

ANALISIS PENGGUNAAN *BALLAST* ELEKTRONIK UNTUK PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK PADA BEBAN PENERANGAN

Suroso^{*)}, Winasis, and Satria Ardhi Permana

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Mayjend Sungkono KM 05 Blater, Purbalingga, Indonesia

^{*)} Email: suroso.te.unsoed@gmail.com

Abstrak

Lampu neon tabung masih banyak digunakan masyarakat umum meskipun telah diciptakan lampu neon kompak yang menggantikan lampu pijar. Lampu neon kompak memiliki efisiensi tinggi karena menggunakan *ballast* elektronik, sedangkan lampu neon tabung yang umum dipakai masih menggunakan *ballast* elektromagnetik. Makalah ini menganalisa tingkat penghematan yang didapatkan saat *ballast* elektromagnetik diganti dengan *ballast* elektronik pada beban penerangan lampu neon, khususnya untuk rangkaian lampu neon tabung 18 Watt dan 36 Watt di RSUD Saras Husada Purworejo. Analisa kedua jenis *ballast* meliputi perbandingan konsumsi daya, faktor daya, analisa segi ekonomis, tingkat pencahayaan, harmonisa, dan bentuk gelombang arus yang ditarik oleh beban lampu dari sumber listrik PLN. Dari data yang diperoleh didapatkan bahwa lampu neon dengan *ballast* elektronik konsumsi dayanya lebih rendah, faktor daya lebih tinggi, dan biaya listrik per bulannya lebih hemat dibandingkan dengan lampu neon yang memakai *ballast* elektromagnetik. Namun dari data pengukuran intensitas pencahayaan ditemukan terjadi penurunan kuat pencahayaan untuk lampu yang menggunakan ballast elektronik. Untuk data harmonisa arus yang ditarik dari sumber diperoleh bahwa lampu yang menggunakan ballast elektronik menarik arus dengan kandungan komponen harmonisa yang lebih tinggi dibandingkan dengan lampu dengan ballast elektromagnetik.

Kata kunci : energi listrik, efisiensi, ballast elektronik

Abstract

Fluorescent tube lamps are still widely used in spite of the compact fluorescent lamp has been introduced to replace the incandescent lamps. Compact fluorescent lamps use electronic ballast with higher efficiency, however many of the installed fluorescent tube lamps still use electromagnetic ballasts. This paper analyzes the level of savings obtained when the electromagnetic ballasts replaced by electronic ballasts in the fluorescent tube lamp circuits of 18 Watt and 36 Watt installed at Saras Husada Hospital Purworejo. Comparison analysis of both types of ballast was carried out, i.e. the ratio of power consumption, power factor, economic analysis, illumination levels, harmonics, and waveform. The results showed that the lamp with electronic ballasts have lower power consumption, better power factor, and cheaper in the electricity cost than the lamp with electromagnetic ballasts. However, a decrease in the level of illumination is found for the lamp with electronic ballast. In the case of harmonic contents of the current drawn from the power grid, the lamp with electronic ballast created a more distortion and harmonic contents of the current.

Keywords : electrical energy, efficiency, electronic ballasts

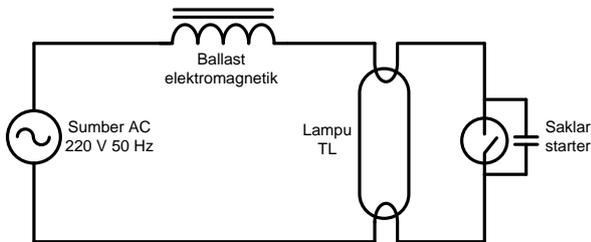
1. Pendahuluan

Lampu fluorescent bekerja berdasarkan pelepasan elektron secara terus menerus di dalam uap yang diionisasi yang dikombinasikan dengan fosfor yang dapat berpendar. Gas yang dipakai adalah merkuri atau natrium. Lampu fluorescent yang juga umum disebut lampu TL (*tube lamp*) biasanya dilengkapi dengan ballast dan starter yang fungsinya untuk membatasi aliran arus dan menyediakan tegangan transien yang sesuai untuk penyalakan katoda untuk proses ionisasi. Ballast dilihat dari prinsip kerjanya

ada dua jenis yaitu *ballast* elektromagnetik dan *ballast* elektronik. *Ballast* elektromagnetik bekerja atas dasar prinsip elektromagnetik dengan frekuensi kerja sama dengan frekuensi sumber listrik (50/60 Hz). *Ballast* elektronik umumnya bekerja dengan prinsip *resonant inverter* yang dilakukan dengan proses pensaklaran pada frekuensi tinggi [1-2].

