

Teknosia



**Jurnal Ilmiah Bidang Sains - Teknologi
Murni Disiplin dan Antar Disiplin**

ISSN No. : 1978 - 8819

Vol. 1, No. 9, Tahun V, Maret 2011

- **Analisis Struktur Shell Akibat Beban Temperatur (Studi Kasus Kiln Indarung V PT. Semen Padang)** 1
Oleh *Dedi Suryadi, Adi Yussanto, Staf Pengajar Teknik Mesin UNIB*

- **Analisis Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Dengan Program Linier (Studi Kasus : Pada Beberapa Sungai Besar di Provinsi Bengkulu, Indonesia)** 15
Oleh *Gusta Gunawan, Staf Pengajar Teknik Sipil UNIB*

- **Using Bee Colony Optimization To A Financial Time Series Prediction** 23
Oleh *Ernawati, Staf Pengajar Teknik Informatika UNIB*

- **Implementasi Dekoder Viterbi Pada Kode Konvolusi (2,1,2) Berbasis FPGA** 31
Oleh *Reza Satria Rinaldi, Staf Pengajar Teknik Elektro*

- **Analisa Perhitungan Efisiensi Turbin Uap Tipe Back Pressure Turbine Pada Kondisi Beban Puncak (Studi Kasus di PT. Agra Sawitindo)** 41
Oleh *Angki Puspawan, Staf Pengajar Teknik Mesin*

- **Analisis Pendangkalan Alur Pelayaran Akibat Sedimentasi Di Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu** 53
Oleh *Muhammad Fauzi, Staf Pengajar Teknik Sipil UNIB*

- **Studi Efek Harmonisa Pada Lampu Hemat Enerdi (LHE Ber SNI dan LHE tanpa SNI)** 61
Oleh *Irnanda Priyadi, Yenni Suhartini, Staf Pengajar Teknik Elektro UNIB*

- **Watak Harmonik Pada Inverter Berbeban** 69
Oleh *Rika Favioria Gusa, Ika Novia Anggraini Staf Pengajar Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung, Teknik Elektro UNIB*

Diterbitkan Oleh :

Program Teknik - Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun Bengkulu 38123
Telp. : (0736) 21170 Fax. : (0736) 22105 E-mail : teknosia@yahoo.com

Teknosia



ISSN : 1978 - 8819

Vol. I, No. 9, Tahun V, Maret 2011

Jurnal Teknosia mempublikasikan karya tulis di bidang Sain – Teknologi, Murni Disiplin dan Antar Disiplin, berupa penelitian dasar, perancangan dan studi pengembangan teknologi. Jurnal terbit berkala enam bulanan (Maret dan September).

Pelindung

Dr. Ir. Muhammad Syaiful, M.S

Penyunting Ahli (Mitra Bestari)

DR. Eddy Hermansyah, (UNIB)

Dr. Ir. Febrin Anas Ismail, M.Eng (UNAND)

Prof. Mulyadi Bur, Dr-Ing. (UNAND)

Dr Ir. Refdinal Nafsir (UNAND)

Redaktur

Anizar Indriani, ST., MT.

Redaktur Pelaksana

Elhusna, ST.MT

Dewan Redaksi

Drs. Boko Susilo., M.Kom.
Ade Sri Wahyuni, ST. M.Eng

Irnanda Priyadi, ST., MT.
Nurul Iman Supardi, ST., MP.

Penerbit

FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS BENGKULU

Sekretariat Redaksi

Gedung V Fakultas Teknik – Universitas Bengkulu, Jalan Raya Kandang Limun
Bengkulu 38123 Telp. : (0376) 21170, 344067 Fax. : (0376) 22105 E-mail:
teknosia@yahoo.com

STUDI EFEK HARMONISA PADA LAMPU HEMAT ENERGI (LHE Ber SNI dan LHE tanpa SNI)

Irnanda Priyadi, ST, MT^[1], Yenni Suhartini, ST, MT^[2]

[1] Staf pengajar Teknik Elektro Fakultas Teknik UNIB

[2] Staf pengajar Teknik Elektro Fakultas Teknik UNIB

ABSTRACT

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%. As known, in general there are two categories of LHE's type used in our society. They are licensed LHE's and not licensed LHE's. Both of them have different characteristic each other. Usually, not licensed LHE's have bad impact in their lifetime. On the other hand, LHE is one of the major factors of harmonic causes in power systems. This paper focus on how far harmonics affect to the lifetime of energy saving lamp in electric power system.

