

Kandungan Harmonisa pada Lampu Hemat Energi

Wahri Sunanda

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
wahrisunanda@yahoo.com

ABSTRACT

Harmonic is one of sinusoidal components, one wave period from which having multiple frequency of its fundamental frequency one, leading to electrical power quality problems. Harmonic distortion in term of voltage and current ones, generally is due to non linier impedance. Energy saving lamp is one of example of it. This research was done by performing studies in harmonic voltage and harmonic current from four different brands of energy saving lamp having power rating of 8 watt, 16 watt, and 20 watt and uses IEEE Standard of 519-1992 as a reference in determining maximum limitation voltage and current harmonics. The result of the tests were showed that total harmonic distortion (THD) voltage at each different brand of energy saving lamp having power rating of 8 watt, 16 watt, and 20 watt did not exceed the IEEE 519-1992 maximum limitation of 5%. While total harmonic distortion (THD) current at each different brand of energy saving lamp having power rating of 8 watt, 16 watt, and 20 watt had exceed result range exceeding 71,2%.

Keywords : Energy saving lamp, Voltage harmonic distortion, Current harmonic distortion

INTISARI

Harmonisa merupakan salah satu komponen sinusoidal dari satu periode gelombang yang mempunyai frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi fundamentalnya yang menjadi permasalahan dari kualitas daya listrik. Distorsi harmonisa dari bentuk gelombang sinusoidal tegangan dan arus yang terjadi umumnya dipicu oleh beban non-linear, yang salah satunya adalah lampu hemat energi. Lampu hemat energi merupakan lampu *fluorescent* yang dioperasikan pada frekuensi tinggi yang diperoleh dari *inverter* kecil *ballast* elektronik. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kandungan harmonisa tegangan, harmonisa arus, dan tingkat intensitas cahaya terhadap 4 merek lampu hemat energi dengan daya nyata nominal 8 watt, 16 watt, dan 20 watt dan menggunakan standar *IEEE 519-1992* sebagai acuan dalam menetapkan batas tegangan dan arus harmonisa maksimum. Hasil pengujian menunjukkan bahwa total harmonisa distorsi (THD) tegangan pada berbagai merek lampu hemat energi dengan daya nyata nominal 8 watt, 16 watt, dan 20 watt tidak melebihi dari batas standar *IEEE 519-1992* yaitu maksimum 5%. Sedangkan total harmonisa distorsi (THD) arus pada berbagai merek lampu hemat energi dengan daya nyata nominal 8 watt, 16 watt, dan 20 watt berada pada rentang nilai melebihi 71,2%.

Kata kunci : Lampu hemat energi, Tegangan harmonisa terdistorsi, Arus harmonisa terdistorsi

I. PENDAHULUAN

Mutu dari suatu produk sangat diperhatikan dalam suatu penjualan atau pembelian barang dan jasa. Pada bidang kelistrikan juga dikenal adanya mutu listrik. Pada dasarnya mutu listrik yang baik adalah listrik yang mempunyai tegangan dan frekuensi yang stabil. Untuk di Indonesia, listrik yang bersumber dari PLN adalah dengan tegangan 220 volt dan frekuensi 50 Hz.

Tegangan dan frekuensi yang tidak stabil bukan saja salah perusahaan listrik, tetapi peralatan-peralatan listrik yang digunakan konsumen juga dapat mempengaruhi mutu

listrik. Terdapat banyak aspek yang dapat mempengaruhi berkurangnya mutu listrik. Salah satu aspek tersebut adalah timbulnya harmonisa pada gelombang listrik.

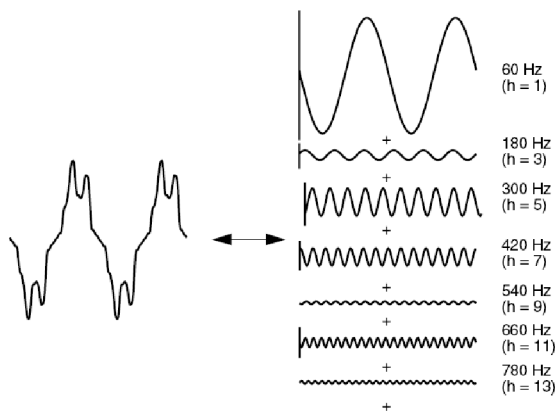
Harmonisa dalam sistem tenaga listrik, sebenarnya ditujukan untuk kandungan distorsi pada gelombang tegangan dan arus fundamental [2] serta beban nonlinier dianggap sebagai sumber harmonisa. Menurut standar *IEEE 519-1992*, beban non linier penyebab harmonisa terdiri dari beban elektronika daya, dan diantaranya adalah lampu hemat energi yang pemakaiannya sangat marak akhir-akhir ini.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap beberapa lampu hemat energi yang beredar di pasaran yang diduga mempunyai kekurangan dalam spesifikasi teknis yang dikhawatirkan akan memberikan efek negatif bagi masyarakat sebagai konsumen serta pemerintah sebagai penyedia tunggal kebutuhan energi listrik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Studi Harmonisa

Harmonisa adalah salah satu dari sekian banyak permasalahan yang menyangkut kualitas daya listrik [3]. Keberadaan harmonisa ini sangat mengganggu bahkan merugikan sistem apabila melebihi batas standar yang ditetapkan, dalam hal ini standar yang digunakan adalah standar *IEEE 519-1992*. Pada Gambar 1 akan diperlihatkan sebuah gelombang yang terdistorsi dan direpresentasikan dalam deret seri Fourier.