Jenis ballast induktif yang beroperasi pada frekuensi saluran (50 Hz) mempunyai beberapa kekurangan seperti ukurannya yang besar serta berat karena terbuat dari inti

besi dengan kumparan tembaga yang mengelilinginya. Selain itu jenis ballast induktif juga mempunyai permasalahan dengan efisiensi yang rendah, keandalannya kurang, sulit untuk mengontrol luminous lampu, harus memakai starter, faktor daya yang rendah, distorsi harmonik yang besar, adanya resiko terjadinya gangguan arus lebih yang disebabkan oleh

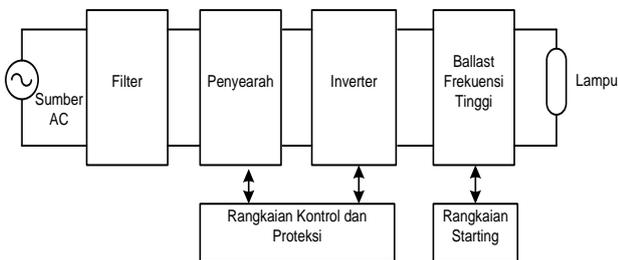


Gambar 1. Lampu TL dengan ballast elektromagnetik [5]

kejenuhan inti, dan adanya fenomena flicker karena frekuensi sumber tegangan yang rendah. Adanya flicker dan arus picu pada lampu fluorescent akan mengakibatkan umur lampu menjadi lebih pendek. Rendahnya efisiensi dan faktor daya dari ballast induktif serta distorsi harmonik yang besar akan mengakibatkan tidak efisiennya penggunaan energi listrik, sehingga pemakaian energi listrik menjadi boros [1], [3].

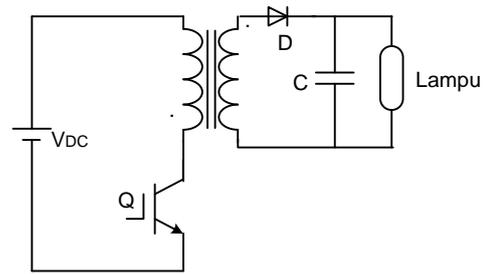
Sistem ballast elektronik terintegrasi dalam suatu kotak, dimana di dalamnya terdapat komponen-komponen elektronik yang terdiri dari beberapa blok yaitu [3-6]:

1. *Low pass filter*, membatasi distorsi harmonik, membatasi radiasi elektromagnetik, serta memproteksi komponen elektronik terhadap tegangan listrik yang tinggi.
2. Konverter AC/DC, berfungsi mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC.
3. Inverter, berfungsi mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC frekuensi tinggi.

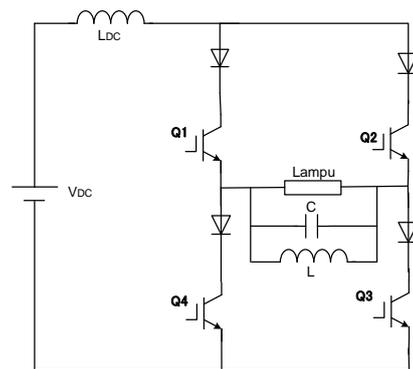


Gambar 2. Diagram lampu TL dengan ballast elektronik [5]

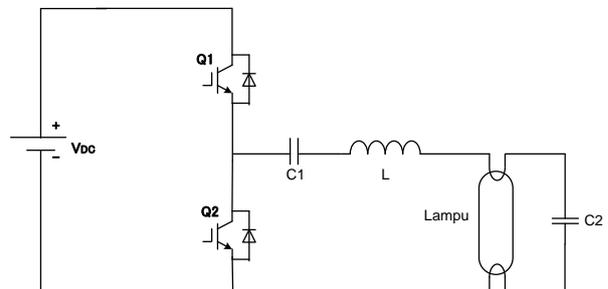
Secara umum pada *ballast* elektronik terdapat 3 macam tipe inverter yang sering digunakan yaitu flyback inverter, current-source inverter jenis resonans, dan voltage source inverter jenis resonans. Jenis inverter yang ketiga merupakan inverter yang paling banyak digunakan pada ballast elektronik. Contoh gambar dari masing-masing konfigurasi ditunjukkan pada gambar 3, gambar 4 dan gambar 5 [5], [6].