Keywords: Voltage, Current, Harmonic Distortion.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) semakin meningkat semenjak terjadinya krisis energi ditanah air. Berdasarkan data Ketua Umum Asosiasi Perlampuan 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. Dari sumber yang berbeda, menurut Kasubdit Pengawasan Barang Beredar dan Jasa Ditjen Perdagangan Dalam Negeri Departemen Perdagangan, berdasarkan hasil razia di sejumlah kota

kedapatan beberapa merek LHE tidak ber SNI, terutama produk impor.

Tingginya minat konsumen terhadap LHE yang tidak ber SNI ini disebabkan karena harga LHE tanpa SNI di pasaran lebih murah dibandingkan harga LHE ber SNI (harga LHE tanpa SNI kisaran Rp.4.500,- sampai Rp.5.000,-per unit). Namun dalam penggunaannya, masa usia pakai LHE tanpa SNI umumnya jauh lebih singkat dari LHE ber SNI. Salah satu faktor yang mempengaruhi umur suatu peralatan adalah melihat efek harmonisa yang dihasilkan oleh peralatan tersebut. Djiteng [4], dalam papernya menyebutkan bahwa salah satu contoh alat yang mempunyai impedansi tidak linier

... yang memiliki penyebab terjadinya ... pada sistem tenaga adalah ... dengan pelepasan gas. Paper ini akan ... harmonisa yang dihasilkan oleh ... SNI lalu membandingkan hasilnya ... LHE ber SNI menggunakan standar harmonisa tegangan IEEE 519.

Tinjauan Pustaka

1.1. 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.

Adapun atom yang tidak cukup energi untuk lepas dari ikatan atom akan mengalami perpindahan dari tingkat energi rendah ke tingkat energi tinggi. Karena pada tingkat energi tinggi ini keadaan elektron tidak stabil maka ia akan kembali ke lintasan semula (tingkat energi lebih rendah) sambil mengeluarkan gelombang elektromagnetik yang merupakan sinar ultra violet. LHE mengubah energi listrik menjadi energi cahaya

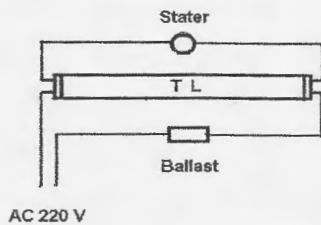
berdasarkan pada berpendarnya radiasi ultra violet pada permukaan yang dilapisi dengan serbuk fluorescent misalnya jenis fosfor.

Pada LHE, proses emisi elektron dilakukan dengan proses pemanasan elektroda-elektroda terlebih dahulu, proses ini dilakukan oleh alat yang dikenal dengan nama starter (penganjak). Untuk dapat menyala maka lampu tabung fluorescent memerlukan tegangan yang cukup tinggi yaitu kurang lebih 400 volt, jadi tegangan ini jauh lebih tinggi dari tegangan jala-jala yang tersedia, oleh karena itu fungsi starter selain membantu memanaskan elektroda, juga berfungsi sebagai alat untuk menciptakan tegangan penyalan bagi lampu.

Jika penyalan telah selesai dilakukan, arus listrik akan mengalir melalui tabung lampu fluorescent, dan karena tegangan pada starter lebih besar sehingga bimetal pada starter akan terbuka. Oleh karena lampu fluorescent memiliki karakteristik arus - tegangan negatif, artinya tegangan pada lampu akan turun bila arus naik dan sebaliknya tegangan pada lampu akan naik bila arus turun, maka setelah proses penyalan berlangsung, arus yang lewat pada tabung akan naik sampai tegangan kerja pada lampu tercapai. Tegangan ini jauh lebih rendah dari tegangan jala-jala.

Untuk memelihara tegangan kerja inilah maka pada lampu jenis fluorescent digunakan alat bernama ballast. Fungsi utama dari ballast adalah mengendalikan arus yang mengalir ke dalam tabung lampu sehingga

lampu dapat beroperasi pada karakteristik listrik yang sesuai.



Gambar 1. Skema Dasar LHE

II.2. 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 setengan 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.

