

ANALISA PEMAKAIAN JENIS DAYA LAMPU LED TERHADAP ENERGI DAN EFISIENSI BIAYA DI RUMAH SUSUN SEWA USTJ

A. Muid Fabanyo¹, Tanwir¹, Usman Tahir¹

¹Dosen Program Studi Teknik Elektro
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
Email : tanwir@ustj-jayapura.ac.id

ABSTRAK

Konsumsi energi listrik di Rumah Susun Sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura mengalami peningkatan setiap tahunnya dengan rata-rata pembayaran pertahun Rp. 44.997.300, sehingga perlu dilakukan perhitungan ulang konsumsi energi listrik guna mengetahui apakah konsumsi energi listriknya masih hemat dan efisien atau tidak. Setelah dilakukan perhitungan konsumsi energi listrik, kemudian mencari alternatif peluang untuk penghematannya. Untuk maksud inilah perlu dilaksanakan kegiatan konservasi energi listrik di Rumah Susun Sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Konservasi energi meliputi analisa energi dan manajemen energi pada saat perencanaan, pengoperasian dan pengawasan dalam pemanfaatan energi. Analisa energi listrik diawali dengan pengumpulan data di Rumah Susun Sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Kemudian menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik selama 12 bulan terakhir dari data rekening listrik yang ada di Rumah susun sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Dilanjutkan pengukuran tingkat pencahayaan di setiap ruangan. Dari hasil perhitungan besarnya intensitas konsumsi energi IKE 147.90 kWh/m^2 akan diketahui tingkat efisiensi konsumsi energi listrik pada Rumah Susun Sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik di Rumah Susun Sewa Universitas Sains dan Teknologi Jayapura di sektor penerangan atau pencahayaan dapat dilakukan dengan mengganti daya lampuyang ada di setiap ruangan, dimana daya lampu tersebut penggunaannya melewati batas standar tingkat pencahayaan sesuai fungsi ruangan, dengan menggunakan lampu LED 18 Watt biaya menurun menjadi Rp. 32.726.940 pertahun sehingga disarankan dalam pemakaian menggunakan Lampu LED (Light Emitting Diode)

Kata kunci : Analisa energi listrik, Rumah susun sewa. Intensitas Konsumsi Energi

ABSTRACT

In Jayapura University of Science and Technology Rental Flats, electrical energy consumption increases yearly with an average annual payment of Rp. 44,997,300, so it is necessary to recalculate electrical energy consumption to determine whether it is still economical and efficient. After calculating electrical energy consumption, look for alternative opportunities to save it. For this purpose, it is necessary to conduct electrical energy conservation activities in Rental Flats at the Jayapura University of Science and Technology. Energy conservation

includes energy analysis and management during energy utilization planning, operation, and supervision. Electrical energy analysis begins with data collection at the Jayapura University of Science and Technology Rental Flats. Then, calculate the electricity consumption intensity (IKE) for 12 the last month from data on electricity bills in flats for rent at Jayapura University of Science and Technology. Continue measuring the level of lighting in each room. From the results of the calculation of the energy consumption intensity of IKE 147.90 kWh/m², it will be known the level of efficiency of electricity consumption in the Flats for Rent at the Jayapura University of Science and Technology. Increasing the efficiency of electrical energy consumption in the Jayapura University of Science and Technology Rental Flats in the lighting sector can be done by replacing the existing lamp power in each room, where the lamp power is used beyond the standard lighting level according to the function of the room, by using 18 Watt LED lights. It decreased to IDR 32,726,940 per year, so it is recommended to use LED (Light Emitting Diode) lamps.

Keywords : *Electrical energy analysis, rental flats. Energy Consumption Intensity*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dewasa ini, energi listrik memegang peranan penting dan kebutuhannya meningkat dalam menunjang pembangunan di Indonesia. Sebaliknya energi yang tersedia sangat terbatas, maka dibutuhkan efisiensi [1] penggunaan energi pada semua sistem yang membutuhkan energi listrik. Ketersediaan akan energi saat ini sangat penting seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju dan memerlukan aktivitas yang semakin meningkat. Energi untuk penerangan baik untuk dirumah tangga, industri dan jalan membutuhkan lampu yang hemat energi, seiring dengan kebutuhan energi listrik saat ini, banyak jenis lampu yang dibuat oleh pabrik. Jenis lampu hemat energi dan fluorescent banyak digunakan dimasyarakat untuk penerangan. Kebutuhan untuk penerangan masyarakat dapat memilih jenis lampu yang disenangi sesuai kebutuhannya, sebab jenis lampu yang beredar saat ini telah dibuat dan diproduksi dengan berbagai merk sesuai pabrik pembuatnya.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian terhadap lampu Led [2], Fluorescent, lampu Hemat Energi dengan cara mengubah-ubah sumber tegangan lalu kemudian mengukur arus, sudut fasa dan luminansi serta memberi keterangan sampai di posisi tegangan mana lampu dapat bertahan. Salah satu langkah untuk menghemat penggunaan energi listrik adalah mengurangi pemakaian energi listrik yang digunakan untuk penerangan, sebab 50% beban listrik di Indonesia adalah lampu penerangan. Pengurangan pemakaian energi listrik untuk penerangan dapat dilakukan dengan cara

