

Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Sektor Rumah Tangga Di Pekanbaru Menggunakan Perangkat Lunak LEAP

Muhammad Sholeh*, Firdaus**.

*Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

Telepon : (0761) 66595 Laman : <http://ee.ft.unri.ac.id>

E-mail : muhammadsholeh2310@gmail.com

ABSTRACT

Households are one sector of the country with 23% energy consumption of total energy in all sectors. In the household there are many electronic devices that consume electricity. This resulted in energy consumption among households to be very wasteful. For that action is required to minimize the consumption of household electrical energy. There are several ways that can be done to overcome this problem, one of which is to conduct a conservation energy audit. This audit is done using LEAP software. The conservation energy audit process is divided into 3 sections, i.e. energy surveys, initial energy audits, and detailed energy audits. The result of conservation energy audits undertaken include loads of 450, 900, 1300 and 2200 KWh. Finally the conclusion of the overall conservation energy audit is shown as follow, there was a 23% decrease in electricity consumption at 450 kWh load, 25% at 900 KWh load, 17% at 1300 KWh load and 20% at 2200 KWh load. from the test result that has been done, the reduction of annual cost is Rp 63,504 at the load of 450 KWh, Rp 110,538 at the load of 900 KWh, Rp 302.259 at 1300 KWh load and Rp 328,773 at the load of 2200 KWh. This proves that conservation energy audits can help reduce excessive energy consumption levels

Keywords: Energy Audits, Electricity Consumption, Household, LEAP

A. PENDAHULUAN

Audit energi yang paling mudah dilakukan adalah pada penggunaan listrik suatu bangunan. Data yang dibutuhkan adalah luas total bangunan, tingkat pencahayaan ruang, intensitas daya terpasang, konsumsi energi, juga biaya energi bangunan. Dari prosedur audit yang telah dilakukan selama ini, ada sejumlah aksi yang direkomendasikan. Misalnya dengan menseting thermostat ke angka tertentu untuk mendapatkan penghematan pada suatu ruangan dengan AC.

Atau langkah sederhana lain, mengganti lampu pijar dengan lampu fluorescence bisa menekan 15-20 persen penggunaan listrik. (Magdalena,2009).

Rumah tangga merupakan salah satu sektor negara dengan konsumsi energi 23% dari konsumsi energi total seluruh sektor (Saptono, 2010). Di dalam rumah tangga terdapat banyak peralatan elektronik yang dalam pemakaiannya mengkonsumsi energi listrik. Akan tetapi, konsumsi energi di kalangan rumah tangga tergolong boros.

Hal ini dikarenakan masyarakat belum bisa mengatur konsumsi energi listrik di dalam rumah tangga dengan baik. Selain itu, belum

adanya sistem yang tepat untuk diterapkan pada rumah tangga juga menjadi salah satu penyebab tingginya tingkat keborosan penggunaan energi dalam rumah tangga.

B. METODE DAN PERENCANAAN

1. Audit Energi

Konservasi energi merupakan upaya sistematis dan terencana untuk melestarikan sumber daya energi serta meningkatkan efisiensi dalam pemanfaatannya. Audit energi secara sederhana dapat didefinisikan sebagai sebuah proses untuk mengevaluasi di mana sebuah bangunan atau *plant* yang menggunakan energi, dan mengidentifikasi peluang untuk mengurangi konsumsi.

Pelaksanaan audit energi dapat di klasifikasikan dalam beberapa metode klasifikasi audit energi terdiri dari :

a. Survei Energi (*Energy Survey or Walk Through Audit*)

Sering disebut mini audit. Audit yang dilakukan secara sederhana, tanpa penghitungan yang rinci, hanya melakukan analisa sederhana. Umumnya fokus dari audit ini adalah

pada bidang perawatan dan penghematan yang tidak memerlukan biaya investasi yang besar. Biasanya auditor bukan seseorang yang profesional dalam bidang audit energi.

b. *Audit Energi Awal (Preliminary Energy Audit)*

Tujuan dari audit energi awal adalah untuk mengukur produktifitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Kegiatan audit energi awal meliputi identifikasi gedung, analisa kondisi aktual, menghitung konsumsi energi, menghitung pemborosan energi, dan beberapa usulan.

c. *Audit Energi Rinci (Detailed Energy Audit or Full Audit)*

Audit energi rinci adalah audit energi yang dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi. Biasanya dilakukan oleh lembaga auditor yang profesional dalam jangka waktu tertentu. Pelaksanaan audit didahului dengan analisa biaya audit energi, identifikasi gedung, analisa kondisi aktual, dan menghitung semua konsumsi energi. Konsumsi energi ini meliputi energi primer, seperti listrik dan bahan bakar, juga energi sekunder; seperti air, telepon, dan lain-lain. Selain itu, melakukan penghitungan pemborosan energi, kesempatan konservasi energi, sampai beberapa usulan untuk melakukan penghematan energi beserta dengan analisa dampak usulan tersebut.