Gambar 3. Rangkaian flyback inverter [5]



Gambar 4. Rangkaian full-bridge current source inverter tipe resonans [5]



Gambar 5. Rangkaian half-bridge voltage source inverter tipe resonans [5]

Dalam Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia Nomor: 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik dan Nomor: 14 Tahun 2012 tentang Manajemen Energi, memuat tata cara pelaksanaan penghematan pemakaian tenaga listrik pada bangunan gedung BUMN, BUMD, dan BHMN melalui sistem tata cahaya dapat dilakukan dengan cara menggunakan *ballast* elektronik pada lampu TL (neon), dan mengatur daya listrik maksimum untuk pencahayaan (termasuk rugi-rugi *ballast*) sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) [7-9].

Rumah Sakit sebagai salah satu instansi pelayanan kesehatan yang melayani masyarakat selama 24 jam tentunya membutuhkan sistem penerangan yang memadai. Sistem pencahayaan di RSUD Saras Husada Purworejo menggunakan jenis lampu antara lain neon

tabung atau disebut juga lampu TL (*Tubular Luminaire*), dan lampu neon kompak atau disebut juga LHE (Lampu Hemat Energi). Namun lampu neon tabung masih banyak digunakan dikarenakan instalasi pencahayaan masih menggunakan instalasi lama. Sedangkan pada bangunan gedung-gedung baru telah menggunakan jenis lampu neon kompak.

Makalah ini akan mengkaji hasil pengukuran dan analisis penggunaan ballast elektronik untuk penghematan penggunaan energi listrik dengan sampel lokasi penelitian di RSUD Saras Husada Purworejo, Jawa Tengah.

2. Metode

2.1. Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Power Analyzer TES 3600
2. Osiloskop
3. Current probe
4. Luxmeter
5. Komputer
6. Alat pencatat

2.2. Bahan Pengujian

Bahan yang digunakan sebagai objek pengujian ini adalah sebagai berikut :

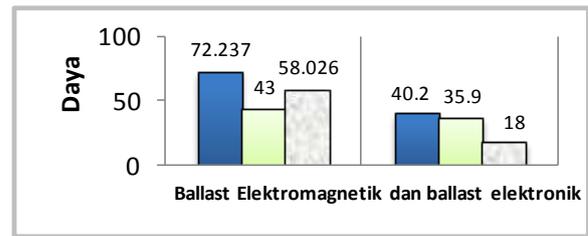
1. Ballast Elektromagnetik
Sample ballast elektromagnetik yang digunakan adalah sebuah ballast dengan daya 36 Watt dan sebuah ballast dengan daya 18 W, yang diambil dari RSUD Saras Husada Purworejo.
2. Ballast Elektronik
 Ballast elektronik yang digunakan adalah sebuah ballast dengan daya 36 Watt dan sebuah ballast dengan daya 18 W, yang diambil dari merk yang beredar di pasaran.
3. Lampu neon tabung yang digunakan pada pengujian ini adalah lampu tabung merk Philips dengan daya 18 Watt dan 36 Watt.
4. Starter untuk rangkaian lampu neon dengan ballast elektromagnetik.

3. Hasil dan Analisa

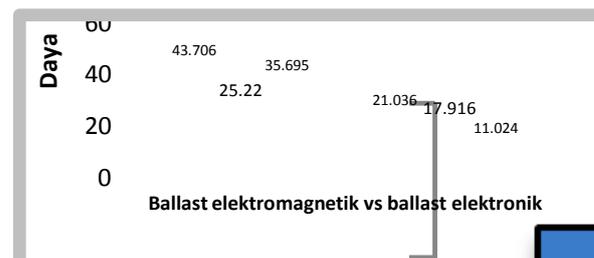
Pada bagian ini akan dibahas tentang perbandingan hasil pengukuran masing-masing *ballast* yang meliputi konsumsi daya, faktor daya, perhitungan penghematan dari segi ekonomis, tingkat pencahayaan, harmonisa total, dan bentuk gelombang arus dan tegangan.

3.1. Konsumsi Daya

Dari pengukuran rangkaian lampu neon dengan kedua jenis *ballast*, didapatkan perbandingan konsumsi daya yang ditampilkan pada gambar 6 dan gambar 7 berikut.



Gambar 6 Grafik perbandingan daya untuk lampu 36 Watt



Gambar 7. Grafik perbandingan daya untuk lampu 18 Watt

Dari gambar dapat dilihat bahwa tingkat konsumsi daya *ballast* elektronik lebih kecil dibandingkan *ballast* elektromagnetik untuk spesifikasi daya lampu yang sama. Pada *ballast* elektromagnetik terlihat besarnya daya semu yang dibutuhkan lebih banyak yang terkonsumsi menjadi daya reaktif karena pada *ballast* elektromagnetik terdapat komponen kumparan yang bersifat induktif. Sedangkan *ballast* elektronik telah menggunakan komponen ssaklar emikonduktor yang mampu menurunkan kebutuhan daya reaktif.