penggunaan lampu hemat energi baik ditingkat rumah tangga, komersial atau bisnis maupun disektor industri, (PT.PLN Persero.2002). Analisa Pemakaian Lampu LED [3] Terhadap Energi dan Efisiensi Biaya di PT. Total Bangun Persada Dan Analisa Ekonomi Penggunaan Energi Listrik Untuk Penerangan

Penelitian hanya menghitung efisiensi biaya yang dihasilkan oleh lampu led. Analisa daya lampu [4] menggunakan faktor cahaya rugi 0,7-0,8 untuk mengkompensasi faktor cahaya dengan jenis beban jumlah lampu dalam 1 titik. Analisa di lakukan pada pemakaian lampu Led dan pemanfaatan biaya serta energi listrik dengan pemanfaatan pencahayaan yang baik.

2. METODE PENELITIAN

Listrik merupakan salah satu energi yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan tidak dapat dipisahkan. Hal ini disebabkan karena hampir sebagian kebutuhan manusia yang berupa peralatan menggunakan listrik sebagai energinya. Sebut saja kipas angin, televisi, charger, mesin cuci, dan bahkan komputer, energi daya listrik merupakan dua istilah yang berbeda, namun keduanya memiliki kaitan satu sama lain. Menurut teorinya, energi listrik adalah energi yang ditimbulkan oleh muatan listrik (statis) sehingga mengakibatkan gerakan muatan listrik (dinamis), sedangkan daya listrik termasuk energi juga, namun didefinisikan sebagai energi listrik yang digunakan dalam satu satuan waktu.

Energi listrik merupakan salah satu faktor pendukung penting bagi kehidupan manusia karena banyak sekali peralatan yang biasa kita

gunakan menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Pengukuran energi listrik merupakan suatu aktivitas untuk mengetahui seberapa besar jumlah energi listrik yang digunakan. Terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengukuran energi listrik.

Pada dasarnya, usaha penyediaan tenaga listrik sama dengan usaha lainnya. Perusahaan listrik meminjam uang dari pasar uang untuk melakukan investasi. Ia menjual jasa kepada masyarakat dan perlu memperoleh keuntungan guna dapat menarik modal tambahan untuk memenuhi permintaan baru. Ia juga harus memiliki apa yang dimakan "hubungan masyarakat". Istilah perusahaan listrik dipergunakan baik untuk usaha yang dilaksanakan oleh pihak swasta penuh, maupun usaha-usaha ketenagalistrikan yang dimiliki atau diusahakan oleh pemerintah.

Bilamana perusahaan listrik swasta pada umumnya harus swadaya, yaitu dapat memenuhi semua biaya sendiri dan membuat laba guna membayar dividen kepada para pemegang saham. Pada perusahaan listrik milik negara ada kemungkinan adanya subsidi yang ditanggung oleh pemerintah.

Terdapat beberapa perbedaan penting antara perusahaan listrik dan usaha-usaha "biasa" lainnya. Perusahaan listrik pada dasarnya memiliki kewajiban melayani semua permintaan akan jasa ketenagalistrikan. Perusahaan listrik kebanyakan terdiri atas tiga bagian, yaitu pembangkitan, transmisi, dan distribusi. Bagian distribusi merupakan suatu monopoli alam sedangkan pada bagian-bagian pembangkit dan transmisi adakemungkinan terdapat unsur-unsur persaingan satu sama lain, tergantung dari perundang-undangan yang berlaku.

