

LAMPU LED SEBAGAI ALTERNATIF PENGHEMAT ENERGI LISTRIK RUMAH TANGGA

M. Saleh Al Amin*, Emidiana*

**Dosen Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI, Jalan Lorong Gotong, 11
Ulu, Kec. Seberang Ulu II, Kota Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia*

**email : salehamin@univpgri-palembang.ac.id*

ABSTRAK

Energi listrik merupakan energi primer yang sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia, seperti untuk keperluan rumah tangga. Tetapi kenyataannya perkembangan kebutuhan energi listrik sudah melampaui produksi energi listrik, sehingga terjadi kekurangan energi listrik, yang mengakibatkan terjadinya kenaikan tarif energi listrik, dan terhambatnya pemasangan energi listrik konsumen yang baru. Oleh karena itu, harus dilakukan berbagai penghematan energi listrik oleh konsumen, salah satunya adalah dengan menggunakan lampu hemat energi. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan 3 jenis lampu dengan cara pengukuran dan perhitungan. Dari hasil penelitian didapat bahwa lampu yang paling hemat energi adalah lampu LED dengan kuat penerangan 108 Lux, sedangkan lampu SL 51,48 Lux, dan lampu pijar 12,15 Lux dengan penggunaan daya yang sama yaitu 5 Watt

Kata kunci : penerangan, hemat energi, lampu LED

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi primer yang sangat dibutuhkan untuk menunjang kehidupan manusia, seperti untuk keperluan rumah tangga, komersial dan industri. Pada saat ini perkembangan sistem kelistrikan sangat pesat sekali, yang harus diiringi dengan pembangunan sumber-sumber kelistrikan yang baru untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan energi listrik dan produksi energi listrik. Tetapi kenyataannya perkembangan kebutuhan energi listrik sudah melampaui produksi energi listrik, sehingga terjadi kekurangan energi listrik, yang mengakibatkan terjadinya kenaikan tarif energi listrik. Untuk itu dilakukanlah penelitian ini, dengan mencari sistem penerangan alternatif yang dapat menghemat penggunaan energi listrik, tetapi mempunyai fungsi dan kualitas yang tetap dipertahankan. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana menentukan:

- 1) daya terpakai dari 3 jenis lampu, yaitu lampu pijar, lampu pendar dan lampu LED,
- 2) kuat penerangan dari lampu pijar, lampu pendar dan lampu LED,
- 3) lampu mana yang paling hemat diantara ketiga lampu tersebut

1.1. Daya dan energi listrik

1.1.1. Daya Listrik

Daya Listrik didefinisikan sebagai energi yang dikeluarkan atau kerja yang dilakukan setiap detik oleh arus dalam 1 Ampere pada tegangan 1 Volt.

A. Daya Sesaat

Daya sesaat pada sebuah rangkaian adalah daya yang terjadi waktu tertentu, pada saat suatu komponen mempunyai nilai tegangan dan arus yang mengalir padanya di waktu tersebut, ditulis (Ramdhani, 2008 : 269):

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \text{ Watt} \quad \dots\dots\dots (\text{pers. 1})$$

Jika komponen pada rangkaian adalah R, daya tsb dapat dinyatakan sebagai:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = i^2(t) R = \frac{v^2 t}{R} \dots\dots\dots (\text{pers. 2})$$

Jika komponen pada rangkaian adalah induktor L, daya tsb dapat dinyatakan sebagai :

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = L i(t) \frac{di(t)}{dt} = \frac{1}{L} v(t) \int_{-\infty}^t v(t) dt \dots\dots\dots (\text{pers. 3})$$

Jika komponen pada rangkaian adalah kapasitor C, daya tsb dapat dinyatakan sebagai (Susanthi, 2016 : 82):

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = C v(t) \frac{dv(t)}{dt} = \frac{1}{C} i(t) \int_{-\infty}^t i(t) dt \dots\dots\dots (\text{pers. 4})$$

B. Daya Rata-rata

Daya rata-rata adalah daya yang dihasilkan sebagai integral dari fungsi periodik waktu terhadap keseluruhan range waktu tertentu dibagi periodenya sendiri.