2. Teori Permintaan Listrik

Model permintaan listrik secara umum dapat digolongkan menjadi dua, yaitu: model persamaan statis dan model persamaan dinamis. Model permintaan listrik dalam penelitian ini diangkat dari model penelitian Gonzales (2010 dalam Fox, 2012) yang menjelaskan efek langsung dari penggunaan listrik dalam rumah tangga yaitu :

$$= \frac{\text{Peluang hemat energi} \times \Delta \text{IKE} \times \text{total area} \times \text{tarif listrik}}{12 \text{ bulan}} \quad 1$$

3. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi energi suatu gedung. Untuk mengetahui tingkat efisiensi energi dapat dilakukan dengan membandingkan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung dengan standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang telah ditetapkan di Indonesia [4-12]. Secara sederhana, IKE dapat dituliskan dalam persamaan :

$$IKE = \frac{\text{total konsumsi energi}}{\text{luas area}} \quad 2$$

4. Beban Rata-Rata Sektor Rumah Tangga

Besarnya daya listrik sebelum masuk ke turbin secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Br = \frac{\text{Kwh yang terpasang 1 tahun}}{365 \times 24} \quad 3$$

5. Faktor Beban

Didefinisikan sebagai perbandingan antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur untuk suatu periode waktu tertentu.

Beban pucak (Lf) yang dimaksud adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu, pada umumnya dipakai beban puncak pada waktu 15 menit atau 30 menit. Untuk prakiraan besarnya faktor beban pada masa yang akan datang dapat didekati dengan data statistik yang ada. Dari definisi faktor beban dapat dituliskan sebagai berikut :

$$lf = \frac{Bp \text{ (beban rata - rata)}}{Bc \text{ beban puncak}} \quad 4$$

6. Faktor Kebutuhan

Faktor kebutuhan adalah perbandingan beban puncak dengan seluruh beban terpasang pada sistem. Definisi ini dapat dituliskan seperti di bawah ini :

$$fk = \frac{Bp \text{ (beban puncak)}}{Bc \text{ beban terpasang}} \times 100\% \quad 5$$

Faktor kebutuhan selalu bernilai lebih kecil dari satu. Besarnya faktor kebutuhan dipengaruhi oleh beberapa hal :

1. Besarnya beban terpasang.
2. Sifat pemakaian, sebagai contoh toko-toko, pusat perbelanjaan, kantor-kantor dan industri memiliki faktor kebutuhan tinggi sedangkan gudang dan tempat rekreasi memiliki faktor kebutuhan rendah.

7. Faktor Daya

Faktor daya atau faktor kerja adalah perbandingan antara daya aktif (watt) dengan daya semu/daya total (VA), atau cosinus sudut antara daya aktif dan daya semu/daya total. Daya reaktif yang tinggi akan meningkatkan sudut ini dan sebagai hasilnya faktor daya akan menjadi lebih rendah. Faktor daya selalu lebih kecil atau sama dengan satu. Definisi tersebut dapat dituliskan seperti :

$$\cos \varphi = \frac{Vr}{V} \quad 6$$

Besarnya faktor daya juga dapat dicari dengan rumus :

$$\cos \varphi = \frac{P \text{ nyata}}{P \text{ semu}} \quad 7$$

$$P \text{ nyata} = I_{ef}^2 \times R \quad 8$$

$$P \text{ semu} = I_{ef}^2 \times Z \quad 9$$

8. Konsumsi Listrik

Adalah penggunaan listrik dari setiap peralatan yang memakai energi sebagai konsumsinya, dilakukan perhitungan energi listrik selama satu bulan. Konsumsi listrik (kWh / bulan) = Daya (watt) x waktu pemakaian (jam) x 30 hari