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. Bilangan bulat pengali pada frekuensi harmonisa adalah orde (n) dari harmonisa tersebut. Sebagai contoh, frekuensi dasar dari sistem kelistrikan di Indonesia adalah 50 Hz maka harmonisa kedua adalah 2×50 Hz (100 Hz), ketiga adalah 3×50 Hz (150 Hz), dan seterusnya hingga harmonisa ke n yang memiliki frekuensi $n \times 50$ Hz.

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

Tabel 1. Standard Harmonisa Arus

I_{SC}/I_{LOAD}	HARMONIC ORDER					Total Harmonic Distortion
	<11	11-16	17-22	23-26	>35	
< 20	4.0	2.0	1.5	0.6	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 (RSS) in % of maximum demand

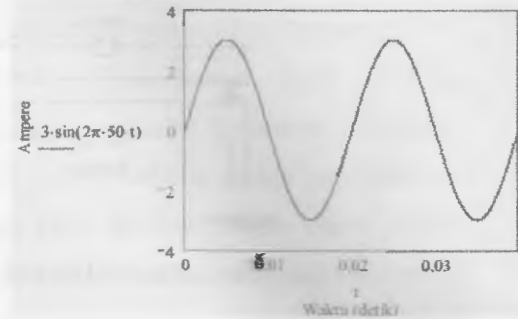
$$TDD = \sum_{h=2}^H \left(\frac{I_h^2}{I_L^2} \right)^{1/2} \times 100\% = \text{Total harmonic distortion}$$

Tabel 2. Standard Harmonisa Tegangan

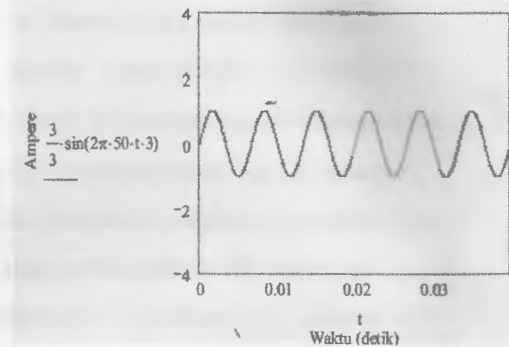
Maximum Distortion (in %)	SYSTEM VOLTAGE		
	Below 69 kV	69 - 138 kV	> 138 kV
Individual Harmonic	3.0	1.5	1.0
Total Harmonic	5.0	2.5	1.5

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

Distorsi dari bentuk gelombang harmonisa-harmonisa yaitu kedua, ketiga dan seterusnya dijumlahkan dengan gelombang dasar, maka bentuk gelombang tegangan atau arus dikatakan akan terdistorsi. Untuk memperjelas pemahaman tentang harmonisa, perhatikan gambar di bawah ini. Pada gambar 2. menunjukkan sebuah gelombang dasar yang sempurna dengan nominal 3 Ampere pada frekuensi 50 Hz atau 20 milisecond per siklus. Sedangkan pada gambar 3. menunjukkan sebuah gelombang harmonisa arus orde ke-3. Jadi pada gambar tersebut besar arusnya adalah 1/3 dari arus gelombang dasar yaitu 1 ampere dengan frekuensi 150 Hz, atau 3 kali dari frekuensi gelombang dasar.



Gambar 2. Bentuk Gelombang Arus Dasar yang Dihasilkan Sumber



Gambar 3. Bentuk Gelombang Harmonisa Orde ke-3

Suatu sinyal arus yang murni sinusoida, dihasilkan oleh suatu sumber yang sedang mensuplai beban seperti terlihat pada gambar 1. Gambar 2 menunjukkan suatu sinyal arus yang juga sinusoida namun memiliki amplitudo 1/3 kali dan frekuensi tiga kali sinyal pertama. Hal ini bisa saja terjadi, misalkan bila suatu sumber mensuplai beban non linier seperti LHE.