Gambar 1. Gelombang Terdistorsi direpresentasikan dalam Deret Fourier [4]

B. Indeks Harmonisa

Dalam analisis harmonisa, beberapa indeks penting berikut digunakan untuk melukiskan pengaruh harmonisa pada komponen sistem tenaga listrik dan sistem komunikasi.

Total Harmonic Disortion (THD)

$$THD_{tegnan} : THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} V_h^2}}{V_1} \times 100\% \quad (1)$$

$$THD_{arus} : THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \times 100\% \quad (2)$$

yang didefinisikan perbandingan nilai rms komponen harmonisa terhadap komponen dasar dalam persen (%). Indeks ini digunakan untuk mengukur penyimpangan (*deviation*) dari bentuk gelombang satu periode yang mengandung harmonisa pada satu gelombang sinus sempurna. Untuk satu gelombang sinus sempurna pada frekuensi dasar, THD adalah nol. Demikian pula pengukuran distorsi harmonisa individual untuk tegangan dan arus pada orde ke h didefinisikan sebagai V_h/V_1 dan I_h/I_1 .

Pada Tabel 1 dan Tabel 2 ditampilkan standar *IEEE Std 519-1992* untuk batasan I_{THD} dan V_{THD} yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

Tabel 1. *Current distortion limits for general distribution systems (120 V Through 69.000V)*

| Maximum Harmonic Current Distortion in Percent of I_L | | | | | | |
|---|------|-------------|-------------|-------------|--------|------|
| Individual Harmonic Order (Odd Harmonics) | | | | | | |
| I_{sc}/I_L | < 11 | 11 ≤ h < 17 | 17 ≤ h < 23 | 23 ≤ h < 25 | 35 ≤ h | TDD |
| < 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. *Voltage distortion limits*

| Bus Voltage at PCC | Individual Voltage Distortion (%) | Total Voltage Distortion (%) |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| ≤ 69 kV | 3.0 | 5.0 |
| 69 kV hingga 161 kV | 1.5 | 2.5 |
| ≥ 161 kV | 1.0 | 1.5 |

III. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Mengumpulkan alat dan bahan penelitian.

2. Membuat rangkaian penelitian.
3. Mengetahui data teknis lampu hemat energi, yakni: daya nyata (P), daya semu (S), daya reaktif (Q), tegangan (V), arus (I), faktor daya (pf), frekuensi (f).
4. Mengukur THD tegangan, THD arus, pada masing-masing lampu hemat energi .
5. Menghitung THD tegangan dan THD arus pada masing-masing kondisi penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran individual harmonisa arus dan individual harmonisa tegangan tiap merek lampu hemat energi dengan daya nyata nominal 8 watt, 16 watt dan 20 watt pada harmonisa 3, 5, 7, total harmonisa arus (I_{THD}) dan total harmonisa tegangan (V_{THD}) dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 3. Data harmonisa hasil pengukuran lampu hemat energi daya nyata nominal 8 watt

| No | Merek | Harmonisa Arus (%) | | | | Harmonisa Tegangan(%) | | | |
|----|----------------|--------------------|-------|-------|-----------|-----------------------|-------|-------|-----------|
| | | 3 | 5 | 7 | I_{THD} | 3 | 5 | 7 | V_{THD} |
| 1 | <i>Chiyoda</i> | 82.63 | 55.04 | 27.1 | 109.2 | 0.21 | 1.467 | 0.349 | 1.568 |
| 2 | <i>Focus</i> | 88.85 | 59.86 | 27.32 | 112.7 | 0.204 | 1.425 | 0.377 | 1.537 |
| 3 | <i>Milion</i> | 80.47 | 51.16 | 23.30 | 103.4 | 0.109 | 1.539 | 0.245 | 1.607 |
| 4 | <i>Optima</i> | 77.23 | 43.88 | 15.96 | 96.30 | 0.199 | 1.466 | 0.365 | 1.566 |