Dan hasil perhitungan berupa distribusi konsumsi atau penggunaan listrik berdasarkan peralatan yang digunakan. Dimana daya listrik dalam bentuk kompleks dapat dinyatakan oleh persamaan sebagai berikut;

$$S = P \pm jQ \quad 10$$

Dengan :

S = daya kompleks (VA)

P = daya aktif / nyata (watt)

Q = daya reaktif (VAR)

$$P = VI \cos \varphi \quad 11$$

Dengan :

V = tegangan (Volt)

I = arus (Ampere)

$\cos \varphi$ = faktor daya

$$Q = VI \sin \varphi \quad 12$$

Dengan :

Q = daya reaktif (VAR)

V = tegangan (Volt)

I = arus (Ampere)

9. Audit Energi

Perhitungan sebelum konservasi diperlukan data tentang daya yang dibutuhkan, Efikasi, luas ruangan dan standar kuat penerangan pada setiap ruangan. Sehingga besarnya kuat penerangan ruangan menurut perhitungan adalah:

$$E = \frac{F \times Kp \times Kd}{A} \quad 13$$

Keterangan :

E = Tingkat Pencahayaan

F = Faktor Efikasi

Kp = koefisien penggunaan

Kd = koefisien depresiasi

A = luas bidang kerja dalam ruangan

10. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah besaran pokok fisika yang digunakan untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut. Satuan SI dari intensitas cahaya adalah Candela (Cd). Hubungan antara fluks cahaya dan sudut ruang dapat didefinisikan dengan persamaan berikut :

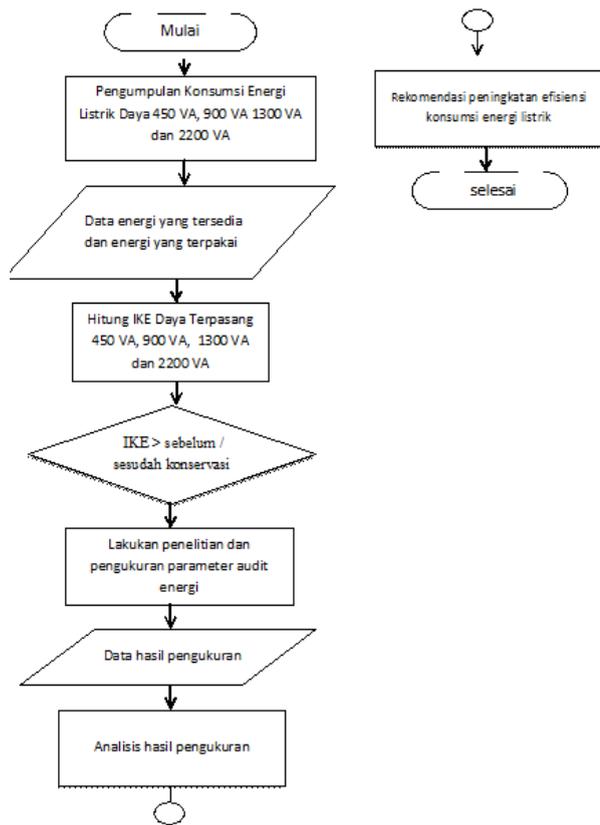
$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \text{ Im/sr(cd)}$$

Keterangan :

I = Intensitas Cahaya (cd)

Φ = Fluks Atau Cahaya (Im=lumen)

Ω = Sudut Ruang (sr)



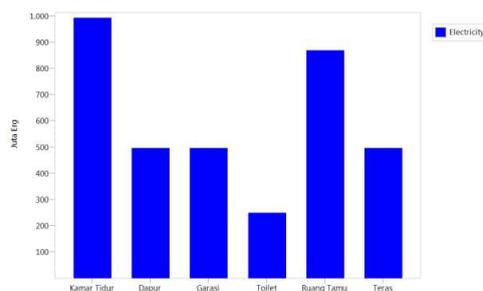
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

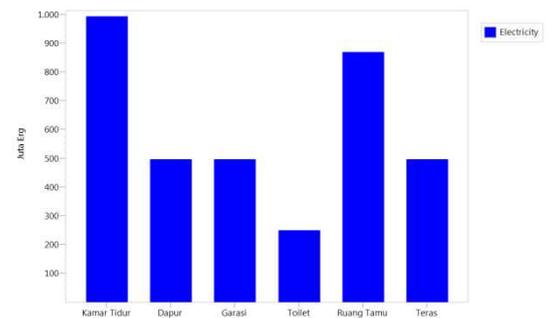
1. Analisa ruang sebelum dan sesudah konservasi Energi Daya Terpasang 450 Watt

