

Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik untuk Pencahayaan di Ruang Laboratorium Listrik dengan LHE

Eko Widiarto

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
E-mail : ewidiarto8@gmail.com

Abstrak

Penggunaan lampu hemat energi (LHE) pada suatu bangunan, adalah untuk memberikan pencahayaan buatan pada suatu bangunan baik pada siang hari maupun pada malam hari. Selain dari itu untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik.

Dalam penelitian ini dibahas mengenai seberapa besar peningkatan efisiensi energi listriknya, jika di ruangan laboratorium listrik sumber pencahayaan yang semula menggunakan luminaire V. Shape 2 x TL 58W, diganti dengan LHE 45W. Jalannya penelitian diawali dengan pengukuran kondisi existing, tingkat pencahayaan di ruang laboratorium, pengujian kinerja luminaire dengan menggunakan satu sampel dan pengujian kinerja LHE (menggunakan 5 sampel merk berbeda), dan perancangan sistem pencahayaan di ruang laboratorium listrik dengan menggunakan LHE.

Setelah dilakukan penelitian konsumsi daya kondisi existing adalah 3136W, jika menggunakan LHE konsumsi dayanya 668 W ada penghematan sebesar 2468 W atau 79%, sedang pemakaian energi listrik pertahun sebesar 4.892,28 KWh, jika menerapkan LHE pemakaian energinya 1.043 KWh, ada penghematan sebesar 3849 KWh per tahun atau 79 %.

Kata kunci : efisiensi energi, lampu hemat energi

Abstract

Application of energy saving lamp (LHE) on a bulding is to provide artificial lighting in a bulding both during the day or at night. aside from that to increase the efficient use of electrical energy.

This study discussed about how much electrical energy efficiency improvements, if in laboratory room. lighting in a laboratory that originally using luminaires V shape 2 x TL 58 W , replaced with 45W LHE. Research begins with existing measurements, the level of lighting in the laboratory. Testing the performance of LHE (using 5 sampels of different brands). And design system of electric lighting in electrical laboratory of using LHE.

Power consumption doing research measured is 3.136 W, if using LHE, power consumption of 668 W. There is a savings of 2.468 W, or 79%. While the use of electrical energy anual of 4.892 KWh, if applying LHE 1.043 KWh of energy usage. There is a saving anual of 3848 KWh or 79%.

Key words : energy efficiency, energy saving lamp

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan Lampu Hemat Energi (LHE) pada suatu bangunan, adalah untuk memberikan pencahayaan buatan baik pada siang hari maupun pada malam hari. Disamping itu yang lebih penting dengan menggunakan LHE dapat menghemat energi listrik dan biaya serta ramah lingkungan.

Permasalahan yang ada di laboratorium listrik dengan ukuran ruang panjang 15 m lebar 10m serta tinggi 5 m, intensitas cahayanya < 300 lux, masih memakai sistem pencahayaan buatan yang menggunakan sumber cahaya dari luminer V shape 2 x TL 58W sebanyak 24 buah,

menggunakan Trafo ballast Philips Type BTA 58 L 31, PF <0,5 sehingga pemakaian listriknya boros, karena faktor dayanya sangat rendah.

Untuk melaksanakan program konversi energi, maka diperlukan efisiensi penggunaan energi listrik pada semua sistem termasuk pada sistem pencahayaan. Seiring dengan program penghematan energi, maka sekarang banyak dipasarkan beberapa jenis lampu flouresen yang menggunakan ballast elektronik atau Compact Fluorescent Lamp (CFL) atau lampu hemat energi (LHE), dengan berbagai merek. Untuk itu maka perlu dilakukan penelitian seberapa besar peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik yang digunakan pada sistem pencahayaan di ruang laboratorium listrik, jika sumber cahaya

buatan menggunakan lampu hemat energi (LHE).

