

## AUDIT PENCAHAYAAN SEBAGAI UPAYA KONSERVASI ENERGI PADA BANGUNAN PABRIK

Fathurrohman Eko Prastowo<sup>1</sup>, Deria Pravitasari<sup>2</sup>, Andriyatna Agung Kurniawan<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro FT UNTIDAR

Jl. Kapten S. Parman No.39 Magelang 56116 INDONESIA

[fathurrohman.ep@gmail.com](mailto:fathurrohman.ep@gmail.com)<sup>1</sup>, [deria.pravitasari@untidar.ac.id](mailto:deria.pravitasari@untidar.ac.id)<sup>2</sup>, [andriyatna@untidar.ac.id](mailto:andriyatna@untidar.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Penerapan dari energi listrik dalam kebutuhan kehidupan menjadikan sumber energi yang memiliki peranan penting. Penggunaan energi listrik sudah menjadi pokok penunjang dari kegiatan kehidupan manusia yang dapat dikaitkan dengan meningkatnya biaya konsumsi energi listrik. Penggunaan tanpa manajemen yang bijak akan berdampak negatif serta memberikan kerugian secara berkala. Konservasi energi bertujuan mencari peluang penghematan pada konsumsi energi listrik dengan mengidentifikasi intensitas konsumsi energi listrik di pabrik. Observasi konsumsi energi listrik dalam konservasi energi pada bangunan pabrik di PT A, dengan nilai IKE 239,2 kwh/m<sup>2</sup>/tahun. Pengukuran sistem penerangan teridentifikasi tingkat intensitas cahaya dibawah standar SNI 6197-2011. Pada sistem penerangan penghematan konsumsi energi listrik sebesar 5.239,8 kWh/bulan. Nilai IKE didapat setelah penghematan energi listrik mendapatkan hasil seniai 230,57 kWh/m<sup>2</sup>/tahun dengan biaya listrik sebesar Rp 5.493.399.201 yang dalam artian rekomendasi terjadi efisiensi yang sesuai dengan standarisasi.

**Kata kunci** - Intensitas Konsumsi Energi, peluang hemat energi, payback periode.

### ABSTRACT

*The application of electrical energy in the needs of life makes an energy source that has an important role. The use of electrical energy has become the main support of human life activities which can be associated with the increasing cost of electricity consumption. Use without wise management will have a negative impact and provide periodic losses. Energy conservation aims to find opportunities for saving on electrical energy consumption by identifying the intensity of electrical energy consumption in factories. Observation of electrical energy consumption in energy conservation in factory buildings at PT A, with an IKE value of 239.2 kwh/m<sup>2</sup>/year. Measurement of the lighting system identified the level of light intensity under the standard of SNI 6197-2011. In the lighting system, the electricity consumption savings is 5,239.8 kWh/month. The IKE value is obtained after saving electrical energy to get a result of 230.57 kWh/m<sup>2</sup>/year with an electricity cost of Rp. 5,493,399,201 which means that the recommendation is that there is an efficiency in accordance with the standard.*

*Keywords* - Energy Consumption Intensity, energy saving opportunities, payback period.

### PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik sudah menjadi pokok penunjang dari kegiatan kehidupan manusia yang dapat dikaitkan dengan meningkatnya biaya konsumsi energi listrik. Keadaan ini dapat dibuktikan berdasarkan data laporan statistik Perusahaan Listrik Negara (PLN) jumlah energi listrik terjual pada tahun 2020 sebesar 243.582,75 GWh. Jumlah pelanggan pada akhir tahun 2020 sebesar 79.000.033 pelanggan meningkat 4,35% dari akhir tahun 2019. Bersumber pada buku *Outlook Energi*

Indonesia, total konsumsi energi final pada tahun 2018 sebesar 875.000.000 Setara Barel Minyak (SBM). Sektor industri banyak menggunakan batubara karena hampir semua teknologi boiler di industri memerlukan batubara sebagai bahan bakar. Sektor industri mengkonsumsi pada tahun 2018 dengan total konsumsi energi sebesar 334.000.000 Setara Barel Minyak (SBM)[1]. Kontribusi pada penelitian mengenai konservasi energi di pabrik melalui metode audit energi.

