik yang masih cukup banyak digunakan masyarakat saat ini dan bisa menimbulkan efek harmonisa adalah penggunaan lampu hemat energi (LHE). Berdasarkan data Ketua Umum Asosiasi Perusahaan Indonesia (Aspelindo) perkiraan konsumsi LHE tahun 2010 bisa mencapai 200 juta unit atau naik dari tahun 2009 lalu yang hanya 160 juta unit. Dari 160 juta unit tersebut, sekitar 135 juta unit merupakan LHE impor, dan sisanya domestik.

Dalam paper Liem Ek Bien dan Sudarno, disebutkan bahwa timbulnya harmonisa pada sistem tenaga listrik salah satunya disebabkan oleh adanya alat-alat yang mempunyai impedansi tidak linier dan salah satu contoh peralatan dengan impedansi tidak linier adalah LHE. Efek harmonisa yang timbul pada peralatan listrik dapat memperpendek umur peralatan listrik.

Paper ini membahas studi penggunaan rangkaian filter untuk mengurangi efek harmonisa pada lampu LHE.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Lampu Hemat Energi (LHE)

Lampu Hemat Energi adalah jenis lampu fluorescent yang menggunakan ballast elektronik. Prinsip kerja lampu LHE berdasarkan pelepasan muatan listrik (emisi), pelepasan elektron dari kutub negatif ke kutub positif. Elektron yang terlepas ini akan bertabrakan dengan atom gas yang diisikan ke dalam tabung tersebut. Tumbukan elektron dan atom gas ini akan menghasilkan elektron yang akan menabrak atom berikut, dan seterusnya. Perpindahan elektron yang akan menabrak atom berikutnya inilah yang akan menghasilkan energi listrik.

II.2. Harmonisa

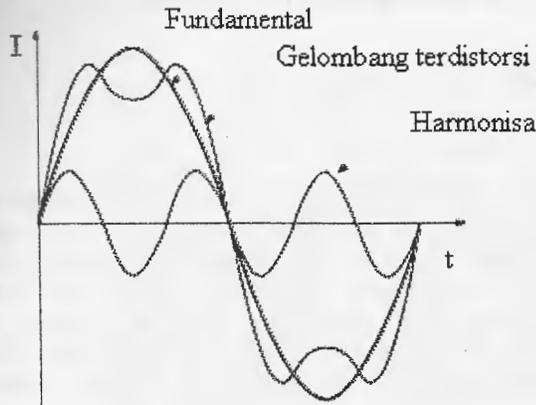
Harmonisa adalah sebuah fenomena pada sistem tenaga listrik yang menimbulkan permasalahan kualitas dimana bentuk gelombang arus atau tegangan dari suplai akan menjadi terdistorsi sehingga bisa menimbulkan bahaya pada peralatan listrik. Dalam definisi lain harmonisa juga diartikan sebagai gejala pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya.

Frekuensi dasar suatu sistem tenaga listrik adalah 50 Hz, maka harmonik keduanya adalah gelombang dengan frekuensi sebesar 100 Hz, harmonik ketiga adalah gelombang dengan frekuensi sebesar 150 Hz dan seterusnya. Gelombang-gelombang ini kemudian menumpang pada

*) Dosen FT.Unib.

gelombang murni atau aslinya sehingga terbentuk gelombang cacat yang merupakan jumlah antara gelombang murni sesaat dengan gelombang harmoniknya, seperti pada Gambar 2.1.

harmonisa tegangan ditentukan oleh tegangan sistem yang dipakai. [5]



Gambar 2.1. Bentuk Gelombang Fundamental, Gelombang Harmonik dan Gelombang Fundamental yang Terdistorsi

II.3. Penyebab Timbulnya Harmonisa

Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban yaitu beban linier dan beban non linier. Beban linier adalah beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran yang linier artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedensi dan perubahan tegangan. Sedangkan beban non linier adalah bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setiap setengah siklus sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi). Fenomena ini disebut sebagai harmonisa. Timbulnya harmonisa pada sistem tenaga listrik salah satunya disebabkan oleh adanya alat-alat yang mempunyai impedansi tidak linier. Contoh peralatan dengan impedansi tidak linier yang sekarang pemakaiannya sangat berkembang adalah lampu hemat energi.