Dari data konsumsi daya aktif pada kedua *ballast* tersebut terlihat bahwa penggunaan *ballast* elektronik dapat menghemat konsumsi daya aktif dibandingkan *ballast* elektromagnetik. Daya aktif adalah daya yang terukur pada alat kWh meter, sehingga penurunan daya aktif yang terukur sama dengan penurunan biaya pembayaran listrik. Berikut ini adalah perhitungannya potensi penghematan daya aktif pada *ballast* elektronik dibanding *ballast* elektromagnetik yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan konsumsi daya

Spesifikasi Daya	Daya aktif terukur		Penghematan daya
	Ballast Elektromagnetik	Ballast Elektronik	
36 Watt	43 Watt	35,9 Watt	28,96%
18 Watt	25,2 Watt	17,9 Watt	16,5%

Konsumsi daya rangkaian berhubungan dengan faktor daya, sumber tegangan, dan tingkat konsumsi arusnya. Untuk tingkat penggunaan arus dari tiap rangkaian lampu neon dengan kedua jenis *ballast* dan tingkat penurunannya dapat dilihat pada tabel 2, dan besarnya sumber tegangan saat percobaan ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 2. Perbandingan arus

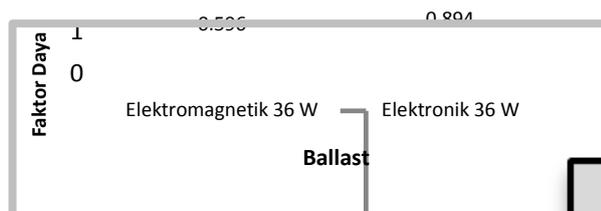
Spesifikasi Daya	Arus rata-rata terukur (Ampere)		Persentase perbedaan
	Ballast Elektromagnetik	Ballast Elektronik	
36 Watt	0,332 A	0,185 A	45,65%
18 Watt	0,202 A	0,097 A	52 %

Tabel 3 Perbandingan tegangan

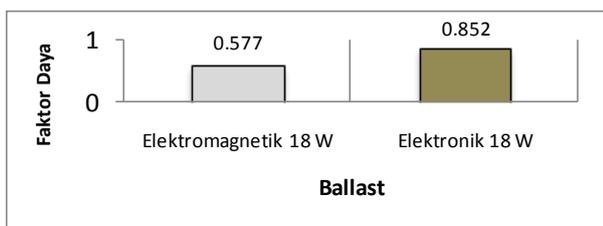
Spesifikasi Daya	Tegangan rata-rata terukur (Volt)	
	Ballast Elektromagnetik	Ballast Elektronik
36 Watt	217.63 V	217.67 V
18 Watt	216.18 V	216.22 V

3.2. Faktor Daya

Faktor daya merupakan parameter yang menunjukkan tingkat efisiensi perbandingan antara daya aktif yang diserap oleh beban dengan daya nyata yang dikirimkan oleh sumber dalam rangkaian listrik arus bolak-balik. Gambar 8 dan 9 menunjukkan nilai faktor daya yang didapatkan dari pengukuran pada kedua jenis *ballast*.



Gambar 8. Perbandingan faktor daya untuk lampu 36 Watt



Gambar 9. Perbandingan faktor daya untuk lampu 18 Watt

Dari gambar tersebut terlihat bahwa *ballast* elektronik memiliki faktor daya yang lebih baik dibandingkan dengan *ballast* elektromagnetik. Hal ini dikarenakan pada *ballast* elektronik terdapat rangkaian *Power Factor Correction* (PFC). Sedangkan faktor daya yang rendah pada *ballast* elektromagnetik disebabkan karena sifat induktif dari *ballast* tersebut yang menyebabkan kebutuhan daya reaktif menjadi lebih tinggi. Untuk analisa hal ini bisa dilihat pada pengukuran daya semu dan daya aktif pada *ballast* elektromagnetik 36 W dan 18 W.

Dengan diketahuinya nilai daya aktif dan daya semu, maka dapat dihitung besarnya faktor daya tiap *ballast*.

Berikut perhitungan faktor daya pada *ballast* elektromagnetik dan *ballast* elektronik 36 Watt.