Pengelolaan pada konsumsi energi listrik sudah ditetapkan pada ISO

50001:2018. Efisien dalam penggunaan energi listrik dapat dilakukan dengan penghematan penggunaan dengan konservasi energi. Melakukan konservasi energi dapat merujuk dalam peraturan yang sudah disepakati pada SNI 6197-2011 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan. Pengelolaan pada konsumsi energi listrik dapat mengetahui efisien penggunaan setelah audit energi yang sudah ditetapkan pada ISO 50002:2014. Berdasarkan pentingnya pengelolaan penggunaan energi listrik untuk menunjang kestabilan kebutuhan energi listrik dengan melakukan audit energi pada sistem energi listrik di bangunan.

## **ANALISIS PEMECAHAN MASALAH**

### **Konservasi Energi**

Konservasi energi merupakan suatu bentuk dari penggunaan konsumsi energi yang efisien dan rasional dalam penggunaan tanpa mengurangi komponen energi yang memiliki peranan penting. Konservasi energi diterapkan dengan mengupayakan dalam pemanfaatan dari sumber daya energi dengan tujuan penggunaan yang memanfaatkan komponen teknologi yang efisien serta melaksanakan budaya hidup yang hemat energi.

Konservasi energi bertujuan untuk meminimalisir dalam penggunaan energi dengan melakukan penghematan sehingga akan meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Menurut SNI 03-6196-2000 tentang prosedur audit energi pada bangunan gedung, mendefinisikan bahwasannya konservasi energi merupakan upaya mengefisienkan penggunaan pada konsumsi energi untuk suatu keperluan dengan harapan pemborosan energi yang digunakan dapat dihindari [2].

### **Audit Energi**

Audit energi bentuk dari sebuah upaya atau kegiatan dalam mengidentifikasi kualitas dan jenis energi yang digunakan dalam pengoperasian suatu industri atau bangunan gedung. Audit energi merupakan evaluasi penggunaan energi dan identifikasi peluang penghematan energi sehingga mendapatkan rekomendasi dalam peningkatan efisiensi pada suatu industri atau bangunan gedung

[3]. Terdapat tiga klasifikasi audit energi, yaitu:

#### 1. Survei Energi

Survei energi menjadikan audit energi yang masuk dalam kategori sederhana. Pada survei energi ini yang dilakukan hanya audit pada faktor utama atau penggunaan energi terbesar. Survei energi bertujuan untuk memahami pola distribusi penggunaan energi pada bangunan gedung dan sistem pemanfaatan energi serta mencari indikasi peluang penghematan energi [4].

#### 2. Audit Energi Awal

Audit energi awal digunakan bertujuan untuk memperoleh pola pemanfaatan energi dengan melaksanakan indentifikasi peluang penghematan energi dilanjut dengan penyusunan rekomendasi awal [5]. Pengolahan data audit energi awal dengan mengkalkulasi total konsumsi energi listrik yang digunakan dengan luas bangunan yang dapat menentukan kategori standar pada suatu industri atau bangunan gedung.

#### 3. Audit Rinci

Audit energi rinci merupakan audit energi yang terfokus dalam satuan beban dalam penggunaan energi listrik. Audit energi rinci dilakukan dengan mengamati alat ukur yang tersedia pada peralatan tertentu dengan tujuan untuk memberikan informasi dari besarnya konsumsi energi yang digunakan. Audit energi rinci dilakukan setelah mengetahui hasil besar nilai intensitas konsumsi energi listrik [6].