Standar harmonisa diukur berdasarkan standar IEEE 519. Ada dua kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi distorsi harmonisa. Yaitu batasan untuk harmonisa arus, dan batasan untuk harmonisa tegangan. Untuk standard harmonisa arus, ditentukan oleh rasio I_{sc}/I_L . I_{sc} adalah arus hubung singkat yang ada pada PCC (*Point of Common Coupling*), sedangkan I_L adalah arus beban fundamental nominal. Sedangkan untuk standard

Tabel 1. Standard Harmonisa Arus

I_{sc}/I_{LOAD}	HARMONIC ORDER					Total Harmonic Distortion
	<11	11-16	17-22	23-24	>25	
< 20	4.0	2.0	1.5	0.8	0.3	5.0
20-50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50-100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100-1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Where I_{sc} = Maximum short circuit current at point of common coupling.
 And I_L = Maximum demand load current (fundamental frequency) at point of common coupling.
 TDD = Total demand distortion (RMS) in % of maximum demand

$$TDD = \sum_{h=2}^{\infty} \left(\frac{I_h}{I_L \text{ demand}} \right)^2 \times 100\% = \text{Total harmonic distortion}$$

Tabel 2. Standard Harmonisa Tegangan

Maximum Distortion (in %)	SYSTEM VOLTAGE		
	Below 60 kV	60 - 138 kV	> 138 kV
Individual Harmonic	3.0	1.5	1.0
Total Harmonic	5.0	2.5	1.5

(For conditions lasting more than one hour. Shorter periods increase limit by 50%)

II.4. Indeks Harmonisa

a. *Individual Harmonic Distortion (IHD)* adalah rasio antara nilai rms dari harmonik individual dan nilai rms dari fundamental.

$$IHD = \sqrt{\frac{I_{S_h}^2}{I_{S_1}^2}} \dots (II-1)$$

dimana :

IHD : *Individual Harmonic Distortion* (%)

I_{S_h} : arus harmonik pada orde ke-h (A)

I_{S_1} : arus fundamental (A)

b. *Total Harmonic Distortion (THD)*

Total Harmonic Distortion (THD) adalah rasio antara nilai rms dari komponen harmonik dan nilai rms dari fundamental.

$$THD = \sqrt{\sum_{h=1}^{\infty} \left(\frac{I_{S_h}}{I_{S_1}} \right)^2} \times 100\% \dots (II-2)$$

dimana :

I_{S_h} : arus harmonik pada orde ke-h (A)

I_{S_1} : arus fundamental (A)

THD : *Total Harmonic Distortion* (%)

Hubungan antara THD dengan IHD dapat

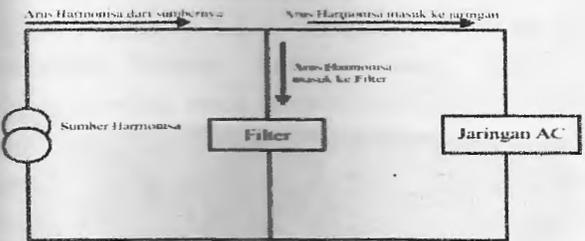
lihat dari persamaan berikut :

$$THD = \frac{\sqrt{IHD_2^2 + IHD_3^2 + IHD_4^2 + \dots IHD_n^2}}{IHD_1} \times 100\% \dots (II-3)$$

II.5. Filter Harmonisa

Tujuan utama dari filter harmonisa adalah untuk mengurangi amplitudo frekuensi tertentu dari sebuah tegangan atau arus. Dengan penambahan filter harmonisa pada suatu sistem tenaga listrik yang mengandung sumber-sumber harmonisa, maka penyebaran arus harmonisa keseluruh jaringan dapat ditekan sekecil mungkin. Selain itu filter harmonisa pada frekuensi fundamental dapat mengkompensasi daya reaktif dan dipergunakan untuk memperbaiki faktor daya sistem.

