

TINGKAT DISTORSI HARMONISA PADA LAMPU ESSENSIAL YANG BERBEDA MERK

Luqman Assaffat¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kasipah no 10 -12 Semarang – Indonesia
e_mail : assaffat@yahoo.com

ABSTRACT

Essential Lamp (SL) is a type of low pressure mercury lamp that works on the discharge of electrons inside the tube and using an electronic switch equipment as a replacement ballast for limiting the current function. Because of the working principle, the essential lamp can be classified as a non-linear electrical load

In the electric power system, a non linear loads will produce an electrical power pollution. It is called harmonics. Harmonics are multiples of the frequency of a fundamental frequency of wave. Harmonics generated by the non-linear loads that will accumulate and delivered to the power system. So the harmonics will be able to disrupt the power quality of electrical power systems.

As a non-linear load, essential lamps produce harmonic distortion, both harmonic currents and voltage. In this study concluded that the different brands of essential lamp showed the different value of Total Harmonics Distortion (THD)

Keywords :Essensial Lamp, Harmonics, THD, Power Quality, PQ Analyzer

ABSTRAK

Lampu essensial (SL) adalah lampu penerangan jenis lampu merkuri tekanan rendah yang bekerja berdasarkan luclutan elektron di dalam tabung dan menggunakan peralatan saklar elektronik sebagai pengganti fungsi ballast untuk pembatas arusnya. Karena prinsip kerja tersebut maka lampu essensial dapat dikelompokkan sebagai beban listrik tak linier.

Di dalam sistem tenaga listrik, beban-beban tak linier akan menghasilkan suatu polusi tenaga listrik yang disebut sebagai harmonisa. Harmonisa adalah terjadinya suatu kelipatan frekuensi dari frekuensi gelombang dasarnya. Harmonisa yang dihasilkan oleh beban-beban listrik non linier yang terakumulasi dan akan dikirimkan ke sistem tenaga listrik. Sehingga harmonisa ini akan dapat mengganggu kualitas daya dari sistem tenaga listrik.

Sebagai beban non linier, lampu essensial menghasilkan distorsi harmonisa, baik harmonisa arus maupun harmonisa tegangan. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa lampu essensial yang berbeda merk menunjukkan nilai tingkat distorsi harmonisa (THD) yang berbeda pula.

Kata kunci : lampu essensial, harmonisa, THD, kualitas daya, PQ analyzer

1. Lampu Hemat Energi

Salah satu langkah untuk menghemat penggunaan energi listrik adalah mengurangi pemakaian energi listrik yang digunakan untuk penerangan, sebab 32% beban listrik di Indonesia

adalah lampu penerangan^[1]. Pengurangan pemakaian energi listrik untuk penerangan dapat dilakukan dengan cara penggunaan lampu hemat energi baik di tingkat rumah tangga, komersial atau

bisnis maupun di sektor industri^[2]. Lampu hemat energi yang dikenal luas oleh masyarakat adalah lampu essensial, di mana lampu jenis ini menghasilkan cahaya yang terang meskipun konsumsi dayanya rendah. Sebagai contoh, lampu essensial 7 watt akan menghasilkan cahaya setara dengan lampu TL 40 watt^[3]. Maka tidak heran apabila masyarakat ramai - ramai beralih menggunakan lampu essensial serta meninggalkan lampu pijar dan lampu TL yang dianggap memboroskan energi listrik. Sehingga penggunaan lampu essensial sebagai lampu hemat energi di masyarakat semakin luas.

Penggunaan lampu essensial oleh masyarakat yang semakin luas sebagai lampu hemat energi, menyebabkan banyak perusahaan industri lampu penerangan berinovasi dan mengembangkan produk lampu essensial untuk menarik perhatian masyarakat. Setiap merk lampu essensial yang beredar di masyarakat belum tentu mempunyai kualitas yang sama, sehingga diperkirakan akan mempunyai tingkat distorsi harmonisa yang berbeda^[4]. Oleh sebab itu, diperlukan suatu penelitian yang simultan untuk mengetahui karakteristik distorsi harmonisa dari beberapa merk lampu essensial yang beredar di masyarakat.