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} V_m I_m [\cos \theta - \cos(2\omega t + \theta)] dt$$

$$P = \frac{1}{4\pi} V_m I_m \left[\int_0^{2\pi} \cos \theta dt - \int_0^{2\pi} \cos(2t + \theta) dt \right]$$

$$P = \frac{1}{2} V_m I_m \cos \theta$$

$$P = V_{eff} I_{eff} \cos \theta \dots\dots\dots (\text{pers. 5})$$

C. Daya Kompleks

Daya Kompleks = S + P + jQ

1. Daya Aktif (P)

Daya aktif adalah daya yang yang digunakan untuk melakukan energi sebenarnya. Misalnya energi cahaya, energi gerak, energi panas dll

$$P = V_{eff} I_{eff} \cos \varphi \quad (\text{Watt}) \dots\dots\dots (\text{pers. 6})$$

2. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah daya yang digunakan dalam pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet.

$$Q = V_{eff} I_{eff} \cdot \sin \varphi \quad (\text{VAR}) \dots\dots\dots (\text{pers. 7})$$

3. Daya Nyata (S)

Daya nyata (Apparent Power) adalah hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif.

$$S = V_{eff} I_{eff} \dots\dots\dots (\text{pers. 8})$$

1.1.1. Energi Listrik

Energi listrik didefinisikan sebagai laju penggunaan daya listrik dikalikan dengan selama waktu tersebut, dengan persamaan sbb :

$$E = P \cdot t \dots\dots\dots (\text{pers. 9})$$

Keterangan:

E = Energi (Joule) atau Wattjam/Watthour (Wh)

P = Daya (Watt) (Cekdin, 2013 : 7)

1.2. Sistem Penerangan Buatan

Sistem penerangan buatan yang dimaksud adalah sistem penerangan di dalam suatu ruangan atau gedung yang sumber cahayanya adalah lampu listrik, yang tidak terdapat ventilasi cahaya alami, atau diasumsikan pada malam hari. Untuk sistem penerangan buatan, harus sesuai standar, agar menghasilkan kualitas penerangan yang baik, yang memberikan keamanan, kenyamanan dan visualisasi yang sempurna (Al Amin, 2020)

1.2.1. Besaran Sistem Penerangan Buatan

A. Sudut Ruang

Sudut ruang adalah : sudut pada ruang yang dibatasi oleh permukaan bola dengan titik sudutnya. Besarnya sudut ruang dinyatakan dengan steradian (sr)

1 steradian adalah besarnya sudut yang terpancang pada titik pusat bola oleh permukaan bola seluas kuadrat jari-jari bola (Muhaimin, 2001 : 5)

$$\frac{\text{Luas kulit bola}}{\text{Kuadrat jari-jari}} = \frac{4\pi R^2}{R^2} 4\pi \text{ steradian} \dots\dots\dots (\text{pers. 10})$$

B. Arus Cahaya (Fluks Cahaya)

Aliran rata-rata energi cahaya adalah arus cahaya atau fluks cahaya (F). Arus cahaya adalah: jumlah total cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya setiap detik

$$\text{Arus cahaya} = \Phi = Q/t \dots\dots\dots (\text{pers. 11})$$

Keterangan : Φ = Arus cahaya / Fluks cahaya (lumen)
 Q = energi cahaya (lm.detik)
 T = waktu (detik) (Muhaimin, 2001 : 6)

C. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah : arus cahaya (fluks cahaya) dalam lumen yang diemisikan pada setiap sudut ruang (pada arah tertentu) oleh suatu sumber cahaya. Intensitas cahaya dapat dinyatakan sebagai perbandingan diferensial arus cahaya (lm) dengan diferensial sudut ruang (sr). (Muhaimin, 2001 : 8)

$$I = d\Phi/d\omega \text{ lm/sr (cd)} \dots\dots\dots (\text{pers. 12})$$

D. Light-Loss Factor, Faktor Kehilangan Cahaya (LLF).

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan, didenifisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru. Untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0,8 (Adiputra, 2017)

E. Kuat Penerangan / Intensitas Penerangan

Kuat penerangan (E) adalah pernyataan kuantitatif untuk arus cahaya (Φ) yang menimpa atau sampai pada permukaan bidang.

Besarnya kuat penerangan ini dibutuhkan pada suatu ruangan, ditentukan dengan persamaan berikut :

$$E = \frac{(N).(\phi).(LLF).(CU).(n).(4)}{(A).(t)} \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan :
 - **E** : kuat penerangan, Lux
 - **N** : jumlah lumener

- ϕ : fluks total lampu, Lumen
- n : adalah jumlah lampu dalam satu armature.
- A : Luasan area yang diterangi, m²
- t : tinggi lampu terhadap benda kerja, m
- LLF: Light Loss Factor
- Cu : Coefisien of Utilization

F. Luminansi

Luminansi adalah nilai kuantitatif jumlah cahaya yang dipantulkan oleh suatu permukaan pada arah tertentu. Luminansi suatu permukaan ditentukan oleh kuat penerangan dan kemampuan suatu permukaan untuk memantulkan cahaya (faktor refleksi / reflektasi)

$$L = I/A_s \dots\dots\dots (pers. 14)$$

Keterangan:

- L = Luminansi ($\frac{cd}{m^2}$)
- I = Intensitas cahaya (cd)
- As = Luas permukaan (m²)

G. Faktor-faktor

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas penerangan antara lain : faktor pemeliharaan, faktor absorpsi, faktor refleksi, serta koefisien pemakaian.