- *Ballast* Elektromagnetik 36 Watt dengan daya aktif terukur 43 Watt dan daya semu terukur 72 VA, maka dapat dihitung faktor dayanya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Faktor daya} &= P / S \\ &= 43 \text{ Watt} / 72 \text{ VA} \\ &= 0,597 \end{aligned}$$

- *Ballast* Elektronik 36 Watt dengan daya aktif terukur 35 Watt dan daya semu terukur 40 VA, maka dapat dihitung faktor dayanya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Faktor daya} &= P / S \\ &= 35 \text{ Watt} / 40 \text{ VA} \\ &= 0,875 \end{aligned}$$

Terlihat dari hasil perhitungan bahwa faktor daya pada *ballast* elektronik 36 W lebih baik daripada *ballast* elektromagnetik 36 W.

Berikut perhitungan faktor daya pada *ballast* elektromagnetik dan *ballast* elektronik 18 Watt.

- *Ballast* Elektromagnetik 18 Watt dengan daya aktif terukur 25,2 Watt dan daya semu terukur 43,7 VA, maka dapat dihitung faktor dayanya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Faktor daya} &= P / S \\ &= 25,2 \text{ Watt} / 43,7 \text{ VA} \\ &= 0,576 \end{aligned}$$

- *Ballast* Elektronik 18 Watt dengan daya aktif terukur 17,9 Watt dan daya semu terukur 21 VA, maka dapat dihitung faktor dayanya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Faktor daya} &= P / S \\ &= 17,9 \text{ Watt} / 21 \text{ VA} \\ &= 0,852 \end{aligned}$$

Terlihat dari hasil perhitungan bahwa faktor daya pada *ballast* elektronik 18 W lebih baik daripada *ballast* elektromagnetik 18 W. Dapat disimpulkan bahwa secara pengukuran maupun perhitungan, faktor daya dari lampu neon tabung yang menggunakan *ballast* elektronik lebih baik dibanding dengan *ballast* elektromagnetik.

3.3. Analisa Segi Ekonomis

Pada analisa ini akan dibahas perhitungan penghematan penggunaan *ballast* elektronik dari segi ekonomis. Perhitungan biaya yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk dapat memberikan nilai perbandingan keuntungan biaya antara kedua jenis *ballast* lampu neon yang diteliti. Perhitungan dilakukan dengan melihat besarnya konsumsi energi yang digunakan baik pada *ballast* elektromagnetik maupun *ballast* elektronik. Konsumsi energi listrik tersebut yang selanjutnya akan dikonversi dalam bentuk rupiah dan pada analisa ini dilihat biaya listrik yang dibayarkan dalam satu bulan.

RSUD Saras Husada Purworejo merupakan pelanggan listrik kategori S2/TR dengan daya 197.000 VA, termasuk

dalam batas daya 3500 VA sampai dengan 200 kVA dengan tarif reguler Rp. 900,- untuk tiap kWh sesuai peraturan Menteri ESDM Nomor 30 Tahun 2012.

Terdapat lampu neon tabung daya 36 W dengan jumlah 113 dan lampu neon tabung daya 18 W dengan jumlah 814 dengan asumsi penggunaan lampu tersebut selama 7 jam dalam satu hari. Maka berikut ini perhitungan biaya energi listrik yang digunakan lampu neon tabung dengan masing-masing *ballast* :

• *Ballast Elektromagnetik 36 Watt*

Pada pengukuran didapatkan bahwa besarnya daya aktif rata-rata dari *ballast* elektromagnetik 36 Watt sebesar 43 Watt. Maka didapatkan besarnya konsumsi energi listrik dalam sehari adalah :

$$\text{kWh per hari} = (\text{Daya aktif} \times \text{Jumlah} \times \text{Lama pemakaian}) / 1000$$

$$= (43 \text{ Watt} \times 113 \times 7 \text{ jam}) / 1000$$

$$= 34,013 \text{ kWh}$$

Jika diasumsikan dalam satu bulan terdapat tiga puluh hari maka didapatkan besarnya konsumsi energi listrik dalam satu bulan sebesar :

$$\text{kWh per bulan} = \text{kWh per hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 34,013 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 1.020,39 \text{ kWh}$$