2. Tujuan

Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah untuk menganalisa tingkat harmonisa (THD) yang ditimbulkan oleh lampu essensial yang berbeda merk.

3. Harmonisa

Harmonisa merupakan gejala pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya^[5]. Frekuensi dasar sistem tenaga listrik di Indonesia adalah 50 Hz, sehingga harmonisa mempunyai frekuensi dengan nilai kelipatan dari 50 Hz.

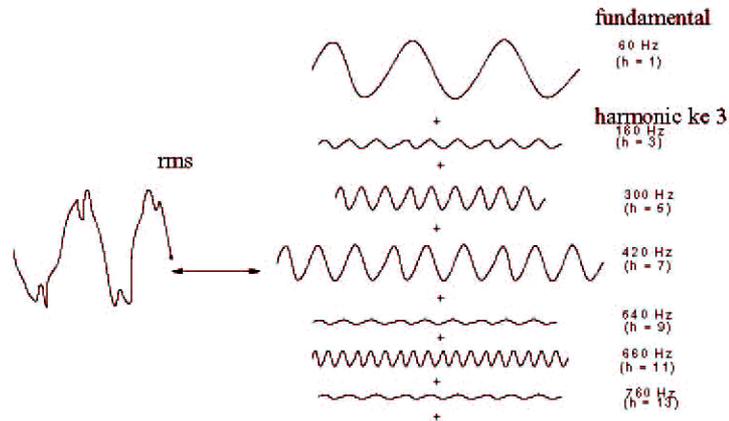
Sebagai contoh, harmonisa kedua adalah gelombang dengan frekuensi sebesar 100 Hz, harmonik ketiga adalah gelombang dengan frekuensi sebesar 150 Hz dan seterusnya. Gelombang - gelombang ini kemudian menumpang pada gelombang murni atau aslinya sehingga terbentuk gelombang cacat yang merupakan jumlah antara gelombang murni sesaat dengan gelombang harmoniknya^[5].

3.1. Distorsi Harmonisa

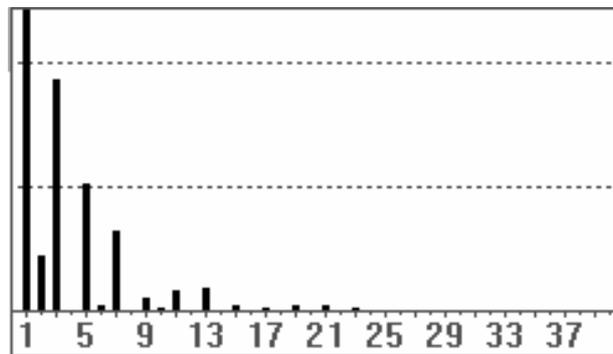
Harmonisa dapat menyebabkan suatu distorsi harmonisa, yaitu suatu gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya distorsi gelombang arus dan tegangan.

Tingkat distorsi harmonisa dijelaskan melalui spektrum harmonisa yang lengkap dengan magnitude dan sudut fase masing – masing komponen harmonisa tunggal. Hal yang juga umum

untuk kuantitas tunggal, *Total Harmonics Distortion* (THD) / Distorsi Total Harmonisa, sebagai ukuran nilai efektif dari distorsi harmonisa^[6].