Kemudian terdapat unsur regulasi yang sangat ketat dari pemerintah yang mengatur sektor ketenagalistrikan. Salah satu objek dasar pada regulasi adalah mengatur keuntungan perusahaan listrik. Pada umumnya dipakai prinsip bahwa perusahaan listrik boleh memperoleh suatu keuntungan yang wajar [5] atas usahanya. Objek regulasi yang juga penting adalah bahwa mutu jasa yang diberikan oleh perusahaan listrik perlu memiliki standar-standar tertentu. Dengan mutu jasa dimaksud adalah keberlanjutan jasa dan pengaturan frekuensi serta tegangan.

Di dalam mengatur diperolehnya suatu keuntungan yang wajar oleh perusahaan listrik, penghasilannya harus cukup baik agar dapat menarik modal baru sehingga dapat dilakukan perluasan instalasi kelistrikan bila beban di

wilayah kerja meningkat. Terdapat beberapa konsep guna menentukan suatu tarif dasar, diantaranya biaya awal, nilai buku, investasi yang wajar, biaya produksi, dan kemungkinan perkembangan di waktu mendatang.

2.1 Energi Listrik.

Energi listrik didefinisikan sebagai kemampuan suatu benda/alat untuk melakukan kerja atau usaha. Sedangkan energi listrik adalah energi yang ditimbulkan oleh muatan listrik (statis) sehingga mengakibatkan gerakan muatan listrik (dinamis). Dalam teorinya dicontohkan yaitu beda potensial (tegangan) menimbulkan (membutuhkan) energi untuk menggerakkan muatan elektron dari titik potensial rendah menuju titik potensial tinggi. Energi listrik berasal dari muatan listrik yang menyebabkan medan listrik statis atau gerak elektron dalam konduktor (pengantar listrik). Energi listrik dinamis dapat diubah menjadi energi lain dengan tiga komponen dasar, sesuai dengan sifat arus listriknya.

Apabila dalam sebuah rangkaian diberi potensial V sehingga menyebabkan aliran muatan listrik Q dan arus sebesar I , maka energi listrik yang diperlukan adalah:

$$W = Q \times V \dots\dots\dots (1.)$$

Dengan $Q = I \times t$ maka rumus energi listrik dapat pula ditulis : $Q = V \times I \times t$

dimana :

- W = Energi listrik dengan satuan Joule (J)
- Q = Muatan listrik dengan satuan Coulomb (C)
- V = Beda potensial dengan satuan volt (V)
- I = Kuat arus dengan satuan Ampere (A)
- t = Waktu dengan satuan Second (s)

W merupakan energi listrik dalam satuan Joule. Dimana diketahui bahwa 1 Joule adalah energi yang diperlukan untuk memindahkan muatan sebesar 1 Coulomb (6.24×10^{18} muatan), dengan beda potensial sebesar 1 volt.

Tarif Listrik di Indonesia terutama merupakan Tarif Dasar Listrik (TDL) PT Perusahaan Listrik Negara (Persero). Tarif yang mutakhir adalah Tarif Dasar Listrik 1998, disingkat TDL 1994. Selama empat tahun tidak ada kenaikan (penyesuaian) tarif, sehingga tahun 1998 seharusnya diperlukan kenaikan yang agak drastis. Namun karena masyarakat Indonesia saat itu sedang mengalami krisis ekonomi, maka TDL 1998 direncanakan

disesuaikan secara bertahap, yaitu naik 20 persen mulai 5 Mei 1998, tambah lagi 20 persen mulai 1 Agustus 1998 dan kemudian naik sekali lagi 20 persen mulai 1 November 1998. Karena timbul berbagai masalah, maka dari kenaikan per 5 Mei 1998 dikecualikan tarif S-1 dan R-1. Tabel 2.1 dibawah ini, memberikan suatu ikhtisar Tarif Dasar Listrik 1998.

2.2 Kelebihan dan Kekurangan Lampu LED

2.2.1. Kelebihan.

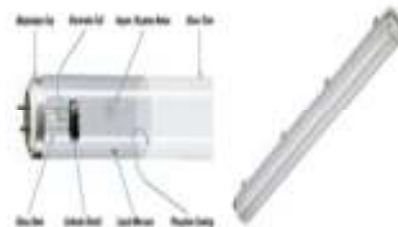
Lampu LED memiliki pencahayaan umum, tidak heran kalau LED jadi primadona. Dan semua orang membicarakan, salah satu kelebihan yang paling menonjol adalah tingkat efikasinya yang jauh melebihi lampu pencahayaan umum lainnya. Jadi lampu LED [6] sangat efisien untuk mengurangi penggunaan energi listrik. Kelebihan lainnya adalah life time (umur lampu) tahan lama, melebihi dari lampu-lampu lainnya.