Jadi, seandainya sinyal yang pertama dinyatakan dalam :

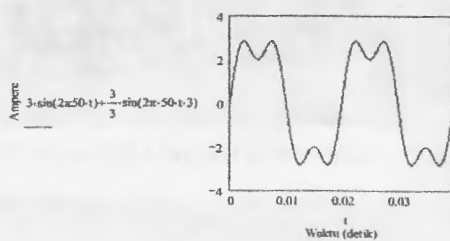
$$i_1 = I \sin(\omega t)$$

Maka sinyal kedua adalah :

$$i_2 = \left(\frac{1}{3}\right) I \sin(\omega t)$$

Apabila sinyal i_1 dan i_2 di atas disuperposisikan, maka hasilnya adalah suatu sinyal yang dinyatakan sebagai : $i_3 = i_1 + i_2 = I [\sin(\omega t) + (1/3) \sin(\omega t)]$

yang bentuk sinyalnya adalah seperti gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Bentuk Gelombang Arus yang Terdistorsi Harmonisa Orde ke-3

Besar total gangguan dari harmonisa pada suatu sistem tenaga listrik dinyatakan dengan Total Harmonic Distortion (THD), yang didefinisikan sebagai berikut:

$$THD = 100 \times \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1}$$

Dimana:

I_n : arus harmonisa pada orde ke-n

I_1 : arus fundamental (Irms)

Dengan rumus yang sama, gangguan harmonisa total untuk tegangan juga dapat dihitung yaitu mengganti komponen I dengan V.

III. Metode Penelitian

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

Peralatan lampu yang akan diuji :

- LHE 15 watt merek X yang harganya Rp. 5.000,- sebagai LHE tanpa SNI
- LHE 15 watt merek Y yang harganya Rp. 30.000,- sebagai LHE ber SNI
- Lampu pijar 15 watt merek Y sebagai pembanding

Rangkaian penelitian dirangkai seperti pada gambar 4 berikut :

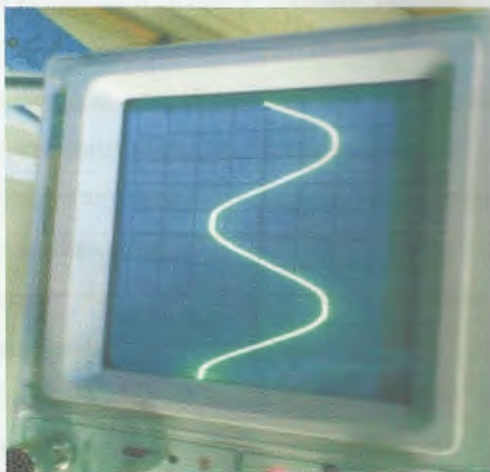


Gambar 4. Rangkaian Pengujian LHE

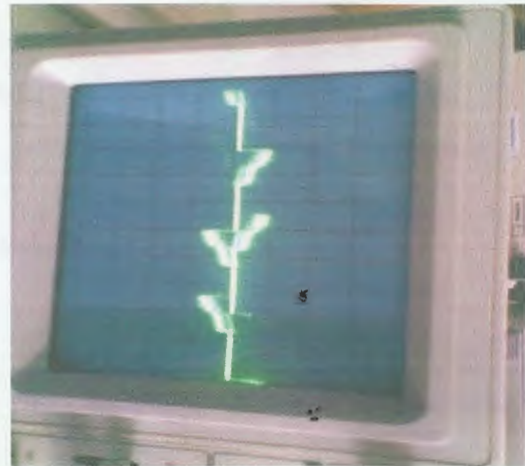
Setelah rangkaian pengujian disusun seperti gambar 4, pengujian pertama dilakukan dengan mengukur keluaran tegangan sebelum LHE dihidupkan. Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan LHE 15 watt merek X. Lalu keluaran gelombang tegangan diukur menggunakan osiloskop. Selanjutnya pengujian ketiga dilakukan dengan menggunakan LHE 15 watt merek Y sedangkan LHE 15 watt merek X di off-kan. Berikutnya pengujian keempat dilakukan dengan menggunakan kedua lampu LHE 15 watt merek X dan Y. Terakhir pengujian kelima hanya dilakukan dengan menggunakan lampu pijar 15 watt merek Y.

IV. Hasil dan Pembahasan

Dengan menggunakan osiloskop, pengujian pertama menghasilkan output gelombang tegangan keluaran berupa gelombang murni sinusoida yang belum terjadi distorsi (cacat) (gambar 5). Pada pengujian kedua, ketiga dan keempat setelah dibebani LHE menghasilkan gelombang tegangan keluaran yang sudah terdistorsi dari gelombang fundamentalnya. Dari ketiga bentuk kombinasi pengujian menggunakan LHE, terlihat distorsi gelombang tegangan keluaran cukup tinggi terjadi pada lampu LHE 15 watt merek X yang berkategori tidak ber SNI. Sebagai pembandingan, pengujian juga dilakukan terhadap beban lampu pijar 15 watt merek Y yang menghasilkan gelombang tegangan keluaran yang tidak terdistorsi.