Gambar 1. Bentuk gelombang harmonisa dengan frekuensi dasar 60 Hz



Gambar 2. Spektrum harmonisa

Nilai Distorsi Harmonisa Total (THD) dari suatu gelombang dapat dihitung dengan formula ^[6]:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{max}} M_h^2}}{M_1} \quad (1)$$

Di mana M_h adalah nilai rms komponen harmonisa h dari kuantitas M . Kuantitas M dapat berupa besaran Tingkat Distorsi Harmonisa

tegangan V maupun besaran arus I , sehingga THD_V nilai distorsi harmonisa total tegangan dan THD_I nilai distorsi harmonisa total arus listrik, dimana :

$$THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{max}} V_h^2}}{V_1} \quad (2)$$

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{\max}} I_h^2}}{I_1} \quad (3)$$

Nilai rms dari total bentuk gelombang bukanlah penjumlahan dari setiap komponen harmonisa, tetapi akar kuadrat dari penjumlahan kuadratnya.

Hubungan THD dengan nilai rms dari gelombang adalah^[5] :

$$rms = \sqrt{\sum_{h=1}^{h_{\max}} M_h^2} \quad (4)$$

$$rms = M_1 + \sqrt{1 + THD^2} \quad (5)$$

Tegangan harmonisa selalu dijadikan suatu pedoman untuk nilai dasar dari bentuk gelombang sesaat. Karena tegangan mempunyai persentase perbedaan yang kecil, di mana THD

tegangan adalah pendekatan dari jumlah yang sebenarnya. Hal ini tidak berlaku untuk arus listrik, karena sebuah arus yang mempunyai nilai kecil dapat menghasilkan THD yang tinggi, sehingga tidak dapat digunakan untuk menggambarkan keadaan suatu sistem^[6].

Standar harmonisa berdasarkan standar IEEE 512-1992. 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 $I_{SC}/I_L \cdot I_{SC}$ 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. Batas distorsi arus (dalam % IL) untuk sistem distribusi umum (120-69.000 V)

I_{SC}/I_L	$h < 11$	$11 < h < 17$	$17 < h < 23$	$23 < h < 35$	$h > 35$	THD_I
<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

Tabel 2. Batas distorsi tegangan (dalam % Vi)

Tegangan PCC	Harmonisa Individual (%)	THD_v (%)
<20	4,0	2,0
20 – 50	7,0	3,5
50 – 100	10,0	4,5
100 – 1000	12,0	5,5
> 1000	15,0	7,0

3.2. Lampu Essensial Sebagai Sumber Harmonisa

Lampu essensial atau sering disebut lampu SL merupakan hasil inovasi teknologi yang berkembang terhadap lampu fluorescent (TL). Jika dibandingkan dengan lampu TL, lampu essensial ini mempunyai banyak kelebihan, antara lain bentuk yang relatif kecil dan memiliki tingkat kenyamanan yang lebih baik untuk pencahayaannya. Selain itu untuk ukuran pencahayaan yang sama (lumen) lampu essensial menyerap daya yang lebih kecil, sehingga lampu essensial disebut sebagai lampu hemat energi.^[7]

Prinsip kerja dari lampu essensial adalah sama dengan lampu neon di mana cahaya yang dihasilkan oleh lampu berdasarkan lucutan elektron yang terjadi melalui uap merkuri yang akan membangkitkan radiasi ultraviolet. Ballast pada lampu essensial berfungsi sebagai pembatas arus saat lampu bekerja

Tingkat Distorsi Hamonisa

dan untuk membangkitkan tegangan kejut saat awal penyalaan lampu. Balast yang digunakan pada lampu Essensial (SL) adalah ballast elektronik yang terdiri dari rangkaian penyearah, induktor, kapasitor serta rangkaian inverter seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.^[7]

Berdasarkan uraian di atas, sumber harmonisa yang dihasilkan oleh lampu essensial SL adalah berasal dari dua faktor, yaitu^[5]:

1. Proses lucutan elektron yang menghasilkan busur api
2. Rangkaian elektronika daya yang terdiri dari penyearah dan inverter

Tingkat distorsi harmonisa yang dihasilkan oleh lampu essensial tergantung dari jenis dan tipe dari lampu essensial tersebut^[8]. Distorsi harmonisa yang dihasilkan oleh lampu essensial menyebabkan faktor daya dari lampu tersebut sangat rendah, antara 0,4 sampai 0,6^[9].