Selanjutnya besarnya konsumsi energi listrik dalam sebulan tersebut dikonversi dalam bentuk biaya listrik dalam satu bulan sehingga didapatkan besarnya biaya listrik dalam satu bulan, yaitu :

$$\text{Biaya listrik per bulan} = \text{kWh per bulan} \times \text{Biaya per kWh}$$

$$= 1.020,39 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 900,-$$

$$= \text{Rp. } 918.351,-$$

• *Ballast Elektronik 36 Watt*

Dari pengukuran didapatkan bahwa besarnya daya aktif rata-rata dari *ballast* elektronik 36 Watt sebesar 35,9 Watt. Maka besarnya konsumsi energi listrik dalam sehari adalah :

$$\text{kWh per hari} = (\text{Daya aktif} \times \text{Jumlah lampu} \times \text{Lama pemakaian}) / 1000$$

$$= (35,9 \text{ Watt} \times 113 \times 7 \text{ jam}) / 1000$$

$$= 28,397 \text{ kWh}$$

Jika diasumsikan dalam satu bulan terdapat tiga puluh hari maka didapatkan besarnya konsumsi energi listrik dalam satu bulan sebesar :

$$\text{kWh per bulan} = \text{kWh per hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 28,397 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 851,91 \text{ kWh}$$

Selanjutnya besarnya konsumsi energi listrik dalam sebulan tersebut dikonversi dalam bentuk biaya listrik dalam satu bulan sehingga didapatkan besarnya biaya listrik dalam satu bulan, yaitu :

$$\text{Biaya listrik per bulan} = \text{kWh per bulan} \times \text{Biaya per kWh}$$

$$= 851,91 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 900,-$$

$$= \text{Rp. } 766.719,-$$

• *Ballast Elektromagnetik 18 Watt*

Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa besarnya daya aktif rata-rata dari *ballast* elektromagnetik 18 Watt sebesar 25,2 Watt. Maka didapatkan besarnya konsumsi energi listrik dalam sehari adalah :

$$\text{kWh per hari} = (\text{Daya aktif} \times \text{Jumlah} \times \text{Lama pemakaian}) / 1000$$

$$= (25,2 \text{ Watt} \times 814 \times 7 \text{ jam}) / 1000$$

$$= 143,6 \text{ kWh}$$

Jika diasumsikan dalam satu bulan terdapat tiga puluh hari maka didapatkan besarnya konsumsi energi listrik dalam satu bulan sebesar :

$$\text{kWh per bulan} = \text{kWh per hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 143,6 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 4.308 \text{ kWh}$$

Selanjutnya besarnya konsumsi energi listrik dalam sebulan tersebut dikonversi dalam bentuk biaya listrik dalam satu bulan sehingga didapatkan besarnya biaya listrik dalam satu bulan, yaitu :

$$\text{Biaya listrik per bulan} = \text{kWh per bulan} \times \text{Biaya per kWh}$$

$$= 4308 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 900,-$$

$$= \text{Rp. } 3.877.200,-$$

• *Ballast Elektronik 18 Watt*

Pada pengukuran didapatkan besarnya daya aktif rata-rata dari *ballast* elektronik 36 Watt sebesar 17,9 Watt. Maka besarnya konsumsi energi listrik dalam sehari adalah :

$$\text{kWh per hari} = (\text{Daya aktif} \times \text{Jumlah} \times \text{Lama pemakaian}) / 1000$$

$$= (17,9 \text{ Watt} \times 814 \times 7 \text{ jam}) / 1000$$

$$= 102 \text{ kWh}$$

Jika diasumsikan dalam satu bulan terdapat tiga puluh hari maka didapatkan besarnya konsumsi energi listrik dalam satu bulan sebesar :

$$\text{kWh per bulan} = \text{kWh per hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 102 \text{ kWh} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 3.060 \text{ kWh}$$

Selanjutnya besarnya konsumsi energi listrik dalam sebulan tersebut dikonversi dalam bentuk biaya listrik dalam satu bulan sehingga besarnya biaya listrik dalam satu bulan yaitu:

$$\text{Biaya listrik per bulan} = \text{kWh per bulan} \times \text{Biaya per kWh}$$

$$= 3060 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 900,-$$

$$= \text{Rp. } 2.754.000,-$$

Perbandingan biaya energi listrik lampu neon tabung yang menggunakan *ballast* elektromagnetik dan yang menggunakan *ballast* elektronik dapat dilihat pada tabel 4.