2.2.2. Kekurangan ;

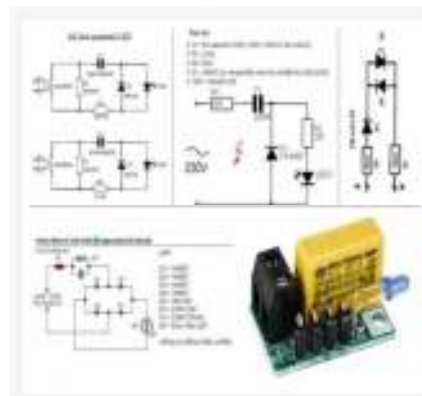
Lampu LED adalah color rendering ternyata LED tidak sebaik lampu halogen. Acuan color rendering terbaik tentu adalah sinar matahari, dengan indeks 100 Ra, indeks yang sama juga dimiliki lampu halogen. Sedangkan indeks color rendering LED rata-rata masih di bawah 80 Ra. Artinya, cahaya dari lampu LED belum bisa memantulkan warna sesuai warna asli. Spektrum warna pada LED masih terputus-putus (discrete), akibatnya cahaya yang dihasilkan tidak natural.

Karakteristik Karakteristik [7] Jenis Daya Lampu yang digunakan pada rumah susun sewa USTJ, diantaranya **Lampu Fluorescent TL** sebagai berikut :

Adapun penjelasan pada gambar 1. dibawah ini antara lain: lampu fluorescent TL atau tabung terdapat mercury dan gas organ dengan tekanan rendah serbuk phosphor yang melapisi seluruh permukaan bagian dalam kaca tabung. Lampu ini memiliki dua elektroda pada masing-masing ujungnya, elektroda dimaksud adalah kawat pijar sederhana, saat menyalakan lampu arus mengalir pada elektroda kemudian elektron didalamnya akan berpindah tempat dari ujung yang satu ke ujung tabung yang lain lampu Led merupakan lampu yang akhir-akhir ini muncul dengan nilai lumen per watt, lebih tinggi dibandingkan lampu fluorescent dan lampu hemat energi dan lampu led ini juga berbentuk tabung.

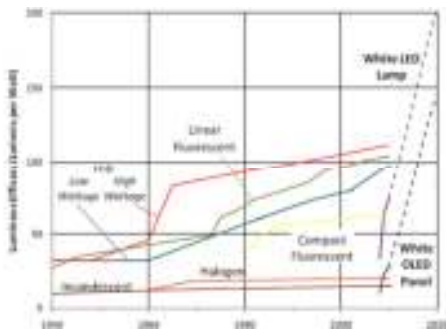


Gambar 1 Bentuk lampu fluorescent TL



Gambar 2. Lampu Led dan Rangkaian Lampu Led

Rangkaian lampu Led terdiri dari beberapa buah resistor, kapasitor, dan dioda, fungsi resistor pada rangkaian untuk membatasi arus yang mengalir dalam rangkaian (gambar 2), sedangkan kapasitor pada rangkaian fungsinya untuk menyimpan muatan listrik, dan untuk dioda bersifat menghantarkan arus listrik pada satu arah saja atau sebagai penyearah tegangan, dengan demikian beberapa komponen tersebut membantu proses menyala lampu led. Adapun gambar 3 grafik persamaan tiga jenis daya lampu dibawah ini:



Gambar 3. Grafik komparasi lampu fluorescent, LHE, dan lampu LED

Pada gambar 3. Grafik Komparasi Lampu TL, LHE dan LED dapat dilihat bahwa nilai lumen per watt pada lampu TL, LHE dan LED. Dari data tersebut jelas terlihat bahwa nilai lumen per watt pada lampu LED lebih besar dibandingkan lampu TL dan LHE.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan survey lapangan tentang semua peralatan yang memerlukan energi listrik pada sebuah gedung Rusun Pemilihan gedung Rusun sebagai tempat penelitian karena fungsi ruang-ruang yang ada di gedung ini mewakili semua ruang yang ada. Hasil survey menyatakan bahwa sebagian besar lampu yang digunakan adalah lampu TL (neon) 20 watt. Pada penelitian ini akan dihitung besarnya konsumsi energi listrik untuk penerangan dengan menggunakan lampu TL, lampu hemat energi (LHE), dan light emitting dioda (LED). Untuk itu, dilakukan pengukuran konsumsi energi listrik dari lampu TL 20 watt, lampu LHE 23 watt, lampu LED 18 watt. Pengukuran dilakukan di sebuah ruang yang dijadikan sebagai ruang penelitian. Pada ruangan ini dipasang Kwh meter, dan setiap hari dicatat hasil pengukurannya. Untuk menghasilkan pencahayaan yang hampir sama, jumlah lampu yang digunakan untuk lampu TL, LHE dan LED masing-masing adalah 8. Penggunaan energi listrik diukur dengan menghidupkan lampu dan mencatat angka yang tertera di Kwh meter. Secara umum beberapa kelebihan lampu LED adalah LED lebih hemat penggunaan energinya. LED dapat memancarkan warna cahaya tanpa menggunakan filter warna seperti lampu tradisional.

Keunggulan lampu LED adalah memiliki rentang hidup yang sangat panjang, LED menyala

sangat cepat dan tidak mengandung merkuri, seperti lampuneon. Efisiensi lampu umumnya termasuk LED dapat dilihat dari tingkat efikasinya. Efikasi (ζ) (lumen/watt atau lm/W). Efisiensi sumber cahaya untuk menghasilkan cahaya terhadap daya listrik yang digunakan efikasi juga didefinisikan total flux cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya dibagi dengan watt lampu dinyatakan dalam lumen per watt (lm/W).

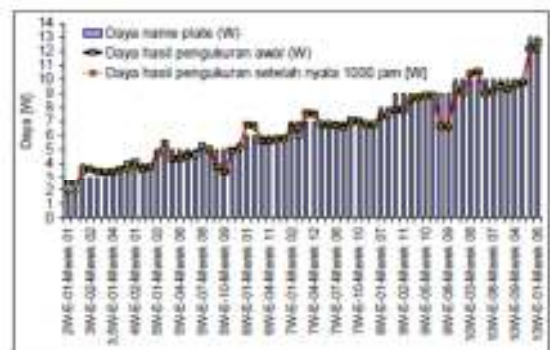
Beberapa penelitian yang telah dipublikasikan membandingkan efikasi berbagai jenis lampu untuk pencahayaan umum seperti diperlihatkan pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Tabel 3.1 Perbandingan efikasi beberapa jenis lampu

Sumber cahaya	Tipikal rentangyang efikasi (lm/W)
Lampu Pijar	10-18
Lampu Halogen	15-20
Lampu Swabalast	35-60
Lampu Neon	50-100
Lampu Metal	50-90

3.1. Analisa Daya Listrik

Besarnya daya listrik dapat diperoleh berdasarkan gambar 4. grafik daya listrik, terlihat bahwa untuk daya yang dikonsumsi sebelum dan setelah nyala 1000 jam hampir sama. Namun ada beberapa lampu daya yang dikonsumsi lebih lebih besar diatas 15% disbanding dengan spesifikasinya, yaitu ada 4 unit lampu atau 6,25%. Namun dari 64 unit lampu tersebut ada 60 unit atau 93,75% yang dapat memenuhi kriteria, yaitu daya yang dikonsumsi tidak melampaui 15% di atas daya pengenalnya.



Gambar 4. Grafik Daya Listrik

a. Lampu TL 36 Watt dan Esensial 20 Watt

Pengukuran Arus listrik TL 36 Watt, 300 mA = 0,3 Amp, Esensial 20 Watt : 86 mA= 0,086 Amp Tegangan : 219,5 Volt Cos φ : 0,96 TL 36 Watt .

$$P = 0,3 \times 219,5 \times 0,96 = 63,22 \text{ Watt}$$

Esensial 20 Watt.

$$P = 0,086 \times 219,5 \times 0,96 = 18,12 \text{ Watt}$$

Untuk mengetahui besar energi listrik yang digunakan lampu, maka daya total dikalikan dengan waktu penyalaan lampu, dengan asumsi sebulan adalah 22 hari kerja normal dapat diketahui konsumsi energi listrik lampu tiap bulan.