Gambar 5. Output Gelombang Sumber



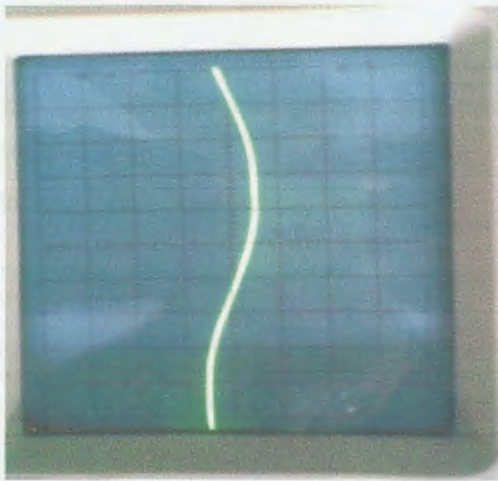
Gambar 6. Output LHE tanpa SNI



Gambar. 7. Output LHE ber SNI

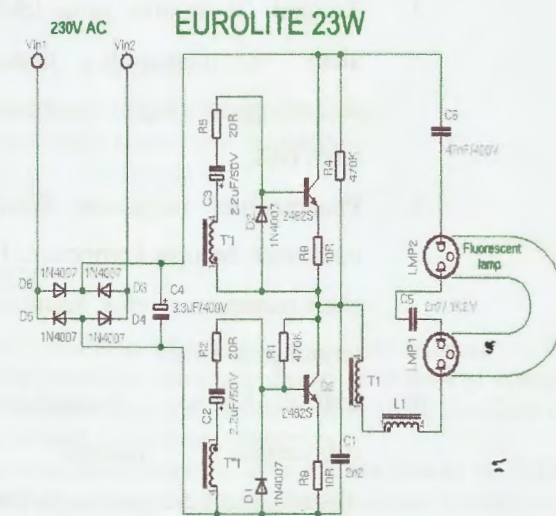


Gambar 8. Output LHE SNI dan tanpa SNI

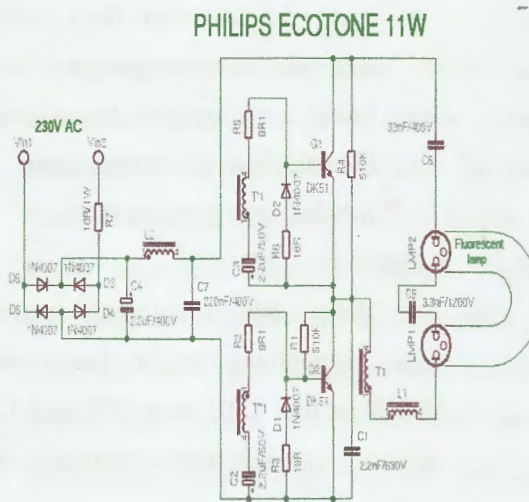


Gb. 9. Output pijar LHE ber SNI

Dari gambar hasil pengujian dan data sistem dapat diketahui bahwa efek harmonisa yang tertinggi terjadi pada pengujian kedua. Harmonisa yang terjadi saat pengujian menggunakan LHE 15 watt merek X tanpa SNI adalah harmonisa kelima. Sedangkan harmonisa yang terjadi pada LHE 15 watt merek Y ber SNI adalah harmonisa ketiga. Pengurangan harmonisa yang terjadi pada LHE ber SNI dibandingkan LHE tanpa SNI bila dikaji dari gambar rangkaian bisa disebabkan karena pada LHE ber SNI terdapat rangkaian boost converter / filter (L2 dan C7 pada gambar 7) yang bisa memperbaiki efek harmonisa.



Gambar 10. Contoh Rangkaian LHE tanpa SNI



Gambar 11. Contoh Rangkaian LHE ber SNI

V. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Terdapat dua kategori LHE yang digunakan masyarakat, LHE ber SNI dan LHE tanpa SNI. LHE tanpa SNI menghasilkan harmonisa yang lebih tinggi dari LHE ber SNI.