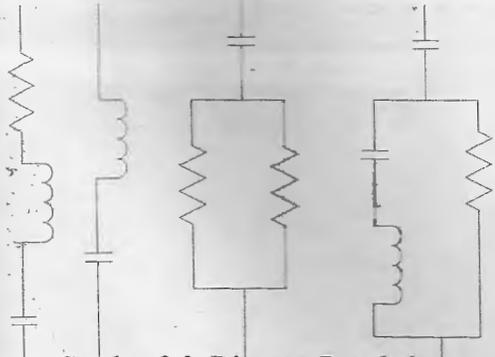
Filter harmonisa dipasang secara paralel dengan peralatan yang merupakan beban non linier dan sumber harmonisa. Cara pemasangan filter tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.2. Rangkaian Filter Harmonisa

Komponen utama yang terdapat pada filter pasif adalah : Kapasitor, Induktor dan Resistor dan pecara umum filter pasif harmonik dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

- a. Filter dengan penalaan tunggal (*single tuned filter*)
- b. Filter dengan penalaan ganda (*double tuned filter*)
- c. *High pass filter*



Gambar 2.3. Diagram Rangkaian Beberapa Jenis Filter Pasif

Filter pasif didesain untuk memperbaiki faktor daya. Daya reaktif kompensasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Q = \sqrt{\left[\frac{P_2}{PF_0}\right]^2 - P_1^2} - \sqrt{\left[\frac{P_2}{PF}\right]^2 - P_1^2} \dots (II-4)$$

dimana :

- Q = daya reaktif (VAR)
- P₁ = daya nyata (W)
- PF₀ = faktor daya mula-mula
- PF = faktor daya kompensasi

Kemudian dapat dihitung nilai komponen R, L dan C yang akan digunakan sebagai filter. Nilai impedansi kapasitor dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$X_C = \frac{kV^2}{kVAR} \dots (II-5)$$

Nilai reaktansi filter dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$X_L = \frac{X_C}{n^2} \dots (II-6)$$

dimana n = orde harmonik tegangan yang akan difilter (disetel sedikit dibawah ordenya).

Sedangkan kapasitansi kapasitor dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} \dots (II-7)$$

dimana : f = frekuensi fundamental 50 Hz.

Nilai induktansi induktor dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} \dots (II-8)$$

Untuk nilai resistansi dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$R = \frac{n X_L}{q} \dots (II-9)$$

dimana: n = orde harmonik yang direduksi

q = faktor kualitas (80)

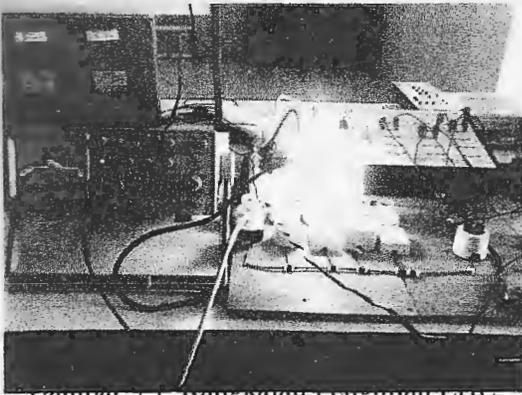
III. Metode Penelitian

Peralatan ukur yang digunakan : Osiloskop, multimeter digital dan KWH meter.

Peralatan lampu yang akan diuji :

- LHE 15 watt merek X yang harganya Rp. 7.000,- sebagai LHE tanpa SNI
- Lampu pijar 15 watt merek Y sebagai pembanding

Rangkaian penelitian dirangkai seperti pada gambar 3.1. berikut :



Gambar 3.1. Rangkaian Pengujian LHE

Setelah rangkaian pengujian disusun seperti gambar 3.1, pengujian pertama dilakukan dengan mengukur tegangan sumber sebelum LHE dihidupkan. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menghidupkan LHE. Lalu mengukur arus yang mengalir. Lalu keluaran gelombang tegangan diukur menggunakan osiloskop. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan menggunakan LHE 15 watt lampu pijar 15 watt merek Y.

IV. Hasil dan Pembahasan

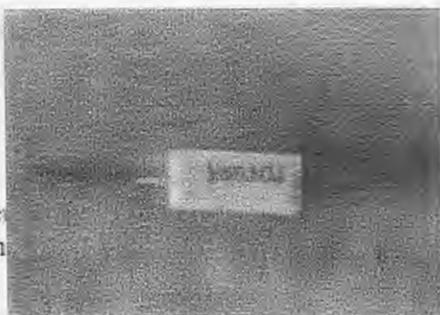
Dengan menggunakan multimeter digital didapat besar tegangan sumber berkisar antara 200-210 volt. Dan arus = 40 mA. Dengan mengasumsikan $\cos \theta = PF = 0,85$ dan $PF = 0,98$ maka didapat :

$$P = VI \cos \theta = 0,62 \text{ kW}$$

$$Q = VI \sin \theta = 0,39 \text{ KVar}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (II-4) diperoleh perhitungan kompensasi daya reaktif = 259,3 Var.