a. Lampu TL 36 watt

kWhTL 36 Watt (LWBP)

$$\frac{1765 \times 63,22 \text{ watt} \times 1 \text{ jam} \times 22 \text{ hari}}{1000} = 27.003,16 \sim 27.004 \text{ kWh tiap bulan}$$

kWh TL 36 watt (LWBP)

$$\frac{1765 \times 63,22 \text{ watt} \times 1 \text{ jam} \times 22 \text{ hari}}{1000} = 2.454,83 \sim 2.455 \text{ kWh tiap bulan.}$$

$$\text{Total kWh} = 27.004 \text{ kWh} + 2.455 \text{ kWh} = 29.459 \text{ kWh}$$

b. Esensial 20 watt

kWh TL 36 Watt (LWBP)=

$$\frac{693 \times 18,12 \text{ watt} \times 1 \text{ jam} \times 22 \text{ hari}}{1000} = 3.038,83 \sim 3,039 \text{ kWh tiap bulan}$$

kWh TL 36 watt (LWBP) =

$$\frac{693 \times 18,12 \text{ watt} \times 1 \text{ jam} \times 22 \text{ hari}}{1000} = 276,26 \sim 277 \text{ kWh tiap bulan.}$$

$$\text{Total kWh} = 3.039 \text{ kWh} + 277 \text{ kWh} = 3316 \text{ kWh}$$

Jadi Konsumsi listrik untuk penggunaan lampu TL 36 watt dan Esensial 20 Watt adalah : 29.459 kWh + 3316 kWh = 32.775 kWh/bulan.

c. Lampu LED

Pengukuran Arus listrik LED Tube 18 Watt : 81,5 mA = 0,0815 Amp. LED Esensial 9 Watt: 25,5 mA = 0,0255 A Tegangan : 219,5 Volt Cos φ :

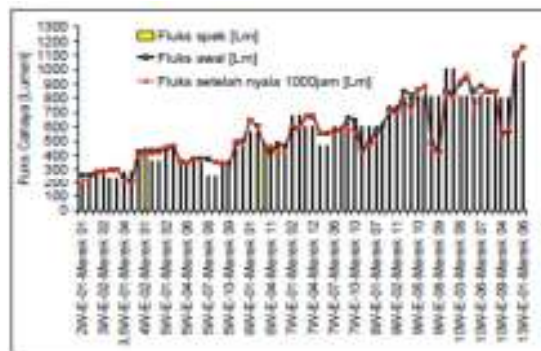
0,96. LED Tube 18 Watt. $P = 0,0815 \times 219,5 \times 0,96 = 17,17 \text{ Watt.}$

LED Esensial 9 Watt. $P = 0,0255 \times 219,5 \times 0,96 = 5,57 \text{ Watt.}$

Untuk mengetahui besar energi listrik yang digunakan lampu, maka daya total dikalikan dengan waktu penyalaan lampu, dengan asumsi sebulan adalah 22 hari kerja normal dapat diketahui konsumsi energi listrik lampu tiap bulan.

d. Analisa Fluks Cahaya

Intensitas cahaya adalah sering juga disebut fluks cahaya yang merupakan jumlah total cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya, tanpa memperhatikan arah. Satuan intensitas cahaya adalah lumen 2,5 Sedangkan menurut WLO Fritz dan MTE Kahn, Fluks bercahaya (Ö) adalah energi cahaya / gelombang terpancar (diterima) oleh sumber permukaan. Hasil pengukuran intensitas cahaya lampu pada saat awal dinyalakan setelah dinyalakan selama 1000 jam dibandingkan. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah lampu setelah dinyalakan mengalami perubahan lumen yang dihasilkan kurang dari 90%. Hasil pengukuran lumen diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Fluks Cahaya Lampu LED

Sesuai dengan standar bahwa fluks cahaya yang dihasilkan oleh lampu tidak boleh kurang dari 90% dari apa yang dipesifikasikan oleh pabrikan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa terjadi penurunan rata-rata fluks cahaya lampusekitar 1,2% setelah penyalaan 1000 jam, terhadap cahaya awal pengujian jadi tidak ditemukan adanya signifikansi penurunan fluks cahaya setelah penyalaan 1000 jam.