1) Faktor pemeliharaan = $\frac{\text{kuat penerangan normal pada instalasi lama}}{\text{kuat penerangan normal pada instalasi baru}}$

Faktor pemeliharaan berkisar antara 0,4 – 0,8

2) Faktor absorpsi = $\frac{\text{fluks cahaya bersih setelah absorpsi}}{\text{fluks cahaya total yang dipancarkan sumber}}$

Faktor absorpsi berkisar antara 0,5 – 1, tergantung bersih tidaknya kondisi udara.

3) Faktor refleksi = $\frac{\text{fluks cahaya yang dipantulkan}}{\text{fluks cahaya yang sampai pada permukaan}}$

4) Koefisien pemakaian = $\frac{\text{fluks cahaya yang sampai pada bidang kerja}}{\text{fluks cahaya total dari sumber cahaya}}$

1.2.2. Jenis-jenis Lampu

Tingkat penerangan yang baik merupakan salah satu faktor untuk memberikan suatu kondisi penglihatan yang baik karena penerangan dapat mempengaruhi dalam melihat obyek-obyek. Apabila tingkat penerangannya cukup bagus maka obyek akan terlihat secara jelas dan cepat dalam mencarinya tanpa menimbulkan kesalahan berarti. (Boby Guntur Adiputra, 2017)

A. Lampu Pijar

Lampu Incandecent atau yang biasa disebut lampu pijar adalah jenis lampu yang cahayanya bersumber dari kawat pijar tipis yang dipanaskan.

B. Lampu Berpendar (Lampu Neon/TL/SL/PL)

Lampu pendar adalah salah satu jenis lampu lucutan gas yang menggunakan daya listrik untuk eksitasi uap raksa. Uap raksa yang ter-eksitasi itu kemudian menghasilkan gelombang cahaya ultraungu, yang pada gilirannya menyebabkan lapisan fosfor berpendar dan menghasilkan cahaya kasat mata.

C. Lampu Neon Kompak (Compact Fluorescent Lights)

Lampu neon kompak memiliki ciri yang hampir sama dengan lampu pijar, yaitu bentuk, ukuran, serta pancaran cahayanya. Berbeda dengan lampu pijar yang memanfaatkan energi panas, lampu neon kompak membutuhkan tenaga elektrik untuk menyalakannya. Selain itu, lampu jenis ini bisa bertahan hingga tujuh kali lebih lama dari lampu pijar.

D. HID (High Intensity Discharge)

Lampu HID memiliki pancaran cahaya yang sangat terang. Bahkan, daya tahannya mampu mencapai hingga 20 ribu jam. Sayangnya, jenis lampu ini memancarkan radiasi UV yang cukup besar. Saat digunakan, dibutuhkan filter yang berfungsi untuk menyaring radiasi.

E. Halogen

Lampu halogen dibuat dari campuran bahan gas mulia dan sedikit gas halogen, yang digunakan untuk mengisi bagian dalam bola lampu. Lampu halogen terdiri dari tiga bagian utama yaitu : tabung lampu, filamen dan penyokong filamen.

F. Hybrid Halogen CFL

Lampu ini merupakan kombinasi dari lampu CFL, halogen dan pijar. Cahayanya lebih terang dan lebih tahan lama. Untuk keperluan rumah tangga sehari-hari, lampu ini lebih aman jika dibandingkan dengan lampu HID dan 8 kali lebih tahan lama jika dibandingkan dengan lampu pijar.

G. LED

Lampu LED tersedia dengan bermacam warna seperti putih, kuning, biru dan jika dibandingkan dengan lampu pijar, lampu ini tidak terlalu panas sehingga ruangan juga tidak menjadi terlalu panas.