Tabel 4. Data harmonisa hasil pengukuran lampu hemat energi daya nyata nominal 16 watt

| No | Merek | Harmonisa Arus (%) | | | | Harmonisa Tegangan(%) | | | |
|----|----------------|--------------------|-------|-------|-----------|-----------------------|-------|-------|-----------|
| | | 3 | 5 | 7 | I_{THD} | 3 | 5 | 7 | V_{THD} |
| 1 | <i>Chiyoda</i> | 86.72 | 64.40 | 39.22 | 123.7 | 0.125 | 1.551 | 0.337 | 1.641 |
| 2 | <i>Focus</i> | 90.75 | 74.69 | 54.83 | 142.8 | 0.168 | 1.477 | 0.35 | 1.583 |
| 3 | <i>Milion</i> | 67.18 | 26.18 | 13.77 | 79.42 | 0.201 | 1.452 | 0.326 | 1.555 |
| 4 | <i>Optima</i> | 72.6 | 34.75 | 12.23 | 87.81 | 0.08 | 1.507 | 0.31 | 1.591 |

Tabel 5. Data harmonisa hasil pengukuran lampu hemat energi daya nyata nominal 20 watt

| No | Merek | Harmonisa Arus (%) | | | | Harmonisa Tegangan (%) | | | |
|----|----------------|--------------------|-------|-------|-----------|------------------------|-------|-------|-----------|
| | | 3 | 5 | 7 | I_{THD} | 3 | 5 | 7 | V_{THD} |
| 1 | <i>Chiyoda</i> | 87.89 | 67.46 | 43.57 | 129.6 | 0.077 | 1.551 | 0.382 | 1.64 |
| 2 | <i>Focus</i> | 88.72 | 69.48 | 46.97 | 132.3 | 0.162 | 1.481 | 0.261 | 1.57 |
| 3 | <i>Milion</i> | 60.5 | 18.44 | 17.77 | 71.2 | 0.043 | 1.506 | 0.23 | 1.561 |
| 4 | <i>Optima</i> | 79.12 | 47.57 | 19.26 | 100.9 | 0.081 | 1.571 | 0.259 | 1.664 |

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian harmonisa lampu hemat energi pada berbagai merek dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada 4 merek lampu hemat energi (*Chiyoda, Focus, Milion, Optima*) yang digunakan dalam penelitian dengan daya nyata nominal 8 watt, nilai total harmonisa distorsi tegangan pada masing-masing merek yakni: *Chiyoda*; 1,568%, *Focus*; 1,537%, *Milion*; 1,607% dan *Optima*; 1,566%, sedangkan nilai total harmonisa distorsi arus pada merek *Chiyoda*; 109,2%, *Focus*; 112,7%, *Milion*; 103,4% dan *Optima*; 96,3%.
2. Untuk daya nyata nominal 16 watt, nilai total harmonisa distorsi tegangan pada merek *Chiyoda*; 1,641%, *Focus*; 1,583%, *Milion*; 1,555% dan *Optima*; 1,591%, sedangkan nilai total harmonisa distorsi arus pada merek *Chiyoda*; 123,7%, *Focus*; 142,8%, *Milion*; 79,42% dan *Optima*; 87,81%.
3. Terakhir untuk daya nyata nominal 20 watt didapat bahwa nilai total harmonisa distorsi tegangan pada merek *Chiyoda*; 1,64%, *Focus*; 1,57%, *Milion*; 1,561% dan *Optima*; 1,664%, sedangkan nilai total harmonisa distorsi arus pada merek *Chiyoda*; 129,6%, *Focus*; 132,3%, *Milion*; 71,2% dan *Optima*; 100,9%.

REFERENSI

- [1] IEEE Standards Association. 519-1992., 1993., *Recommended Practices and Requirements for Harmonis Control in Electrical Power Systems*. New York: IEEE Press.
- [2] Jos Arrillaga, Smith, Neville RW., 1997., *Power System Harmonic pp:5-7*. Chichester: John Wiley & Sons.
- [3] R. Sastry Vedam, Mulukutla S. Sarma., 2009., *Power Quality Var Compensation in Power Systems pp:1*. CRC Press, New York.
- [4] Roger C. Dugan, Mark F. McGranaghan, H. Wayne Beaty., 2004., *Electrical Power System Quality pp:173*. McGraw-Hill.
- [5] Sunanda, Wahri., Rahman, Yuli A., 2011, *Watak Harmonik Beban Inverter Tiga Fase Tak Berbeban*, Jurnal Foristek Vol. 1 No. 1, Palu, Hal.16-21.
- [6] Sunanda, Wahri., 2012, *Aplikasi Filter Pasif pada Watak Harmonik pada Beban Inverter Tiga Fasa Tak Berbeban*, Jurnal Foristek Vol.1 No.3, Palu, Hal. 136-142.
- [7] Sunanda, Wahri., Gusa, Rika F., 2012, *Low Pass RC Filter Untuk Mengurangi Harmonisa pada Lampu Hemat Energi*, Jurnal Rekayasa Elektriika Vol.10 No.1, NAD, Hal. 5-9.