e. Asumsi Tagihan listrik Lampu TL & Esensial

Aspek biaya merupakan hal terpenting dalam melakukan perancangan suatu sistem penerangan yang handal, berkualitas namun tetap ekonomis. Penyesuaian Tarif Dasar Listrik (TDL) untuk skala besar diatas 200 kVA blok LWBP sebesar Rp. 1.115 dan WBP (K x Rp. 1.115) dimana K saat ini adalah 1,5. Dengan menggunakan persamaan maka dapat diketahui besar tagihan listrik tiap bulannya untuk seluruh lampu LED Tube 18 Watt dan LED esensial 9 Watt adalah: Rp. Tagih (LWBP) = (27.004 + 3.039 KWh x Rp.1.115) = Rp. 33.497.945 Rp. Tagih (WBP) = (2.455 + 277 KWh x Rp.1.673) = Rp. 4.669.271. Jadi besar tagihan listrik untuk lampu TL 36 Watt dan esensial 20 Watt setelah ditambah biaya materai sebesar Rp 6.000, yaitu sebesar Rp. 38.173.216,-

f. Asumsi tagihan listrik lampu LED

Setelah menentukan besar konsumsi energi listrik yang digunakan oleh lampu LED, maka selanjutnya dihitung besar biaya yang harus dibayarkan dari penggunaan lampu LED tiap bulannya. Untuk mendapatkan jumlah tagihan listrik lampu LED tiap bulannya dapat menggunakan persamaan yang sama seperti yang digunakan untuk menentukan besar tagihan listrik lampu TL dan esensial

$$\begin{aligned} \text{Rp. Tagih (LWBP)} &= (7.334 + 901 \text{ KWh} \times \text{Rp.1.115}) \\ &= \text{Rp. 9.182.025,} \\ \text{Rp. Tagih (WBP)} &= (667 + 82 \text{ KWh} \times \text{Rp.1.673}) \\ &= \text{Rp. 1.252.703} \end{aligned}$$

Jadi besar tagihan listrik untuk lampu LED Tube 18 watt dan LED esensial 9 watt setelah ditambah biaya materai sebesar Rp 6.000, yaitu sebesar Rp. 10.440.728

g. Menghitung Biaya Pembelian & Pemasangan.

Biaya awal mencakup di antaranya biaya pembelian paket lampu LED dan ongkos pemasangannya. Berikut ini merupakan biaya pembelian paket lampu LED yang akan digunakan untuk menggantikan lampu TL dan esensial yang telah sebelumnya digunakan:

Tabel 3.3 Biaya pembelian dan pemasangan lampu LED

Lampu	Jumlah lampu	Harga + pemasangan	Biaya pembelian seluruh LED
a	b	c	D = bxc.
LED Tube 18 Watt	1765	Rp. 330.000,-	Rp. 582.450.000,-
LED Esensial 9 Watt	693	Rp. 100.000,-	Rp. 69.300.000,-
		Total	Rp. 651.750.000,-

h. Menganalisis Break Event Poin (BEP) dan Keuntungan :

Setelah mengetahui BEP maka dapat diketahui jumlah tahun di mana penggantian ini telah memberikan keuntungan secara finansial yang disebut dengan efisiensi. Dengan mengetahui tahun keuntungan (TK) maka dapat diketahui pula besar keuntungan (efisiensi) dari penggantian lampu TL dan esensial menjadi LED.

✓ BEP TL 36 Watt dan LED Tube 18 Watt,
Dik : BPP = Rp. 582.450.000,-
: Selisih Tagihan TL 36 Watt dan LED Tube, perbulan = Rp.24.922.480,-

✓ BEP/Titik Impas= BPP/STL
= (Rp.582.450.000,)/(Rp.24.922.480,)
= 23,8 ~24 bulan
= 2 Tahun

Tahun Keuntungan (TK) = Life time LED - BEP
= 132 bulan – 24 bulan
= 108 Bulan
= 9 Tahun

Keuntungan (K) = 108 bulan x Rp. 24.922.480,
= Rp. 2.691.627.840

Dengan asumsi life time lampu LED Tube 18 Watt adalah 9 tahun maka efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar Rp. 2.691.627.840, atau sekitar Rp. 299.069.760 per tahun.

✓ BEP Esensial 20 Watt dan LED Esensial 9 Watt
Dik : BPP = Rp. 69.300.000
: Selisih Tagihan TL 36 Watt dan LED Tube perbulan = Rp. 2.727.245,

✓ BEP/Titik Impas = BPP/STL
= (Rp.69.300.000,)/(Rp.2.727.245,)
= 25,4 ~ 26 bulan

✓ Tahun Keuntungan (TK) = Life time LED - BEP
= 152 bulan – 26 bulan
= 126 Bulan
= 10 Tahun 6 bulan
Keuntungan awal (K) = 126 bulan x Rp. 2.727.245,
= Rp. 343.632.870

Dengan asumsi life time lampu LED Esensial 9 Watt adalah 10 tahun 6 bulan maka efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar Rp. 343.632.870, atau sekitar Rp. 32.726.940 per tahun.

i. Menganalisa kelayakan dengan Net Present Value (NPV) ;

Dalam melaksanakan penggantian tersebut perlu dianalisa apakah penggantian tersebut layak dan menguntungkan. Kasus ini digunakan Net Present Value (NPV) sebagai metode analisisnya. Umur dari lampu LED yaitu 9-10 tahun sedangkan lampu TL dan esensial biasa yaitu 3-7 tahun. Digunakan discount factor sebesar 15% sesuai tabel perentase discount factor.