Setelah melakukan audit rinci energi sebelum dan sesudah konservasi untuk masing-masing ruang konservasi pada daya terpasang 450 VA, maka didapat hasil yang terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Hasil dari pemodelan skenario *Demand Side Management* dapat secara langsung diperbandingkan dengan hasil dari pemodelan skenario *Reference* pada *Software LEAP*. Dapat di lihat pada grafik energi pada tipe daya 450 VA



Gambar 2. Grafik Sebelum Konservasi Daya Terpasang 450 VA



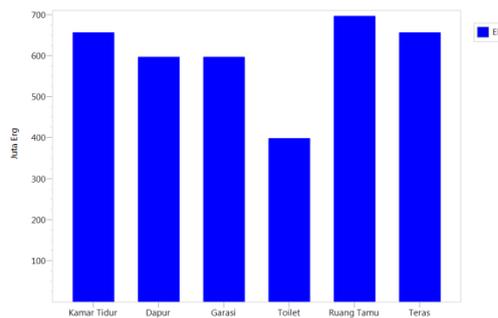
Gambar 3. Grafik Sesudah Konservasi Daya Terpasang 450 VA

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada daya terpasang 450 VA terjadi penurunan pemakaian energi pada masing-masing ruang sesudah penerapan konservasi. Pada ruang teras sebelum konservasi adalah 13,8% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,45 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 15,6% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 0,96 kWh. Pada ruang tamu sebelum konservasi adalah 24,1% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,45 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 24,1% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 0,96 kWh. Pada ruang toilet sebelum konservasi adalah 6,9% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,45 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 5,2% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 0,96 kWh. Pada ruang garasi sebelum konservasi adalah sebesar 13,8% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,45 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 15,6% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 0,96 kWh. Pada ruang dapur sebelum konservasi adalah 13,8% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,45 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 8,3% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 0,96 kWh. Pada ruang kamar tidur sebelum konservasi adalah 27,6% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,45 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 31,2% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 0,96 kWh. Setelah dilakukan perhitungan dan didapatkan hasil maka

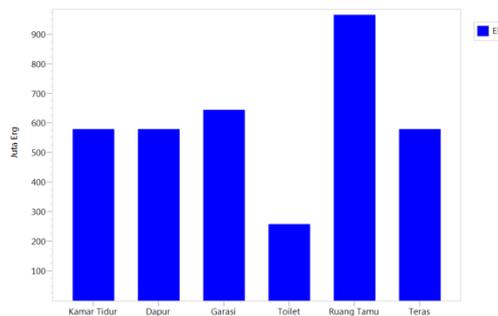
masing-masing ruang daya terpasang 450 VA dinyatakan layak untuk dikonservasi.

2. Analisa Ruang Sebelum Dan Sesudah Konservasi Daya Terpasang 900 VA

Setelah melakukan audit rinci energi sebelum dan sesudah konservasi pada masing-masing daya terpasang, maka didapat hasil yang terlihat pada Gambar 4 dan 5 dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Sebelum Konservasi Daya Terpasang 900 VA



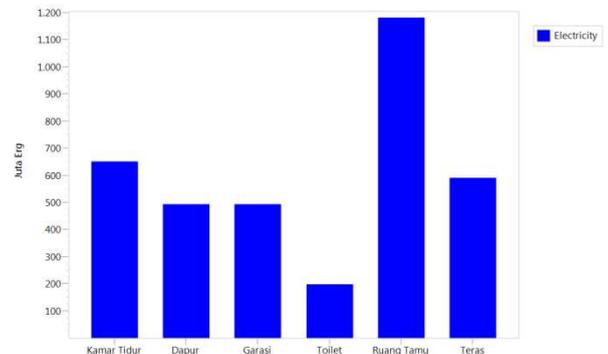
Gambar 5. Grafik Sesudah Konservasi Daya Terpasang 900 VA

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada daya terpasang 900 VA terjadi penurunan pemakaian energi pada masing-masing ruang sesudah konservasi. Pada ruang teras sebelum konservasi adalah 18,2% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,81 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 16,1% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,12 kWh. Pada ruang tamu sebelum konservasi adalah 19,3% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,81 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 26,8% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,12 kWh. Pada ruang toilet sebelum konservasi adalah 11,1% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,81 kWh. Dan setelah konservasi