Penelitian ini membahas mengenai peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik, yang diperoleh akibat penggantian lumener V shape dengan LHE. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan sistem pencahayaan di laboratorium listrik di Politeknik Negeri Semarang yaitu:

- Mengurangi konsumsi daya pada sistem pencahayaan di laboratorium listrik
- Menurunkan jumlah energi yang dipakai untuk sistem pencahayaan di laboratorium listrik
- Menghemat biaya pemakaian energi listrik

1.2 Landasan Teori

Tingkat efisiensi energi listrik didasarkan pada tenaga listrik yang dapat dimanfaatkan konsumen dibanding dengan tenaga listrik yang masuk pada konsumen. Tingkat hemat energi pada LHE dinyatakan dengan Efikasi. Pada LHE Efikasi menyatakan perbandingan antara Flux luminous dalam (lumen) yang dihasilkan terhadap kebutuhan daya (watt). Penelitian tentang penggunaan LHE dan efisiensi pencahayaan pada banyak ditulis dalam tesis dan jurnal antara lain: Haryono (2005) melakukan penelitian tentang studi perbandingan antara lampu hemat energi (LHE) dan lampu tabung datar, ditinjau dari segi distribusi tingkat pencahayaan (lux), efikasi, tegangan operasi minimal dan harmonisa arus, menyatakan LHE lebih efisien penggunaan energi listriknya dibanding lampu tabung datar dengan balast induktor [1].

1.2.1 Tingkat Pencahayaan Rata-Rata (E)

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Yang dimaksud dengan bidang kerja ialah bidang horisontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan. Tingkat pencahayaan rata-rata E_{avr} (lux), dapat dihitung dengan persamaan :

$$E_{avr} = \frac{I \times N \times UF \times LLF}{A} \quad (1)$$

Dengan :

E_{avr} = Tingkat pencahayaan rata-rata (Lux)

I = Intensitas sumber cahaya (Lumen)

N = Jumlah sumber cahaya

UF = Faktor utilisasi, Faktor penggunaan

diperoleh dari tabel peralatan yang digunakan

LLF = Faktor rugi cahaya, Faktor kehilangan cahaya disebabkan oleh penurunan cahaya dari lampu yang sudah lama atau penumpukan kotoran pada lampu

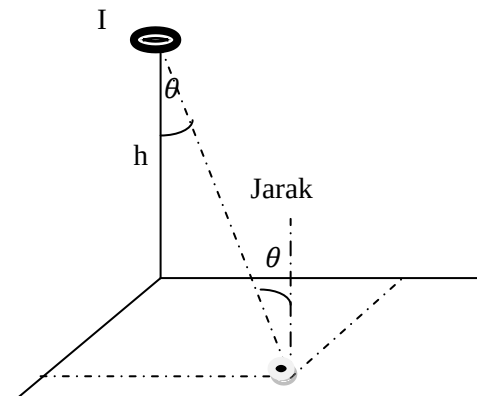
A = Luas ruangan (m^2)

1.2.2 Tingkat Pencahayaan Oleh Sebuah Luminaire

Tingkat pencahayaan oleh komponen cahaya langsung pada suatu titik, pada bidang kerja dari sebuah sumber cahaya, dapat dianggap sebagai suatu sumber cahaya titik. dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$E = \frac{I}{d^2} \cos \theta \quad (2)$$

atau
$$E = \frac{I}{h^2} \cos^3 \theta \quad (3)$$



Gambar 1 Sumber Cahaya Langsung Berupa Titik Lampu

I = Intensitas cahaya pada sumber (lumen)

E = Kuat penerangan dititik E pada sudut θ (Lux)

d = Jarak lumener dengan bidang kerja (m)