Badan Standarisasi Nasional (BSN) mengeluarkan SNI ISO 50002:2014 tentang Audit energi-Persyaratan dengan pedoman penggunaan. Standar Nasional Indonesia ISO 50002:2014 bertujuan untuk menentukan persyaratan minimal dalam upaya mengidentifikasi peluang peningkatan kinerja energi dalam pelaksanaan evaluasi yang lengkap secara terperinci [7].

### **Intensitas Konsumsi Energi**

Besar intensitas konsumsi energi dapat diketahui dengan menghitung dari penggunaan energi listrik dibagi dengan luas bangunan, dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$IKE = \frac{\text{konsumsi energi total (kWh)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}} \dots(2.1)$$

Acuan standarisasi dari perolehan nilai IKE pada industri dan bangunan gedung meliputi:

- intensitas konsumsi energi pada perusahaan: 240 kWh/m<sup>2</sup>/tahun
- intensitas konsumsi energi pada pusat pembelanjaan: 330 kWh/m<sup>2</sup>/tahun
- intensitas konsumsi energi pada perhotelan: 300 kWh/m<sup>2</sup>/tahun
- intensitas konsumsi energi pada rumah sakit: 380 kWh/m<sup>2</sup>/tahun [8]

### Sistem Pencahayaan

Tingkat penerangan yang baik didapatkan dari pencahayaan yang sesuai dengan kategori yang tergantung pada jenis pekerjaan, jangka waktu penggunaan ruangan, serta subjek penggunaan ruangan. Perhitungan pada besar nilai pemakaian energi listrik dalam penggunaan sistem pencahayaan buatan untuk mencapai penggunaan energi yang efisien meliputi penentuan lux, jenis lampu, armature yang efisien, menghitung jumlah lampu yang diperlukan [9]. Menghitung jumlah lampu yang diperlukan (n) menggunakan persamaan berikut:

$$n = \frac{E \times A}{f \times k_p \times \eta_{arm} \times k_d} \dots(2.2)$$

keterangan:

- n = jumlah lampu
- E = iluminansi (lux)
- A = luas permukaan (m<sup>2</sup>)
- f = fluks cahaya lampu (lumen)
- k<sub>p</sub> = nilai faktor utility
- η<sub>arm</sub> = fluks armatur
- k<sub>d</sub> = nilai faktor depresiasi

### Peluang Hemat Energi

Identifikasi peluang hemat energi dilakukan setelah audit energi awal dan audit energi rinci. Hasil pengumpulan data dari perhitungan besar nilai IKE dan mengetahui konsumsi energi bangunan gedung. Besar nilai IKE hasil perhitungan ternyata sama atau kurang dari target maka kegiatan audit energi rinci tidak perlu dilaksanakan atau dapat dilakukan untuk mendapatkan nilai IKE yang lebih rendah [10]. Besar nilai lebih dari IKE target dapat diartikan terdapat

peluang untuk melaksanakan proses audit energi rinci dengan tujuan memperoleh efisiensi konsumsi energi.

### METODE

#### Lokasi Penelitian

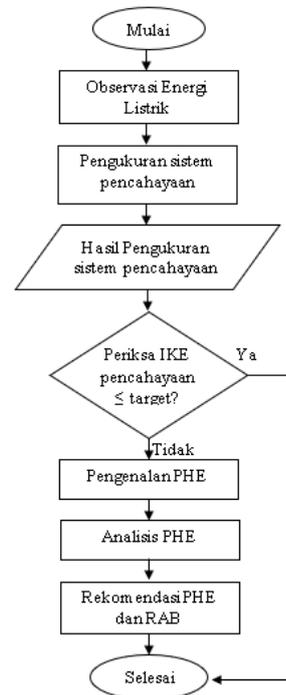
Lokasi penelitian audit energi listrik dilakukan di PT A yang berlokasi pada kawasan industri Jababeka di Kabupaten Bekasi.

#### Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat pengukuran yaitu lux meter dan membutuhkan bahan penelitian yaitu denah bangunan, data peralatan terpasang, historis konsumsi energi listrik, rekening tagihan listrik, daftar harga komponen, analisis harga satuan dan harga satuan pekerja.

#### Tahapan Penelitian

Adapun tahapan dalam audit energi listrik pada penelitian ini dalam bentuk *flowchart* sesuai dengan SNI 6197-2011 sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian Beberapa tahapan penelitian yang dilakukan berdasarkan gambar 1 adalah:

- Melaksanakan observasi energi listrik pada bangunan pabrik
- Mengumpulkan data penelitian pada bangunan pabrik yang meliputi data luas

bangunan, konsumsi energi listrik pada beban penerangan.

3. Melakukan audit energi awal mendapatkan nilai IKE
4. Mengetahui kesesuaian sistem pencahayaan dapat mengukur intensitas cahaya menggunakan lux meter.
5. Melakukan pengenalan peluang hemat energi dengan pengolahan audit rinci.
6. Menentukan dalam pengkondisian pencahayaan pada ruangan dengan persamaan 2.2 standardisasi dan target yang ditentukan
7. Penghematan energi yang direkomendasikan pada penelitian ini dilengkapi dengan rencana anggaran biaya (RAB) dalam memperkirakan biaya pelaksanaan proyek kedepan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

- Intensitas Konsumsi Energi Gedung

Dalam perhitungan intensitas konsumsi energi menggunakan data konsumsi energi pada intensitas penerangan dan sistem pendingin ruangan dengan perbandingan standar IKE menurut SNI 03-61969-2000, maka mendapatkan hasil perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Dari data historis konsumsi daya, maka dapat menghitung besar nilai IKE bangunan pabrik pada PT A dengan persamaan 2.1 sebagai berikut:

Konsumsi energi = 3.311.050 kWh/tahun

Luas bangunan gedung = 13.841 m<sup>2</sup>

$$IKE = \frac{\text{konsumsi energi total (kWh)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}} \\ = \frac{3.311.050 \text{ kWh}}{13.841 \text{ m}^2} \\ = 239,2 \text{ kWh/m}^2\text{/tahun}$$

- Sistem Pencahayaan

Dalam pengamatan penelitian aktivitas di PT A berlangsung hampir 24 jam dikarenakan proses produksi dibagi dalam tiga shift. Pengukuran intensitas pencahayaan telah ditetapkan dan Hasil pengukuran nilai intensitas pencahayaan dikomparasi dengan SNI 6197:2011 mengenai Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Pada Bangunan Gedung.

Akumulasi energi listrik yang digunakan sistem penerangan pada PT A

senilai 6.901,2 kWh/bulan dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 11.879.243 setiap bulan. Dalam kurun waktu satu tahun konsumsi energi listrik pada beban penerangan senilai 82.814,4 kWh/tahun dengan biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 142.550.911 selama setahun. Hasil pengukuran nilai intensitas pencahayaan dan komparasi mendapatkan hasil yang dibawah standar yang sudah ditetapkan, maka perlu dilakukannya pengkondisian intensitas pencahayaan pada tiap ruang.

- Peluang Hemat Energi

Auditor dalam pelaksanaan audit energi dengan tujuan penghematan konsumsi energi listrik tidak mengurangi tingkat produktivitas atau kenyamanan di lingkungan kerja. Peluang hemat energi dilakukan pada 3 lantai dengan 420 unit lampu.

- PHE *No Cost*

Peluang penghematan energi menggunakan metode dengan melakukan pembersihan sistem penerangan ruangan, pengupayaan cahaya alami, dan dapat menerapkan pengurangan operasi pada beban listrik selama sejam. Perhitungan peluang penghematan energi *no cost* menghasilkan konsumsi energi sebesar 6.381,75 kWh/bulan. Daya awal pada beban penerangan ruangan sebesar 6.901,2 kWh/bulan sehingga memiliki selisih sebesar 519,45 kWh/bulan.