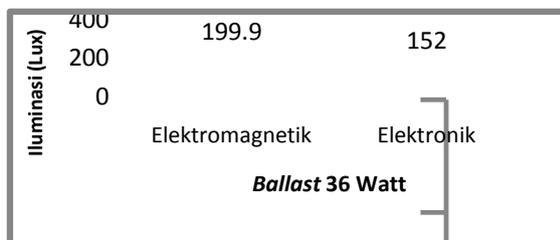
Tabel 4. Tingkat penghematan biaya penggunaan energi listrik

Spesifikasi Daya	Biaya penggunaan energi listrik		Penghematan Biaya
	<i>Ballast</i> Elektromagnetik	<i>Ballast</i> Elektronik	
36 Watt	Rp. 918.351,-	Rp. 766.719,-	16,5%
18 Watt	Rp. 3.877.200,-	Rp. 2.754.000,-	28,9%

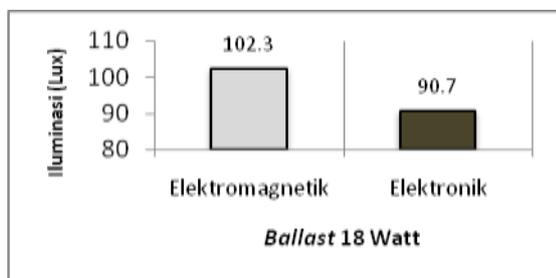
Dari tabel diatas terlihat bahwa rangkaian lampu neon tabung dengan *ballast* elektronik membutuhkan biaya listrik per bulan lebih kecil dibandingkan dengan *ballast* elektromagnetik. Hal ini dapat dilihat sebagai potensi penghematan energi listrik pada sistem pencahayaan yang dilakukan dengan mengganti *ballast* elektromagnetik dengan *ballast* elektronik.

3.4. Tingkat Pencahayaan

Pengukuran tingkat pencahayaan dilakukan untuk melihat kinerja masing-masing *ballast* terhadap keluaran cahaya dari lampu neon tabung. Dari pengukuran menggunakan luxmeter pada jarak 1 meter dari lampu neon dengan masing-masing *ballast*, didapatkan rata-rata hasil pengukuran tingkat pencahayaan yang perbandingannya dapat dilihat pada gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Perbandingan kuat pencahayaan lampu neon 36 Watt



Gambar 11. Perbandingan kuat pencahayaan lampu neon 18 Watt

Dari gambar dapat dilihat bahwa lampu neon tabung yang menggunakan *ballast* elektronik tingkat keluaran cahayanya lebih rendah dibanding menggunakan *ballast* elektromagnetik. Berikut merupakan perhitungan penurunan tingkat pencahayaan lampu neon tabung seperti yang ditampilkan pada tabel 5.

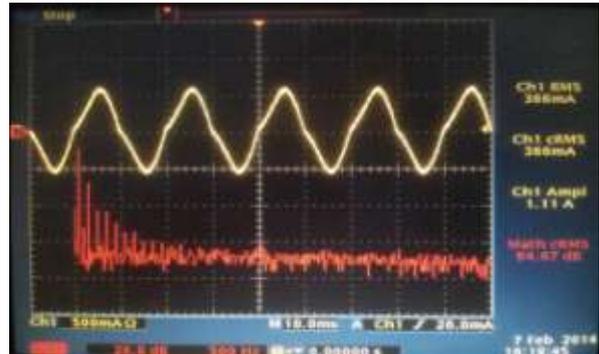
Tabel 2. Perbandingan kuat pencahayaan

Spesifikasi Daya	Kuat pencahayaan terukur (lux)		Tingkat Penurunan
	Ballast Elektromagnetik	Ballast Elektronik	
36 Watt	200	152	24 %
18 Watt	102,3	90,7	11,34 %

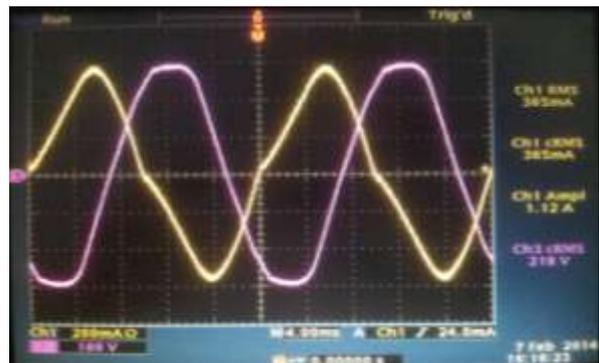
3.5. Kandungan Harminosa Arus

Pada pengukuran dengan *oscilloscope* didapatkan data berupa gambar bentuk gelombang tegangan dan arus dari masing-masing *ballast* yang dapat dilihat pada gambar berikut ini :