θ = Sudut antara sumber cahaya dengan titik bidang kerja

1.2.3 Efikasi / Efisiensi Lampu

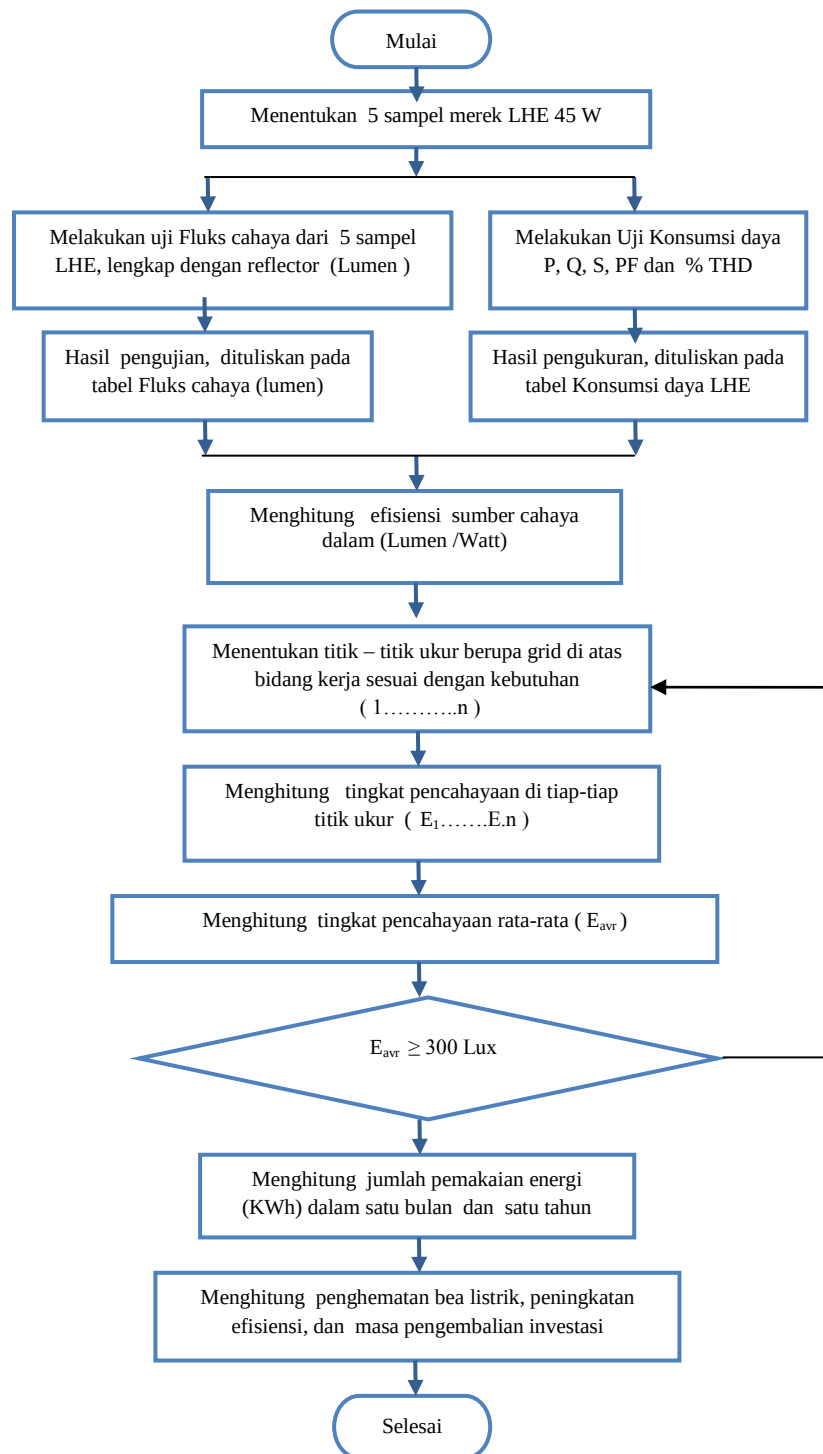
Efisiensi lampu atau yang disebut juga efikasi luminous, menunjukkan efisiensi lampu dari pengalihan energi listrik ke cahaya dan dinyatakan dalam lumen per watt (lumen/watt). Banyaknya cahaya yang dihasilkan oleh suatu lampu disebut Fluks luminous dengan satuan lumen. Efikasi luminous lampu akan turun dengan bertambahnya daya lampu. Rugi-rugi balast harus ikut diperhitungkan dalam menentukan efisiensi sistem lampu (daya lampu ditambah rugi-rugi balast).

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan dilakukan dua tahapan yaitu:

a. Pengujian pada kondisi eksisting, pada tahapan ini akan dilakukan pengukuran tingkat pencahayaan di ruang laboratorium, dan kinerja lampu TL (menggunakan 1 sampel TL yang terpasang di langit-langit ruang laboratorium listrik).

b. Perencanaan, yaitu merancang sistem pencahayaan dengan LHE untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik, pada tahapan ini akan dilakukan mulai dari pengujian kinerja LHE (sebanyak 5 sampel dengan daya listrik sama merek berbeda), menentukan peletakan titik-titik dan jumlah lampu, menghitung konsumsi daya, efisiensi serta aspek ekonomi, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.