- PHE *Low Cost*

Penghematan energi *low cost* melakukan penggantian lampu sejenis dengan penambahan daya. Mengganti lampu dilakukan dengan perhitungan jumlah kebutuhan lampu pada masing-masing ruangan, sehingga tercapai hasil dengan kesesuaian standarisasi yang ditetapkan. Perhitungan dilakukan pada ruang *meeting* dengan ukuran sebagai berikut:

$$n = \frac{E \times A}{F \times k_p \times \eta_{arm} \times kd} \\ = \frac{300 \times 29}{2500 \times 2,40 \times 0,59 \times 0,85} \\ = 2,89 \approx 3 \text{ unit armature}$$

Perhitungan peluang penghematan energi *low cost* yang menghasilkan konsumsi energi listrik sebesar 2.687,04 kWh/bulan.

Daya awal pada beban penerangan sebesar 6.901,2 kWh/bulan sehingga memiliki selisih sebesar 4.214,16 kWh/bulan.

- PHE *High Cost*

Penghematan energi *low cost* melakukan penggantian dengan lampu LED yang lebih hemat energi. Mengganti lampu dilakukan dengan perhitungan jumlah kebutuhan lampu pada masing-masing ruangan, sehingga tercapai hasil dengan kesesuaian standarisasi yang ditetapkan. Perhitungan dilakukan pada ruang *meeting* dengan ukuran sebagai berikut:

$$n = \frac{E \times A}{F \times k_p \times \eta_{arm} \times kd}$$

$$= \frac{300 \times 29}{2300 \times 2,40 \times 0,59 \times 0,85}$$

$$= 3,14 \approx 3 \text{ unit armature}$$

Perhitungan peluang penghematan energi *low cost* yang menghasilkan konsumsi energi listrik sebesar 1.661,40 kWh/bulan. Daya awal pada beban penerangan sebesar 6.901,2 kWh/bulan sehingga memiliki selisih sebesar 5.239,8 kWh/bulan.

- Hasil Akhir Peluang Hemat Energi

Hasil akhir peluang hemat energi telah diolah data dalam pengidentifikasi efisiensi konsumsi energi listrik secara optimal. Peluang hemat energi akhir diakumulasikan dari seluruh peluang penghematan energi yang telah dihitung, didapat total rincian total penghematan pada tabel berikut;

Tabel 1 Hasil Akhir Peluang Hemat Energi

| No                      | Jenis PHE     | Daya Awal (kWh/bulan) | Daya setelah PHE (kWh/bulan) | IKE (kWh/m <sup>2</sup> /bulan) | IKE (kWh/m <sup>2</sup> /tahun) |
|-------------------------|---------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1                       | PHE No Cost   | 6.901,2               | 6.381,75                     | 0,97                            | 11,64                           |
| 2                       | PHE Low Cost  | 6.901,2               | 2.687,04                     | 0,41                            | 4,90                            |
| 3                       | PHE High Cost | 6.901,2               | 1.661,40                     | 0,25                            | 3,03                            |
| Total Hasil Penghematan |               |                       | 10.730,19                    | 1,63                            | 19,39                           |

- Rancangan Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya dalam pelaksanaan audit energi pencahayaan sebesar Rp 47.050.000. Rencana anggaran biaya pada penerapan rekomendasi dalam sistem penerangan sebesar Rp 36.691.200. Rekapitulasi perhitungan rencana anggaran biaya mendapatkan hasil sebesar Rp 83.741.200 untuk pelaksanaan efisiensi konsumsi energi listrik melalui konservasi energi pada bangunan pabrik.

- Pembahasan

Perhitungan nilai IKE menghasilkan 239,2 kWh/m<sup>2</sup>/tahun yang memperoleh kesesuaian dalam standarisasi pada bangunan kantor (komersial). Pada pengukuran sistem penerangan ruangan mendapatkan hasil yang dibawah standar yang sudah ditetapkan, maka perlu dilakukannya pengkondisian intensitas pencahayaan pada tiap ruang yang sesuai pada standarisasi.