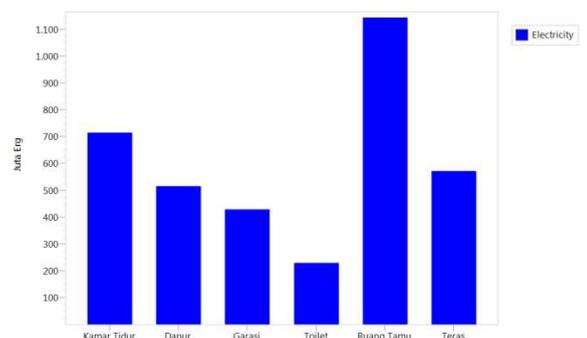
adalah sebesar 7,1% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,12 kWh. Pada ruang garasi sebelum konservasi adalah sebesar 16,6% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,81 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 17,9% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,12 kWh. Pada ruang dapur sebelum konservasi adalah 16,6% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,81 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 16,1% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,12 kWh. Pada ruang kamar tidur sebelum konservasi adalah 18,2% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,81 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 16,1% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,12 kWh. Setelah dilakukan perhitungan dan didapatkan hasil maka masing-masing ruang daya terpasang 900 VA dinyatakan layak untuk dikonservasi.

3. Analisa Ruang Sebelum Dan Sesudah Konservasi Daya Terpasang 1300 VA

Setelah melakukan audit rinci energi sebelum dan sesudah konservasi pada masing-masing daya terpasang, maka didapat hasil yang terlihat pada Gambar 5 dan 6 dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Sebelum Konservasi Daya Terpasang 1300 VA

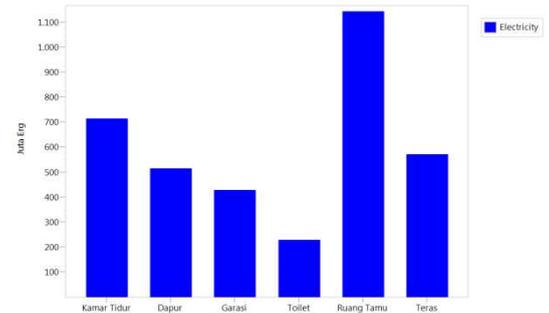


Gambar 7. Grafik Sesudah Konservasi
 Daya Terpasang 1300 VA

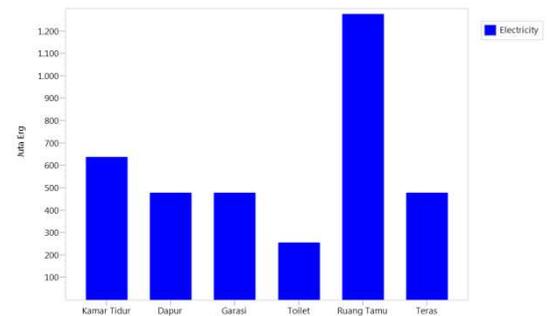
Dari Gambar 5 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa pada daya terpasang 1300 VA terjadi penurunan pemakaian energi pada masing-masing ruang sesudah konservasi. Pada ruang teras sebelum konservasi adalah 16,4%, dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,83 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 15,9% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,26 kWh. Pada ruang tamu sebelum konservasi adalah 32,8% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,83 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 31,8% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,26 kWh. Pada ruang toilet sebelum konservasi adalah 5,5% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,83 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 6,3% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,26 kWh. Pada ruang garasi sebelum konservasi adalah sebesar 13,7% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,83 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 11,9% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,26 kWh. Pada ruang dapur sebelum konservasi adalah 13,7% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,83 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 14,3% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,26 kWh. Pada ruang kamar tidur sebelum konservasi adalah 18% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,83 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 19,8% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,26 kWh. Setelah dilakukan perhitungan dan didapatkan hasil maka masing-masing ruang daya terpasang 1300 VA dinyatakan layak untuk dikonservasi.