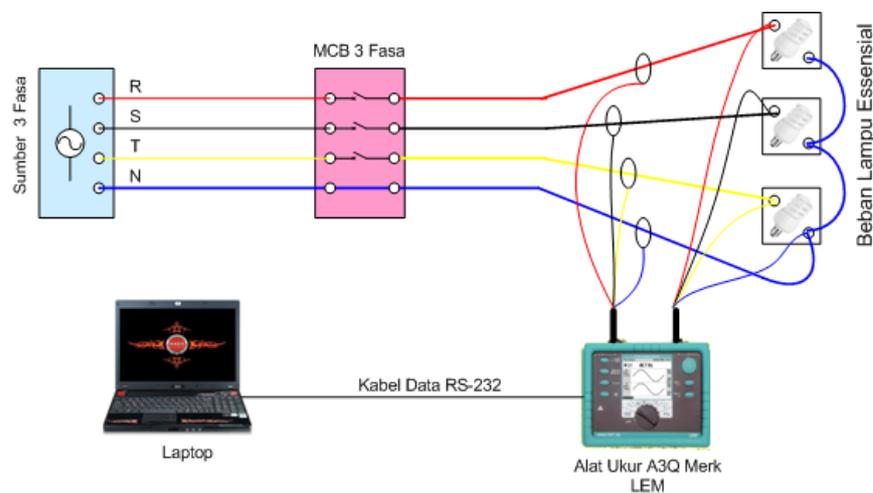
masyarakat. Sampel diambil mewakili tingkat harga lampu di pasaran, yaitu :

- Lampu essensial dengan harga di atas rata-rata : Philips dan Osram
- Lampu essensial dengan harga rata-rata : Shinyoku dan Eterna
- Lampu essensial dengan harga di bawah rata-rata : Cosco dan Spider

Variabel data pada penelitian ini ditentukan adalah :

- Variabel Bebas : Rating daya (wattase) lampu essensial
- Variabel Tergantung : THD_v, THD_i, arus listrik
- Variabel Kontrol : Tegangan masukan (V_{input})

Penelitian tentang karakteristik harmonisa pada lampu essensial ini dilaksanakan dengan menggunakan metode pengambilan data seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. Dari sumber tegangan tiga fasa, masuk ke MCB tiga fasa sebagai pengaman rangkaian. Kemudian dari MCB rangkaian masuk ke beban lampu essensial yang dihubungkan secara bintang. Peralatan ukur dihubungkan pada terminal tegangan masuk (pengukuran tegangan) dan arus listrik dihubungkan secara dikalungkan.



Gambar 6. Rancangan Penelitian

5. Hasil dan Pembahasan

Tabel 3. Hasil Pengukuran THD_v Lampu Essensial

Rating daya (Watt)	THDV (%)					
	Cosco	Spider	Eterna	Sinyoku	Philips	Osram
5	2.70	3.60	-	1.80	2.50	2.60
7	2.70	3.60	-	-	-	-
8	-	-	-	1.40	2.10	2.20
9	3.20	3.90	3.70	-	-	-
11	2.80	3.50	3.40	1.40	2.10	2.20
13	-	-	-	-	-	2.20
14	-	-	-	-	2.10	-
15	3.30	3.90	3.80	1.40	-	-
17	-	-	-	-	-	2.70
18	3.10	3.90	3.80	1.90	2.80	-
20	-	-	2.60	1.20	1.60	1.63
Rata-rata	2.97	3.73	3.46	1.52	2.20	2.26