2. Tingkat Harmonisa yang lebih buruk akan mempengaruhi umur LHE dibandingkan tingkat harmonisa yang lebih baik.
3. Penambahan rangkaian filter/ boost converter berupa komponen L dan C akan mengurangi efek harmonisa yang terjadi pada LHE.
4. LHE banyak digunakan oleh masyarakat karena apabila dibandingkan dengan lampu jenis pijar, maka lampu jenis LHE tampak mempunyai efisiensi yang lebih tinggi 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 saja.

Saran

Perlu dilakukan studi pembandingan untuk menghitung tingkat harmonisa yang dihasilkan dari LHE tanpa SNI dan LHE ber SNI menggunakan standar harmonisa arus.

Menghadapi Krisis Energi Listrik, Universitas Trisakti, Jakarta.

- [5]. James J. Burke, *Power Distribution Engineering – Fundamentals And Applications*, New York : Marcel Dekker Inc., 1994.
- [6]. 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
- [7]. Bambang Purwahyudi, *Pembandingan Kendali Arus Puncak dan Histerisis pada Rangkaian Koreksi Faktor Daya AC/DC Boost Converter*, hal 107-114
- [8]. Julius Sentosa Setiadji dkk, *Pengaruh Harmonisa Pada Gardu Trafo Tiang Daya 100 KVA Di PLN APJ Surabaya Selatan*, paper.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. <http://www.aperlindo.com>
- [2]. <http://industri.kontan.co.id>
- [3]. <http://www.elektroindonesia.com/elektro/ener25.html>
- [4]. Djiteng Marsudi, Ir., 2002, *Pengaruh Harmonisa Dalam Pasokan Tenaga Listrik. Prosiding Seminar Kiat*

FORMAT PENULISAN MAKALAH JURNAL TEKNOSIA
[Times New Roman, font 12 / huruf besar seluruhnya /Bold/Italic/Center]

Penulis[1], Penulis[2]
[Times New Roman, font 10/Bold/Center]

[1] Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu
[2] Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu
Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu

[Times New Roman, font 10/ Center]

Jl. Raya Kandang Limun, Bengkulu. Telp. (0736) 21170 [Times New Roman, font 10/Center]

Email : teknosia@yahoo.com [Times New Roman, font 9/Center]

ABSTRACT

[Times New Roman, font 11/Center/Italic/bold]

Abstrak ditulis dalam bahasa Inggris, abstrak harus dapat mencerminkan secara singkat tujuan utama penelitian, hasil dan kesimpulan penelitian. Panjang dari abstrak tidak lebih dari 200 kata dengan jenis huruf Times New Roman, font 10 serta jarak 1 spasi.

Key words: ditulis dengan huruf TimesNew Roman, font 10/ Italic

1. PENDAHULUAN [Times New Roman, font 11/Bold]

Makalah dapat ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris.

Urutan Penulisan berturut-turut :

Pendahuluan. Teori, metodologi, pembahasan, penutup, dan daftar pustaka.

Makalah ditulis dengan menggunakan Ms Word, maksimum terdiri dari 10 Halaman dengan ukuran kertas A4 (210 x 297 mm) dan jarak spasi 1,5 spasi. Jarak Spasi antara Judul dengan Nama penulis 1 spasi, jarak nama penulis dengan abstrak 2 spasi, jarak antara judul abstract dengan isi abstrak 1 spasi, jarak antara isi abstrak dengan key word 1,5 spasi.

Makalah harap dicetak dengan kualitas hasil cetakan yang jelas, dengan margin : Top 25 mm, bottom 25 mm, left 40 mm dan right 30

mm, tab 2,7 mm. Isi makalah yang ditulis dengan menggunakan jenis huruf Times New Roman, font 11, dan menggunakan 2 kolom.

2. Persamaan Matematika

Persamaan diketik dengan jelas dan diberi nomor serta menggunakan tanda kurung yang diletakkan pada sisi bagian kanan setiap persamaan matematika tersebut, Contoh:

$$\varepsilon = \frac{N \xi B A \omega}{\pi} \quad (6)$$

dimana :

ξ = Jumlah kutub

ω = kecepatan putaran mesin (rad/s)