2. METODE PENELITIAN**2.1. Langkah penelitian**

1. Membuat kit penelitian, yang digunakan untuk ketiga jenis lampu
2. Mengukur tegangan masuk
3. Mengukur daya terpakai
4. Mengukur kuat penerangan
5. Menentukan kuat penerangan masing-masing lampu
 - hasil pengukuran
 - hasil perhitungan

2.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas PGRI Palembang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat pengukuran, jarak antara lampu dengan alat ukur = 20 cm = 0,2 m.
Luas area yang diberikan cahaya = 15 cm x 15 cm = 225 cm² = 0.0225 m²

Tabel 1

Hasil pengukuran dan perhitungan kuat penerangan

No.	Kuat Penerangan (E)		Jenis Lampu
	Hasil Pengukuran (Lux)	Hasil Perhitungan (Lux)	
1	99,6	108	Lampu LED
2	39,2	51,48	Lampu SL
3	12	12,15	Lampu Pijar

Dari Tabel 1 dapat dianalisis sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan dan pengukuran, dengan daya yang sama, lampu LED mempunyai nilai kuat penerangan yang paling tinggi.
2. Untuk lampu LED, terjadi penyimpangan dalam pengukuran sebesar 8,4 Lux, atau sebesar 7,78 %.
3. Untuk lampu SL, terjadi penyimpangan dalam pengukuran sebesar 12,28 Lux, atau sebesar 23,85 %.
4. Untuk lampu Pijar, terjadi penyimpangan dalam pengukuran sebesar 0,15 Lux, atau sebesar 1,23 %.

Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa lampu LED mempunyai penyimpangan yang relative kecil, dibawah 10 %, dan menghasilkan kuat cahaya yang paling besar. Lampu SL mempunyai penyimpangan yang paling besar yaitu diatas 10 %, tetapi menghasilkan kuat cahaya yang sedang. Untuk lampu pijar mempunyai penyimpangan yang paling kecil, tetapi menghasilkan kuat cahaya yang paling rendah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Lampu LED menghasilkan kuat penerangan yang paling tinggi dari ketiga jenis lampu tersebut, dengan penyimpangan pengukuran masih baik, di bawah 10 %.
2. Lampu SL menghasilkan kuat cahaya yang sedang, tetapi penyimpangannya paling tinggi yaitu sebesar 23,85%.
3. Lampu Pijar menghasilkan kuat cahaya yang paling rendah, tetapi penyimpangannya paling rendah yaitu sebesar 1,23%.
4. Lampu LED merupakan lampu yang paling baik dan ekonomis, karena dengan penggunaan daya listrik yang sama dengan lampu jenis lain, nilai kuat penerangannya yang paling tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, M. Saleh, Emidiana Emidiana, and Nita Nurdiana. "Evaluasi Kesilauan Lampu Penerangan Lapangan Stadion Bumi Sriwijaya terhadap Kuat Penerangan Lampu Eksisting." *Jurnal Ampere* 5.1 (2020): 41-47.
- Boby Guntur Adiputra, Gunawan Madyono, "Analisis Intensitas Cahaya Pada Area Produksi Terhadap Keselamatan Dan Kenyamanan Kerja Sesuai Dengan Standar Pencahayaan (Studi Kasus Di PT. Lendis Cipta Media Jaya)", *Jurnal OPSI*, Vol 10, No. 2, Desember 2017
- Adib Chumaidy, "Analisa Perbandingan Penggunaan Lampu TL, CFL Dan Lampu LED (Studi Kasus Pada Apartemen X)", *Jurnal Sinusoida*, Vol XIX No. 1, 2017

Jimy Harto Saputro, Tejo Sukmadi, and Karnoto, “Analisa Penggunaan Lampu LED Pada Penerangan Dalam Rumah”, Jurnal Transmisi, Vol 15 No. 1, 2013

Yohana Susanthi, Agus prijono, “Rangkaian Listrik Lanjut”, Penerbit Alfabeta Bandung, 2016

Cekmas Cekdin, Taufik Barlian, “Rangkaian Listrik”, Penerbit Andi Yogyakarta, 2013

Drs. Muslimin, MT, ”Teknologi Pencahayaan”, PT Refika Aditama, 2001

Mohamad Ramdhani, ”Rangkaian Listrik”, Penerbit Erlangga, Jakarta, 2008

Dickson Kho, Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya, teknikelektronika.com, <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja/> diunduh 27 november 2020

Happy Amanda Amalia <https://www.beritasatu.com/happy-amanda-amalia/kesehatan/554432/paparan-cahaya-led-dapat-merusak-mata> diunduh 27 November 2020

<https://direktorilistrik.blogspot.com/2014/02/penyebab-faktor-daya-rendah.html>