- *Ballast* elektromagnetik

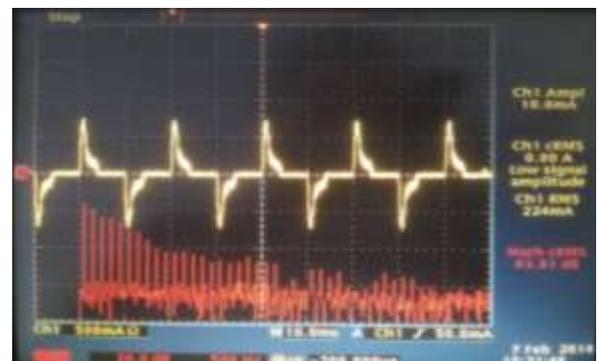


Gambar 12 Bentuk gelombang arus untuk ballast elektromagnetik 36 Watt dan spektrum harmonisanya

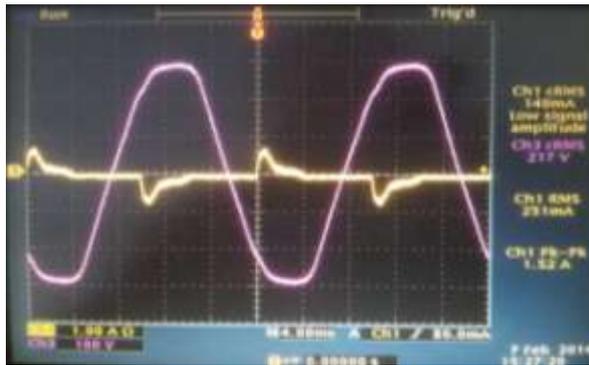


Gambar 13 Bentuk gelombang arus dan tegangan untuk ballast elektromagnetik 36 Watt

- *Ballast* elektronik



Gambar 14 Bentuk gelombang arus untuk ballast elektromagnetik 18 Watt dan spektrum harmonisanya



Gambar 15. Bentuk gelombang arus dan tegangan untuk ballast elektronik 36 Watt

Dari gambar dapat dilihat perbandingan bentuk gelombang arus dan tegangan pada ballast elektromagnetik dan ballast elektronik. Gelombang tegangan dari semua ballast lebih mendekati bentuk sinusoidal yang merupakan tegangan jala-jala listrik, sedangkan bentuk gelombang arusnya bervariasi. Pada ballast jenis elektromagnetik bentuk arusnya tidak lagi sinusoidal tetapi lebih ke bentuk mendekati segitiga, sedang pada ballast jenis elektronik bentuk gelombang arusnya lebih jauh dari sinusoidal (distorsinya lebih tinggi).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsumsi daya pada lampu dengan ballast elektronik lebih rendah daripada ballast elektromagnetik.
2. Faktor daya pada lampu dengan ballast elektronik lebih baik dan memenuhi standar faktor daya yang ditetapkan PLN yaitu 0,85 dibanding ballast elektromagnetik.

3. Terjadi penurunan kuat pencahayaan pada lampu neon dengan ballast elektronik dibanding ballast elektromagnetik.
4. Ditinjau dari segi ekonomis, biaya listrik per bulan untuk lampu dengan ballast elektronik lebih hemat dibanding ballast elektromagnetik.
5. Bentuk gelombang arus pada lampu dengan ballast elektronik mengandung komponen harmonisa yang lebih besar dibanding lampu dengan ballast elektromagnetik.

Referensi

- [1]. Firmansyah, E., F.D. Wijaya, H.N. Pradana dan Y.S. Wijoyo. *Analisis Unjuk Kerja Ballast Elektronik Dalam Implementasi Efisiensi Energi*. Prosiding PPI Standarisasi. Yogyakarta. 2011: 238-247.
- [2]. Supriyono, I Nyoman Wahyu Setiawan. Peningkatan Kinerja Lampu TL pada Catu Daya dengan Regulasi Tegangan Buruk. *Jurnal Teknik Elektro*. 2005. Vol. 5. Nomor 2: 59-66.
- [3]. Moo, C.S. Electronic ballast for operating fluorescent lamps over wide temperature range. *IEE Proceedings Electric Power Applications*. 2003. vol 150. issue. 2: 153-157.
- [4]. Nan Chen. A Driving Technology for Retrofit LED Lamp for Fluorescent Lighting Fixtures With Electronic Ballasts. *IEEE Transactions on Power Electronics*. 2011 vol. 26. Issue 2: 588 – 601.
- [5]. M. Rashid. *Power Electronics Handbook*. Academic Press: 565-591.
- [6]. <http://elektronika-elektronika.blogspot.com/2007/06/ballast.html>
- [7]. *Peraturan Menteri ESDM Nomor 14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi*. Jakarta. Kementrian ESDM. 2012
- [8]. Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-6197-2000.. *Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan*. Jakarta. SNI. 2000.
- [9]. Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-6575-2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung*. Jakarta. SNI. 2001.