Hasil rekomendasi peluang penghematan energi listrik memiliki nilai IKE yang diperoleh meningkat lebih efisien dari sebelum identifikasi peluang hemat energi pada sistem penerangan dan ruangan yaitu senilai 230,57 kWh/m<sup>2</sup>/tahun dengan biaya sebesar Rp 5.493.399.201 terjadi penurunan biaya pengeluaran tagihan listrik. Investasi dalam biaya modal penghematan konsumsi energi listrik pada PHE *low cost* membutuhkan sebesar Rp 16.110.000 dengan masa *payback periode* selama 0,12 tahun atau 1 bulan 14 hari. Pada PHE *high cost* membutuhkan biaya modal Rp 20.581.200 dengan masa *payback periode* selama 0,6 tahun atau 7 bulan 6 hari. Jika PHE *low cost* dan PHE *high cost* dilakukan bersama membutuhkan biaya modal Rp 36.691.200 dengan masa *payback periode* selama 0,22 tahun atau 2 bulan 20 hari.

### SIMPULAN

Dari penelitian efisiensi konsumsi energi listrik melalui konservasi energi pada bangunan pabrik yang dilakukan di PT A, diketahui nilai IKE 239,2 kwh/m<sup>2</sup>/tahun sudah sesuai standar yang memiliki potensi konservasi energi. Hasil pengukuran sistem penerangan teridentifikasi tingkat intensitas

cahaya dibawah standar SNI 6197-2011. Pada sistem penerangan mendapatkan penghematan konsumsi energi listrik sebesar 5.239,8 kWh/bulan. Nilai IKE didapat setelah penghematan mendapatkan hasil senilai 230,57 kWh/m<sup>2</sup>/tahun dengan biaya pengeluaran tagihan listrik sebesar Rp 5.493.399.201 yang dalam artian rekomendasi terjadi efisiensi yang sesuai dengan standarisasi

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPPT, *Indonesia Energy Outlook 2020 - Special Edition Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi di Indonesia*. 2020.
- [2] I. D. Prakoso, *Audit Energi Listrik Pada Pabrik Produksi Pt . Utama Multiniaga Indonesia Di Kota Kudus*. 2020.
- [3] J. Teruna, "Audit Energi Awal Melalui Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi ( IKE ) Listrik," *J. Elektr. Borneo*, vol. 5, no. 2, pp. 27–30, 2019.
- [4] A. Wahyudi and dadang s. Permana, "analisis audit energi di gedung ab kabupaten tangerang," *J. Tek. mesin*, vol. 06, pp. 1–9, 2017.
- [5] M. V. Fauzan and B. Husodo, "Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Peralatan Listrik di Gedung Kantor PT PLN (Persero) UPT Bogor," *J. Teknol. Elektro*, vol. 11, no. 1, p. 16, 2020, doi: 10.22441/jte.2020.v11i1.003.
- [6] S. Miqrada, "Analisis Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Dengan Audit," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/44264>.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 6197: 2011 Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan," *Standar Nas. Indones.*, pp. 1–38, 2011.
- [8] A. Y. Nugraha and O. Kurdi, "Studi upaya penghematan energi listrik pada gedungastabrata pt mekar armada jaya," *J. Tek. Energi*, vol. 14, no. 1, pp. 25–30, 2018.
- [9] R. Rahim, Asniawaty, T. Martosenjoyo, S. Amin, and R. Hiromi, "Karakteristik Data Temperatur Udara dan Kenyamanan Termal di Makassar," *Pros. Temu Ilm. IPLBI*, vol. 1, no. 1, pp. 75–79, 2016.
- [10] N. N. Rahayu, D. Suhendi, and E. Wismiana, "Audit Energi Listrik pada PT. X," *Progr. Stud. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Pakuan*, pp. 1–9, 2015.