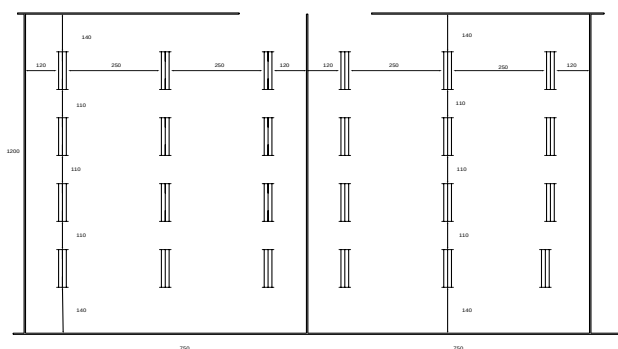


Gambar 2 Flowchart Perencanaan Pencahayaan dengan LHE

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian pada Kondisi Eksisting

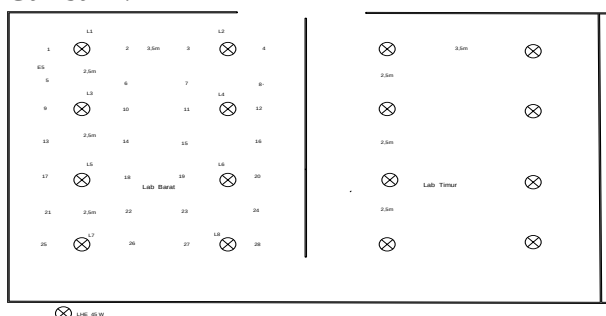
Hasil pengukuran eksisting pada malam hari ternyata tingkat pencahayaan rata-rata di ruang laboratorium 215 lux, sedang pada siang hari tingkat pencahayaan di dekat jendela mencapai > 300, setengah luas ruangan yang jauh dari jendela sekitar 40 Lux sampai 70 lux sehingga 50% dari lampu TL harus dinyalakan agar tingkat pencahayaan mencapai 300 Lux. Karena tujuan dari penelitian ini akan mencari tingkat efisiensi jika system pencahayaan digunakan LHE, maka tingkat pencahayaan untuk ruang laboratorium perlu mengacu pada standar yaitu minimal adalah 300 lux.



Gambar 3 Tata Letak Lampu di Ruang Laboratorium Listrik dengan Menggunakan Luminer 2xTL 58W

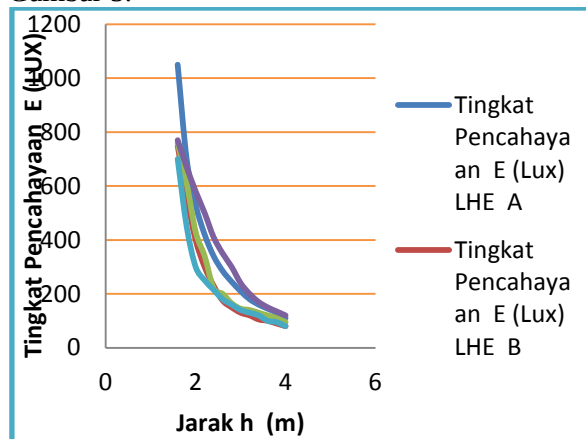
3.2 Perancangan Pencahayaan dengan Menggunakan LHE

Perencanaan penataan pencahayaan di ruang laboratorium perlu mempertimbangkan aspek teknik, estetika, dan aspek ekonomi. Pemilihan jenis lumener serta lampu, konsumsi daya lampu, Efikasi, termasuk faktor harmonik yang ditimbulkan oleh lampu LHE merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan pencahayaan. Hasil perancangan penataan titik lampu LHE diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Tata Letak Lampu Menggantung 1m dari Langit-Langit dengan Menggunakan LHE 45W

Pada pengujian intensitas cahaya pada LHE dimaksudkan untuk melihat seberapa besar fluks cahaya atau cahaya yang dipancarkan oleh luminaire. Dalam pengujian ini menggunakan 5 sampel merek LHE yang berbeda dengan daya masing-masing 45 W. Hasil pemetaan tingkat pencahayaan dari 5 LHE diperlihatkan pada Gambar 5.

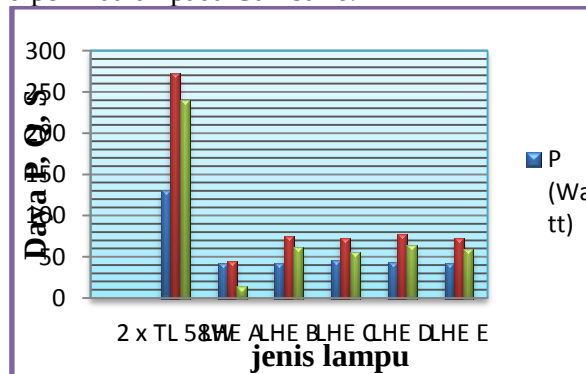


Gambar 5 Tingkat Pencahayaan E (lux) terhadap Jarak h (m) antara Luminaire dan Bidang Kerja

Dari hasil pemetaan tingkat pencahayaan dari 5 sampel LHE, dapat terlihat tingkat pencahayaan yang paling kuat diperoleh dari LHE –A, yaitu pada jarak (h) = 2 m, tingkat pencahayaan (E) = 530 lux.

