

Prosedur Energi Listrik

Oleh:

Dr. Giri Wiyono, M.T.

*Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta*

giriwiyono@uny.ac.id

Prosedur Audit Energi Listrik Pada Bangunan Gedung

- Konsep Audit Energi Listrik
- Proses Audit Energi Listrik
- Intensitas Konsumsi Energi (IKE)





Pre Test

1. Apa yang anda ketahui tentang audit energi listrik ?
2. Bagaimana proses yang dilakukan dalam audit energi listrik ?
3. Apa yang anda ketahui tentang Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dan apa satuannya ?
4. Apa tindak lanjut yang dilakukan jika nilai IKE lebih besar daripada nilai IKE standar ?
5. Parameter apa saja yang harus diukur untuk menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik ?



Audit Energi Listrik

- Teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi listrik pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara penghematannya.
- Bertujuan untuk mengetahui potret penggunaan energi listrik dan mencari upaya yang perlu untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik.



Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik

- Istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya pemakaian energi listrik dalam bangunan gedung dan dinyatakan dalam satuan KWh/m^2 .
- Hasil nilai IKE harus sama atau lebih kecil dari nilai standar dan selalu diupayakan untuk dipertahankan lebih rendah di masa-masa mendatang.



Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik untuk Indonesia (Hasil penelitian ASEAN-USAID, 1987)

No	Jenis Tempat	Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE)
1.	Perkantoran (komersial)	240 KWh/m ² per tahun
2.	Pusat belanja	330 KWh/m ² per tahun
3.	Hotel/Apartemen	300 KWh/m ² per tahun
4.	Rumah sakit	380 KWh/m ² per tahun



Audit Energi Listrik

- Dilakukan dalam dua bagian, yaitu:
 - Audit energi awal
 - Audit energi terinci
- Audit energi listrik dilakukan oleh pemilik gedung/pengelola gedung berdasarkan data rekening pembayaran energi listrik yang dikeluarkan dan luas gedung.



Audit Energi Awal

- Dilakukan pengumpulan data energi bangunan dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran.
- Data yang diperlukan:
 - Dokumentasi bangunan (denah bangunan, gambar instalasi, diagram garis tunggal)
 - Pembayaran rekening listrik bulanan
 - Tingkat hunian bangunan (occupancy rate)



Audit Energi Terinci

- Dilakukan apabila nilai IKE lebih besar daripada nilai standar
- Dilakukan apabila alat-alat ukur energi telah tersedia/terpasang lengkap dlsi dalam gedung terutama yang digunakan untuk mengukur besarnya IKE.



Proses Audit Energi Listrik (1)

- Audit Energi Awal, yaitu:
 - Pengumpulan dan penyusunan data historis energi listrik tahun sebelumnya.
 - Menghitung besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) listrik tahun sebelumnya.
- Hasilnya berupa data historis energi listrik dan hasil perhitungan IKE.



Proses Audit Energi Listrik (2)

- Audit Energi Terinci, yaitu:
 - Melakukan penelitian dan pengukuran konsumsi energi listrik.
 - Memeriksa nilai IKE ($IKE > Target$)
 - Mengenali kemungkinan PHE.
 - Analisa PHE (Peluang Hemat Energi).
 - Rekomendasi PHE
 - Implementasi PHE.
- Hasilnya berupa nilai IKE.



Menghitung Besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik

- 1.** Rincian luas bangunan & luas total bangunan (m^2).
- 2.** Tingkat pencahayaan ruang (Lux/m^2).
- 3.** Daya listrik total yang dibutuhkan (kVA atau kW).
- 4.** Intensitas daya terpasang per m^2 peralatan lampu ($Watt/m^2$).
- 5.** Daya listrik terpasang per m^2 luas lantai untuk keseluruhan bangunan.
- 6.** Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik bangunan.
- 7.** Biaya energi bangunan.



Formulir Perhitungan Energi Listrik

Data Konsumsi Energi Listrik Tahun

Nama gedung:

Jumlah orang :

Luas lantai : m²

Bulan	KWh (LWBP)	KWh (LWBP)	KVArh	Total KWh	Total Biaya	Occupancy rate
Jan						
Feb						
.....						
Des						
Total						
Rata ² / bln						



Perhitungan Energi Listrik

Energi	Total/ tahun	Tota KWh/ tahun	Total Rp/ tahun	KWh/ m ² . tahun	Rp/m ² . tahun	Rp/ KWh
Listrik						
Solar						
Elpiji						
Bensin						
Minyak tanah						
Total						



Rekapitulasi

Occupancy (%)	Luas lantai (m ²)	KWh/m ² . tahun	Rp/m ² . tahun	Rp/ KWh	Target konsumsi energi (KWh/m ² .tahun)	
.....					Kesimpulan	Baik/ Cukup/ Kurang
Estimasi 100%						



Penelitian Energi

- Audit energi terinci perlu dilakukan apabila audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE listrik lebih besar dari nilai standar yang ditentukan.
- Audit energi terinci untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan tersebut sehingga dapat diketahui peralatan pengguna energi apa saja yang pemakaiannya energinya cukup besar.