4. KESIMPULAN

Penghematan konsumsi energi listrik dapat disimpulkan bahwa ;

Penerangan di gedung Rusun USTJ dengan menggunakan lampu TL 36 Watt dan Esensial 20 Watt adalah 32.775 KWh/bulan, untuk penggunaan LED Tube 18 Watt dan LED esensial 9 Watt adalah 8.984 KWh/bulan. Efisiensi dihasilkan dengan menggunakan lampu LED adalah sebesar 27,41%. Besar tagihan listrik perbulan menggunakan lampu TL 36 Watt dan esensial 20 Watt adalah sebesar Rp. 38.173.216,- sedangkan untuk penggunaan lampu LED Tube 18 Watt dan LED esensial 9 Watt adalah sebesar Rp. 10.440.728,- sehingga lebih efisien 365,6% . Biaya pembelian dan pemasangan lampu LED Tube dan LED esensial adalah sebesar Rp. 651.750.000,-. Break Point Event, lampu LED Tube 18 Watt dengan lifetime 108 bulan adalah sebesar Rp. 2.691.627.840 dan Break Point Even lampu LED esensial 9 Watt dengan life time 126 bulan Rp. 343.632.870,-, Efisiensi pengembalian investasi dan keuntungan dari penggantian lampu LED Tube 18 Watt adalah sebesar Rp. 299.069.760,- per tahun dan untuk lampu LED esensial 9 Watt adalah sebesar Rp. 32.726.940 per tahun.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Suwandi And F. Fardian, "Analisa Pemakaian Lampu Led Terhadap Energi Dan Efisiensi Biaya Di PT. Total Bangun Persada TBK," Vol. 12, 2016.
- [2] J. H. Saputro, T. Sukmadi, And K. Karnoto, "Analisa Penggunaan Lampu Led Pada Penerangan Dalam Rumah," *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, Vol. 15, No. 1, Pp. 19–27, Mar. 2013, Doi: 10.12777/Transmisi.15.1.19-27.
- [3] A. Chumaidy, "Analisa Perbandingan Penggunaan Lampu TL, Cfl Dan Lampu Led (Studi Kasus Pada Apartemen X)," *Sinusoida*, Vol. 19, No. 1, 2017, Doi: 10.37277/S.V19i1.149.
- [4] D. Oleh, "Analisis Efisiensi Daya Lampu Penerangan Jalan Umum Untuk Optimalisasi Di Jalan Dr.Wahidin Dari Lampu Son 250 Watt Ke Lampu Led 120 Watt".
- [5] H. Candra, E. Setyaningsih, And J. T. Beng, "Analisis Efisiensi Konsumsi Daya Listrik Dan Biaya Operasional Lampu TL-Led Terhadap Lampu TL-T8," *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, Vol. 2, No. 1, Art. No. 1, Sep. 2018, Doi: 10.24912/Jmstkik.V2i1.1682.
- [6] M. Faridha, "Analisis Penghitungan Pemakaian Energi Lampu Led Pada Rumah Tinggal Tipe 45 Selama Sebulan," *Eeict (Electric, Electronic, Instrumentation, Control, Telecommunication)*, Vol. 1, No. 1, Art. No. 1, Apr. 2018, Doi: 10.31602/Eeict.V1i1.1417.
- [7] V. A. Isnaini, R. P. Wirman, And I. Wardhana, "Karakteristik Dan Efisiensi Lampu Light Emitting Dioda (LED) Sebagai Lampu Hemat Energi".
- [8] M. Faridha And I. Ifan, "Studi Komparasi Lampu Pijar, Led, Lhe Dan TL Yang Ada Dipasaran Terhadap Energi Yang Terpakai," *Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, Vol. 1, No. 2, Art. No. 2, Nov. 2016, Doi: 10.31602/Al-Jazari.V1i2.548.