Dengan menggunakan model pengujian gambar 3.1, diperoleh output harmonisa dan besar nilai komponen filter pada gambar 4.6, gambar 4.6 dan gambar 4.7.

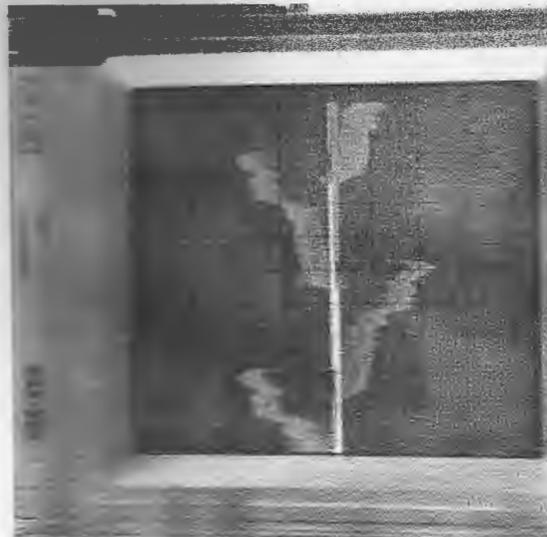
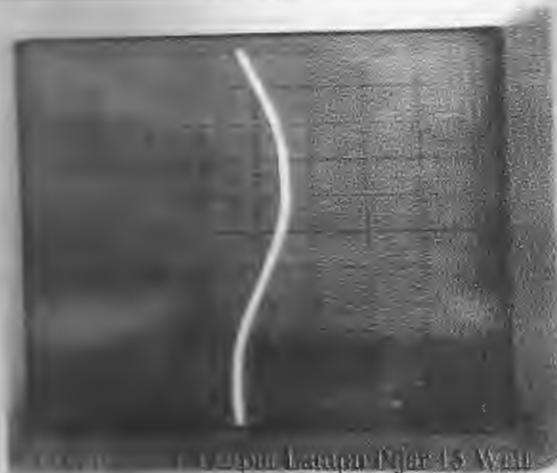


*) Dose
Majalah

Gambar 4.1. Resistor Keramik 5watt 5ΩJ

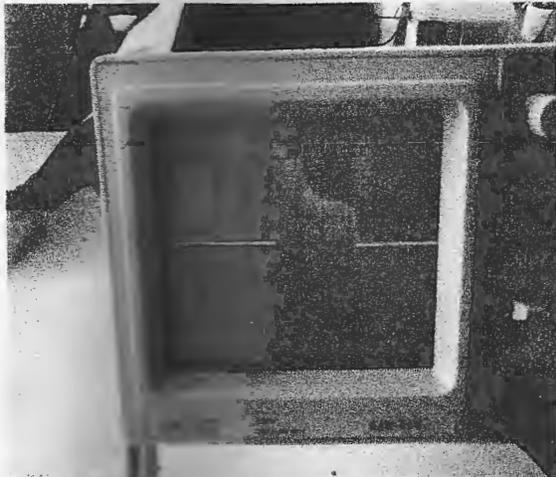


Gambar 4.2. Output Gelombang Sumber



nilai induktor yang digunakan 120 mH, resistor 100 Ω dan kapasitor 2 μ F. Tegangan sumber 210 VAC, osiloskop diatur pada 50 mV/div.

Gambar 4.4. Harmonisa yang dihasilkan LHE 15 watt sebelum menggunakan Rangkaian Filter



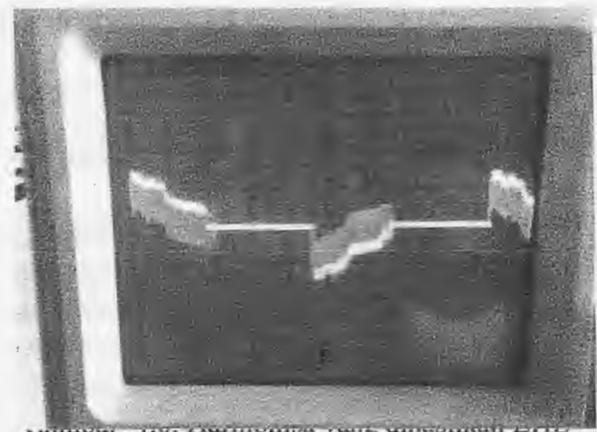
Setelah menggunakan rangkaian filter LC (single tuned filter)