Tabel 4. Hasil Pengukuran THD_i Lampu Essensial

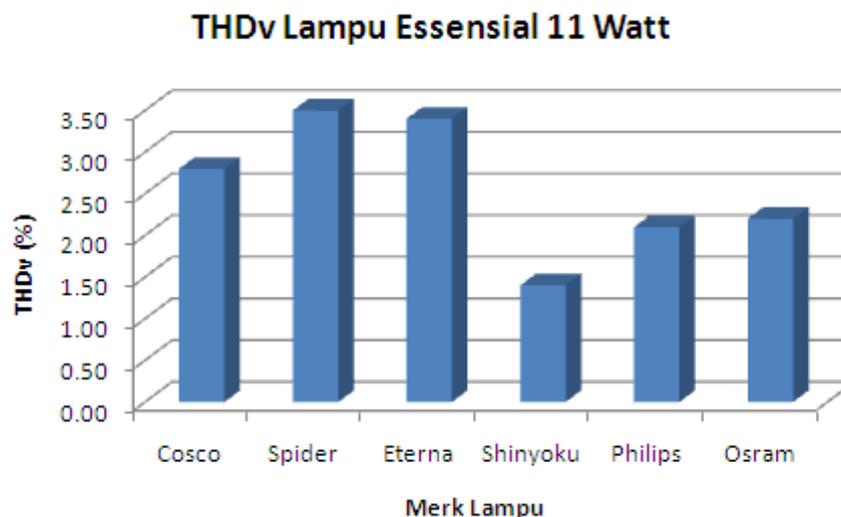
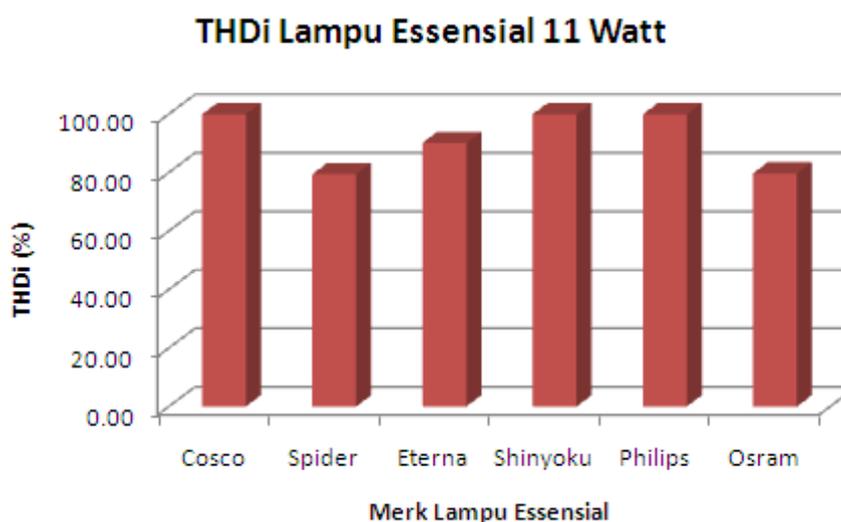
Rating daya (Watt)	THDI (%)					
	Cosco	Spider	Eterna	Sinyoku	Philips	Osram
5	99.90	99.90	-	99.90	87.80	78.00
7	76.40	99.90	-	-	-	-
8	-	-	-	99.90	92.90	86.20
9	98.30	84.30	87.20	-	-	-
11	99.90	79.40	90.10	99.90	99.90	79.70
13	-	-	-	-	-	87.30
14	-	-	-	-	99.90	-
15	99.90	70.90	95.30	99.90	-	-
17	-	-	-	-	-	89.00
18	99.90	70.90	95.30	99.80	95.70	-
20	-	-	99.90	99.90	99.90	99.90
Rata-rata	95.72	84.22	93.56	99.88	96.02	86.68

Dari kedua tabel di atas, tingkat harmonisa tegangan THD_v untuk semua lampu yang berbeda merk mempunyai nilai yang baik yaitu rata-rata kurang dari 4%. Sedangkan tingkat harmonisa arus listrik THD_i sangat buruk untuk semua merk lampu essensial yaitu di atas 70%.

Rata-rata THD_v terendah adalah lampu essensial merk Sinyoku dengan

nilai 1,52% dan tertinggi adalah lampu essensial merk Spider. Sedangkan rata-rata THD_i, terendah adalah merk Spider dan tertinggi adalah merk Sinyoku.