3.4 Pengukuran Konsumsi Daya LHE

Pada pengujian konsumsi daya 5 buah sampel LHE dimaksudkan untuk mengetahui daya yang dikonsumsi oleh masing-masing LHE serta faktor dayanya. Dalam pengujian ini digunakan Power meter Schneider seri PM 800. Adapun data hasil pengukuran konsumsi daya LHE diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Konsumsi Daya 2xTL 58 W dan 5 Merek LHE 45 W

3.5 Pengujian Tingkat Efikasi LHE

Pengujian tingkat efikasi, dimaksudkan untuk melihat efisiensi LHE. Hasil dari pengujian tingkat efikasi diperlihatkan pada Tabel 1.

Tingkat efikasi dari keenam lampu yang diuji, untuk lampu 2X58W mempunyai tingkat efikasi yang terkecil yang berkisar 7,70 Lm / W, sedang pada LHE tingkat efikasinya berkisar antara 35 sampai 48 Lm/W, tingkat efikasi tertinggi dari kelima adalah LHE – A.

3.6 Menghitung Tingkat Pencahayaan

Dalam perencanaan sistem pencahayaan yang menggunakan banyak lampu, untuk menghasilkan tingkat pencahayaan yang merata perlu dilakukan perhitungan tingkat pencahayaan di tiap-tiap titik bidang kerja yang dianggap perlu. Karena setiap titik bidang kerja akan mendapatkan pencahayaan dari sejumlah luminaire yang terpasang di ruang tersebut. Oleh karena itu maka perlu dilakukan perhitungan seberapa besar tingkat pencahayaan yang disebabkan oleh setiap luminaire yang terpasang di ruang tersebut. Dengan menggunakan persamaan 2 diperoleh hasil yang diperlihatkan pada Tabel 2.

Dari perhitungan tingkat pencahayaan pada titik 1 sampai 5 sebesar antara 343 sampai lux 412 lux, ini menunjukkan bahwa kuat penerangan rata-rata di bidang kerja adalah > 300 Lux, sesuai standar SNI, untuk tingkat pencahayaan di ruang laboratorium.

Hasil yang diperoleh dari perhitungan ada perbedaan antara menggunakan LHE dengan luminer V shape 2xTL58W terutama pada tingkat pencahayaan, ini disebabkan karena menyesuaikan daya lampu yang ada dipasaran, yaitu 45W.

3.7 Biaya Pemakaian Listrik

Biaya pemakaian listrik mengacu Perpres RI Nomor 8 Tahun 2011, tentang tarif tenaga listrik yang disediakan oleh PT PLN (Persero). Pada golongan tarif untuk keperluan kantor pemerintah pada tegangan menengah dengan daya > 200 KVA pada golongan (P-2/ TM) dengan tarif sebesar 750 Rp/KWH.

Jika dalam sehari nyala sekitar 8 jam, dalam satu minggu 40 jam, sebulan 160 jam, dengan faktor pemakaian 80% , maka penyalaan lampu dalam sebulan adalah:

Pemakaian dalam sebulan = 160 jam x 0,8 = 128 jam, biaya pemakaian listriknya ditunjukkan pada Tabel 3.