Gambar 4.1. menunjukkan gambar komponen Resistor Keramik yang digunakan sebagai interface untuk menampilkan gambar output gelombang ke osiloskop. Dalam pemasangannya komponen resistor dihubungkan secara seri ke beban (lampu LHE) dan dihubungkan secara paralel ke osiloskop. Gambar 4.2. menunjukkan output gelombang sumber sebelum dihubungkan ke beban lampu LHE. Dari hasil gambar output gelombang belum terjadi distorsi gelombang (harmonisa). Gambar 4.3. merupakan output gelombang arus dari beban lampu pijar 15 watt. Output gelombang menunjukkan tidak terjadi distorsi gelombang (harmonisa) pada lampu pijar. Gambar 4.4. merupakan output gelombang lampu LHE 15 watt, yang menimbulkan distorsi gelombang (harmonisa) dari gelombang fundamentalnya. Distorsi gelombang ini dapat diminimalkan dengan menggunakan rangkaian filter pasif R, L dan C. Pengurangan efek harmonisa yang ditimbulkan beban lampu LHE 15 watt dengan menggunakan rangkaian filter pasif R, L dan C dapat dilihat pada gambar 4.5., gambar 4.6., dan gambar 4.7.

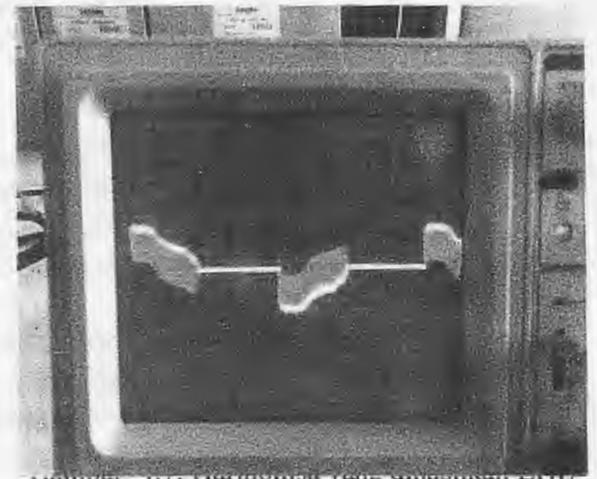
Pada gambar 4.5., nilai induktor yang digunakan sebesar 120 mH dan kapasitornya 2 μ f, dengan tegangan sumber 210 VAC. Pada gambar 4.6., besar

*) Dosen FT.Uin.

Majalah Teknik Sains Vol.6 No.2 Juli 2011



setelah menggunakan Rangkaian Filter RLC



setelah menggunakan Rangkaian Filter RLC

Pada gambar 4.7., besar nilai induktor yang digunakan 120 mH, resistor 300 Ω dan kapasitor 2 μ F. Tegangan sumber 210 VAC, osiloskop diatur pada 50 mV/div.

V. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Penggunaan beban lampu hemat energi (LHE) akan menimbulkan efek distorsi gelombang (harmonisa) dari gelombang fundamentalnya.
2. Efek harmonisa yang ditimbulkan oleh beban lampu LHE dapat diminimalkan dengan menggunakan rangkaian filter pasif R, L dan C.
3. Efek harmonisa tidak ditimbulkan dari penggunaan beban lampu pijar.

4. Dari studi literatur, penggunaan lampu LHE mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan lampu pijar yaitu dengan besar daya yang sama, diperoleh kuat penerangan yang lebih besar, selain itu pada lampu jenis pijar, banyak energi listrik yang diubah menjadi energi panas.
8. Julius Sentosa Setiadji dkk, *Pengaruh Harmonisa Pada Gardu Trafo Tiang Daya 100 KVA Di PLN APJ Surabaya Selatan*, paper.
9. <http://www.aperlindo.com>
10. <http://www.elektroindonesia.com/elektroener25.html>

Saran

Untuk mengetahui seberapa besar penurunan efek harmonisa yang ditimbulkan oleh LHE dengan menggunakan rangkaian filter maka dilakukan pengujian lanjutan mengikuti bentuk kombinasi rangkaian filter yang diberikan dalam referensi.