Gambar 7 dan 8 perbandingan THD tegangan dan THD arus untuk beberapa merk lampu essensial yang di uji dengan rating daya yang sama 11 Watt.

Gambar 7. Perbandingan THD_v Lampu Essensial 11 WattGambar 8. Perbandingan THD_i Lampu Essensial 11 Watt

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa THD_v yang paling tinggi terdapat pada lampu Spider dengan THD_v 3,5% dan terendah pada lampu merk Sinyoku sebesar 1,4%. Pada gambar 8 memperlihatkan bahwa tiga buah merk lampu menghasilkan THD_i 99%, yaitu lampu merk Cosco, Shinyoku dan Philips. Sedangkan dua buah lampu

menghasilkan THD_i di bawah 80% yaitu Spider 79,4% dan Osram 79,7%.

Dari data di atas dapat diketahui bahwa dari ke enam buah merk lampu essensial tersebut, lampu merk Spider menghasilkan distorsi harmonisa tegangan paling besar, dan menghasilkan distorsi arus paling kecil. Sedangkan lampu merk Sinyoku menghasilkan

distorsi tegangan paling kecil dan menghasilkan distorsi arus yang paling besar.

Dari hasil tersebut terlihat bahwa nilai THD tegangan dan THD arus pada lampu essensial mempunyai sifat berkebalikan. Dan lampu yang mahal belum tentu menghasilkan THD yang rendah dan sebaliknya lampu essensial yang murah belum tentu menghasilkan

5. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian tentang karakteristik lampu essensial ini adalah :

1. Tingkat harmonisa tegangan (THDv) yang ditimbulkan oleh lampu essensial yang berbeda merk mempunyai nilai di bawah 4%.
2. Sedangkan tingkat harmonisa arus (THDi) yang ditimbulkan oleh lampu essensial yang berbeda merk mempunyai nilai di atas 70%.
3. Lampu essensial yang mahal belum tentu menghasikan THD yang kecil atau rendah, dan sebaliknya lampu essensial yang murah belum tentu menghasilkan harmonisa yang tinggi.

Daftar Pustaka

[1] Ashari Mochamad, 2006, "Program Lampu Hemat Energi Berdampak Negatif", Antara News, Jakarta.

[2] Syafrudin Masri, 2004, "Analisa Kualitas Daya Sistem Distribusi Tenaga Listrik Perumahan Modern", Jurnal Rekayasa Elektrika Vol.3 no. 2, Universiti Sains Malaysia

[3] R. Panjaitan, 1996, "Lampu Listrik dan Penggunaannya", Penerbit Tarsito, Bandung

[4] Rudi Susanto, 2006, "Studi Harmonisa Yang Ditimbulkan Oleh Berbagai Jenis Lampu", Tugas Akhir Universitas Kristen Petra, Surabaya

[5] Dugan, R.C, McGranaghan M.F, Beaty H.W. , 1996, "*Electrical Power System Quality*", McGraw-Hill Book Company, New York.

[6] Arrilaga, J, Bradley, D.A., Bodger, P.S, 1985 , "*Power System Harmonics*", John Wiley & Sons Ltd, New York.

[7] Muhaimin, 2001, "Teknologi Pencahayaan", PT. Refika Aditama, Bandung

[8] Arseneau R, Ouellette M, 1993, "*The Effect of Suply Harmonics on The Performance of Compact Flourescent Lamps*", IEEE Trans. On Power Delivery, Vol. 8 no. 2

[9] Watson, N. R., 1992, "*Impact of Compact Fluorescent Lamps on The*

Power System”, Report for Southpower/ESA.

- [10] Jon Marjunikadang, 2006, “Studi Efek Harmonisa Akibat Penggunaan Lampu Hemat Energi

(LHE) di Rumah Tinggal Atau Rumah Toko (RUKO)”, Tugas Akhir Universitas Kristen Petra, Surabaya