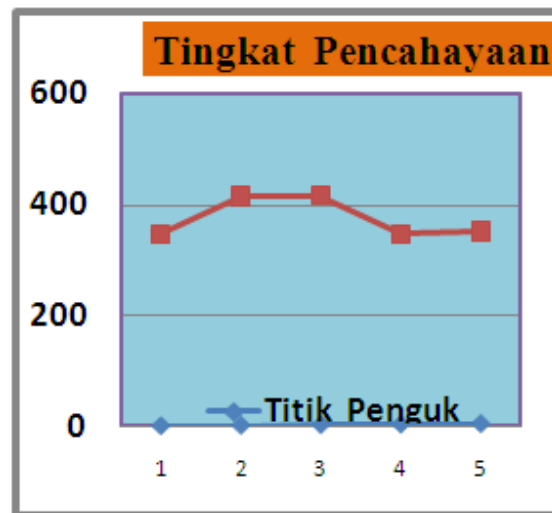
Biaya pemakaian listrik jika diakumulasi selama satu tahun untuk sistem pencahayaan dengan menggunakan Luminaire V Shave 2 x TL 58 W sebesar Rp 3. 612.764,- (tiga juta enam ratus dua belas ribu tujuh ratus enam puluh empat rupiah). Yang paling murah adalah dengan menggunakan LHE merek A biaya pemakaian listrik selama satu tahun sebesar Rp. 770.457,- (tujuh ratus tujuh puluh ribu empat ratus lima puluh tujuh rupiah).

TABEL 1
TINGKAT EFIKASI PADA LAMPU TL 2x 58 W DAN LHE 45 W

No	Jenis Lampu	V (Volt)	I (Amp)	PF	P (Watt)	Φ (Lumen)	Efikasi (Lm/W)
1	2 x TL 58W	220	1.24	0.479	130.67	1000.00	7.70
2	LHE. A	220	0.2	0.95	41.80	2,001.00	47.87
3	LHE. B	220	0.34	0.57	42.64	1,381.41	32.40
4	LHE. C	220	0.33	0.634	46.03	1,546.57	33.60
5	LHE. D	220	0.35	0.564	43.43	1958.554	45.10
6	LHE. E	220	0.33	0.535	42.11	1,330.45	34.25

TABEL 2
HASIL PERHITUNGAN TINGKAT PENCAHAYAAN
DI TITIK UKUR 1

No.Lp	Ttk ukur	r	R	Cos ø	FFL total	Tkt pech. E (Lux)
1	1	1.0	3.2	0.95	0.8	151.8
2	1	3.5	4.6	0.65	0.8	49.0
3	1	2.7	4.0	0.74	0.8	73.3
4	1	5.1	6.0	0.50	0.8	22.7
5	1	5.1	5.9	0.51	0.8	23.2
6	1	6.7	7.4	0.41	0.8	12.0
7	1	7.6	8.1	0.37	0.8	8.9
8	1	8.7	9.3	0.32	0.8	6.1
						347.0



Gambar 7 Grafik Tingkat Pencahayaan di
5 Titik Pengukuran pada Bidang Kerja

TABEL 3
BIAYA PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK

No	Jenis lampu	Banyak	P (Watt)	Jam/bl	P Total (W)	Energi (KWh)	Rp /KWh	Bia Pemk /bl	Bia Pemak /th
1	2x TL 58 W	24	130.67	128	3136.08	401.41824	750	301063.68	3612764.16
2	LHE. A	16	41.8	128	668.8	85.6064	750	64204.8	770457.6
3	LHE. B	16	42.64	128	682.8	87.3984	750	65548.8	786585.6
4	LHE. C	16	46.03	128	736.45	94.2656	750	70699.2	848390.4
5	LHE. D	16	43.43	128	694.85	88.9408	750	66705.6	800467.2
6	LHE. E	16	42.11	128	673.73	86.23744	750	64678.08	776136.96

IV. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik pada sistem pencahayaan di laboratorium listrik Politeknik Negeri Semarang didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Jumlah energi listrik pertahun dengan menggunakan lampu TL sebesar 4.892,28 KWh, Jika menggunakan LHE 1.043 KWh. Ada penghematan sebesar 3849 KWh per tahun atau 79 %.
- Biaya pemakaian energi pertahun dapat dihemat dari Rp 3.612.764,- menjadi Rp 770.457,- ada penghematan dalam biaya pemakaian energi listrik pertahun sebesar Rp. 2.842.307.
- Dengan investasi Rp. 6.200.000,-, pada tahun ketiga sudah ada keuntungan sebesar Rp. 1.445.950.

4.2 Saran

- Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada sistem pencahayaan sebaiknya menggunakan LHE yang mempunyai kualifikasi yang baik, yaitu Fluks luminous, Efikasi, PF yang tinggi dan THD yang rendah.
- Untuk mempertahankan efisiensi pencahayaan, perlu adanya perawatan periodik pada lumener.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryono, "Studi tentang Perbandingan antara Lampu Hemat Energi dan Lampu Tabung Datar ditinjau dari Distribusi Tingkat Pencahayaan dan Efikasi", Undip, Semarang, 2005.