Daftar Pustaka

1. Djiteng Marsudi, Ir., 2002, *Pengaruh Harmonisa Dalam Pasokan Tenaga Listrik. Prosiding Seminar Kiat Menghadapi Krisis Energi Listrik*, Universitas Trisakti, Jakarta.
2. James J.Burke, *Power Distribution Engineering - Fundamentals And Applications*, New York : Marcel Dekker Inc., 1994.
3. Liem Ek Bien & Sudarno, *Pengujian Harmonisa Dan Upaya Pengurangan Gangguan Harmonisa Pada Lampu Hemat Energi*, JETri, Volume 4, Nomor 1, Agustus 2004, Halaman 53-64, ISSN 1412-0372
4. I Nengah Suweden & I Wayan Rinas, *Analisa Penanggulangan THD Dengan Filter Pasif Pada Sistem Kelistrikan Di RSUP Sanglah*, Jurnal Teknologi Elektro Vol. 8 No.2 Juli - Desember 2009
5. I Wayan Rinas dkk, *Analisa Penggunaan Filter Aktif Shunt Untuk Menanggulangi THD Di RSUP Sanglah*, Jurnal Teknologi Elektro Vol. 8 No.2 Juli - Desember 2009
6. M. Dahlan, *Desain Konfigurasi Paralel Filter Hybrid Untuk Meminimalis Ukuran Filter Aktif*, jurnal ISSN : 1979-6870
7. Bambang Purwahyudi, *Pembandingan Kendali Arus Puncak dan Histerisis pada Rangkaian Koreksi Faktor Daya AC/DC Boost Converter*, hal 107-114

*) Dosen FT.Unib.

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL

1. **Topik** yang akan dipublikasikan oleh majalah ini berhubungan dengan hasil penelitian, ilmu pengetahuan, dan teknologi serta pengembangan teknologi.
2. **Naskah** yang diterima penyunting ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dan belum dipublikasikan.
3. Naskah diketik dengan computer menggunakan *Microsoft Word*, diatas kertas A4, 2 kolom, 1 spasi, jenis huruf *Times New Roman* dengan ukuran 11 point, naskah dapat dikirim dalam bentuk *file*. Banyaknya naskah minimal 5 halaman dan maksimal 10 halaman.
4. **Judul** artikel harus mencerminkan dengan tepat masalah yang dibahas di artikel, dengan penggunaan kata-kata yang tepat, jelas dan mengandung unsur-unsur yang akan dibahas. Ukuran huruf untuk judul adalah *Times New Roman 14 point bold* (Huruf Besar Kecil). Nama penulis ditulis di bawah judul sebelum abstrak tanpa disertai gelar akademik. Sistematisa penulis naskah :
 - a. **Naskah penelitian, terdiri dari :**
 - i. **Abstrak dan kata kunci**
Abstrak secara ringkasan memuat secara ringkas gambaran umum dari masalah yang dibahas dalam penelitian, terutama pembahasan analisis tentang permasalahan yang diangkat. Abstrak ditulis maksimal 200 kata yang disusun dalam satu paragraph dengan ukuran huruf 10 point Times New Roman. Abstrak disertai kata kunci.
 - ii. **Bagian Pendahuluan**
Bagian ini berisi Latar Belakang, Permasalahan dan Tujuan.
 - iii. **Tinjauan Pustaka** atau landasan teori yang berkaitan dengan masalah yang diteliti.
 - iv. **Metode Penelitian**
Berisi tentang bahan, peralatan metode yang digunakan dalam penelitian.
 - v. **Hasil penelitian dan pembahasan**
Hasil berupa data penelitian yang telah diolah dan dituangkan dalam bentuk table, grafik, foto atau gambar. Pembahasan berisi hasil analisis dan hasil penelitian yang dikaitkan dengan struktur pengetahuan yang telah mapan (tinjauan pustaka yang diacu oleh penulis), dan memunculkan teori-teori baru atau modifikasi terhadap teori-teori yang telah ada.
 - b. **Kesimpulan dan Saran**
Berisi ringkasan dan penegasan penulis mengenai hasil penelitian dan pembahasan. Saran dapat berisi tindakan praktis, pengembangan teori baru dan penelitian lanjutan.
 - c. **Daftar Pustaka**
Ditutamakan sumber berasal lebih dari satu sumber buku, majalah, makalah, internet dan lain-lain.