4. Analisa Ruang Sebelum Dan Sesudah Konservasi Daya Terpasang 2200 VA

Setelah melakukan audit rinci energi sebelum dan sesudah konservasi pada masing-masing daya terpasang, maka didapat hasil yang terlihat pada Gambar 7 dan Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Sebelum Konservasi
 Daya Terpasang 2200 VA



Gambar 9. Grafik Sesudah Konservasi
 Daya Terpasang 2200 VA

Dari Gambar 7 dan 8 dapat dilihat bahwa pada daya terpasang 2200 VA terjadi penurunan pemakaian energi pada masing-masing ruang sesudah konservasi. Pada ruang teras sebelum konservasi adalah 14,3% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,75 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 13,3% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,13 kWh. Pada ruang tamu sebelum konservasi adalah 34,3% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,75 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 35,4% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,13 kWh. Pada ruang toilet sebelum konservasi adalah 5,7% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,75 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 7,1% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,13 kWh. Pada ruang garasi sebelum konservasi adalah sebesar 11,4% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,75 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 13,3% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,13 kWh. Pada ruang dapur sebelum konservasi adalah

17,1% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,75 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 13,3% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,13 kWh. Pada ruang kamar tidur sebelum konservasi adalah 17,1% dari total pemakaian energi selama satu bulan sebesar 1,75 kWh. Dan setelah konservasi adalah sebesar 17,7% dari total pemakaian selama satu bulan sebesar 1,13 kWh. Setelah dilakukan perhitungan dan didapatkan hasil maka masing-masing ruang daya terpasang 2200 VA dinyatakan layak untuk dikonservasi

D. Kesimpulan.

Setelah dilakukan perhitungan maka dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Efisiensi rata-rata seluruh ruangan dari rumah tipe daya 450 VA sebesar 23%, rumah tipe daya 900 VA sebesar 25%, rumah tipe daya 1300 VA sebesar 17% dan rumah tipe daya 2200 sebesar 20%.
2. Pengurangan biaya energi setelah dilakukan konservasi pada rumah tipe 450 VA sebesar Rp 63.504,-/tahun. Pada rumah tipe daya 900 VA sebesar Rp 110.538,-/tahun. Pada rumah tipe daya 1300 sebesar Rp 302.259,-/tahun. Dan rumah tipe daya 2200 sebesar Rp 328.773,-/tahun.

Saran

Selanjutnya untuk perbaikan dan pengembangan penelitian ini, disarankan beberapa hal yaitu: Pada rekomendasi ini akan diberikan beberapa cara yang dapat dilakukan untuk penghematan konsumsi energi listrik, dan penghematan biaya konsumsi energi listrik. Pada sistem penerangan dapat dilakukan rekomendasi :

1. Mengubah pola pemakaian listrik dengan lebih sering menggunakan pencahayaan alami.
2. Pengganti lampu sebageian yang kurang efisien dan tidak sesuai dengan standar lux dengan lampu LHE Philips

yang sesuai dengan standar lux atau mendekati sehingga dapat menekan biaya pengeluaran perbulan.

E. Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional 2001. Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung, Konservasi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung dan Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Bangunan Gedung (SNI 03-6196-2000, SNI 03-6090-2000, SNI 03-6197-2000). Departemen Pendidikan Nasional.
- Herwanto, Tri. 2005, Simulasi Penggunaan Energi Pada Gedung Hotel Inna Beach Bali. Penelitian Departemen Teknik Fisika ITB
- Nugroho, Agung. Metode Pengaturan Penggunaan Tenaga Listrik Dalam Upaya Penghematan Bahan Bakar Pembangkit Dan Energi. Semarang. Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik –UNDIP
- Journal of Energy in Southern Africa, Vol 19, No 1, February 2008. Southern Africa Nagendrappa and Hi, P B, 2009, *Energy Audit And Management Of Induction Motor Using Field Test And Genetic Alogaritm*, International Journal of Recent Trend in Engineering, May 2009, Vol.1, No.3 : India
- Magdalena, M, 2009, *Menekan Konsumsi dengan Audit Energi*. 13 Juni 2009.
- Harten, P.Van, 1985, Instalasi Listrik Arus Kuat 2, Bandung : Binacipta.
- Saptono, H D, 2010, *Analisis Kebutuhan Energi Kalor pada Industri Tahu*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Skripsi., 2009, *Efisiensi dengan Audit Energi*.
- Stockholm Environment Institute, 2006, *Long-range Energy Alternative Planning System; User Guide*, SEI, Boston, USA. Stockholm Environment Institute, 2008, *Long-range Energy Alternative Planning System; Training Exercise*, SEI, Boston, USA.