Profil Penggunaan Energi

- Perkantoran

Jenis Peralatan	Penggunaan Energi (%)
Air Conditioning	66,0
Pencahayaan	17,4
Lift	3,0
Pompa Air	4,9
Lain-lain	8,7
Total	100,0



Profil Penggunaan Energi

- Perhotelan

Jenis Peralatan	Penggunaan Energi (%)
Air Conditioning	48,50
Pencahayaan	16,97
Lift	8,05
Cleaning & Laundry	5,32
Utilitas	18,67
Lain-lain	2,49
Total	100,0



Profil Penggunaan Energi

- Rumah Sakit

Jenis Peralatan	Penggunaan Energi (%)
Air Conditioning	56,60
Pencahayaan	18,99
Cleaning & Laundry	3,46
Fasilitas medis	11,62
Utilitas	3,82
Lain-lain	5,51
Total	100,0



Pengukuran Energi Listrik

- Seluruh analisa energi bertumpu pada hasil pengukuran.
- Hasil pengukuran harus dapat diandaalkan dan mempunyai kesalahan (*error*) yang masih dapat diterima.
- Alat ukur yang digunakan telah dikalibrasi sesuai ketentuan yang berlaku.
- Alat ukurnya dapat berupa alat ukur dipasang tetap (*permanent*) atau alat ukur dipasang tidak tetap (*portable*).

Tingkat Pencahayaan

- Alat ukurnya yaitu Lux-meter.
- Tingkat pencahayaan bidang kerja diukur secara horizontal 75 Cm di atas permukaan lantai.
- Suatu luasan tertentu diambil nilai rata-rata dari beberapa titik pengukuran.

$$E_{\text{rata-rata}} = \frac{F_{\text{total}} \times k_p \times k_d}{A} \quad (\text{Lux})$$



Pengukuran Tingkat Pencahayaan

■ Persamannya :

$$E_{\text{rata-rata}} = \frac{F_{\text{total}} \times k_p \times k_d}{A} \text{ (Lux)}$$

■ F_{total} : Fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen).

■ k_p : koefisien penggunaan

■ k_d : koefisien depresiasi (penyusutan)

■ A : luas bidang kerja (m^2).



Tingkat Pencahayaan Minimum

Fungsi ruang	Tingkat pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna
Teras rumah	60	1 atau 2
Ruang tamu	120 - 250	1 atau 2
Ruang makan	120 - 250	1 atau 2
Ruang kerja	120 - 250	1
Kamar tidur	120 - 250	1 atau 2
Kamar mandi	250	1 atau 2
Dapur	250	1 atau 2
Garasi	60	3 atau 4



Kelompok Renderasi Warna

Kelompok renderasi warna	Rentang indeks renderasi warna (Ra)	Tampak warna
1	$Ra > 85$	dingin
		sedang
		hangat
2	$70 < Ra < 85$	dingin
		sedang
		hangat
3	$40 < Ra < 70$	
4	$Ra < 40$	



Contoh Perhitungan (1)

- **Diketahui:**

- Suatu ruangan dengan luas = 10.000 m^2 , dan ruangan ini tidak ber-AC (non AC), besarnya konsumsi energi listrik 400 KW.

Jam operasi per hari = 10 jam,

Jam operasi per bulan = 25 hari.

- **Hitung:**

Besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per tahun.



Jawaban (1)

- **Konsumsi Energi rata-rata per hari**
= 400 (KW) x 10 (jam) = 4.000 (KWh).
- **Konsumsi Energi rata-rata per bulan**
= 4000 (KWh) x 25 (hari) = 100.000 KWh/bln.
- **Konsumsi Energi rata-rata per tahun**
= 100.000 KWh x 12 bln = 1.200.000 KWh/th.
- **Intensitas Konsumsi Energi per tahun thd luas**
= 1.200.000 KWh/th / 10.000 m²
= 120 KWh/m². tahun.



Contoh Perhitungan (2)

- **Diketahui:**

- Suatu ruangan dengan luas ruangan ber-AC = 8.000 m^2 , dgn konsumsi energi listrik 480 KW . Sedangkan luas ruangan tidak ber-AC adalah 2.000 m^2 , dgn konsumsi energi listrik 80 KW .

Jam operasinya per hari = 10 jam,

Jam operasinya per bulan = 25 hari.

- **Hitung:**

Besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per tahun.



Jawaban (2)

- **Konsumsi Energi per tahun ruang non AC**
= $80 \text{ KW} \times 10 \text{ jam} \times 25 \times 12 = 240.000 \text{ KWh/th}$
- **Konsumsi Energi per tahun ruang ber-AC**
= $480 \text{ KWh} \times 10 \times 25 \times 12 = 1.440.000 \text{ KWh/th}$
- **Total Konsumsi Energi per tahun**
= $240.000 + 1.440.000 = 1.680.000 \text{ KWh/th.}$
- **Intensitas Konsumsi Energi per tahun thd luas**
= $1.680.000 / 10.000 = 168 \text{ KWh/m}^2 \text{. tahun.}$
- **Intensitas Konsumsi Energi per th thd luas AC**
= $1.680.000 / 8.000 = 210 \text{ KWh/m}^2 \text{. tahun.}$



Contoh Perhitungan (3)

- **Diketahui:**

- Suatu ruangan dengan luas ruangan ber-AC = 8.000 m^2 , dgn konsumsi energi listrik 480 KW . Terbagi atas ruang yang disewakan 7.000 m^2 dan ruang yang tidak disewakan 1.000 m^2 . Sedangkan luas ruangan tidak ber-AC adalah 2.000 m^2 , dgn konsumsi energi listrik 80 KW .
Jam operasi/hari = 10 jam, per bulan = 25 hari.

- **Hitung:**

Besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per tahun thd ruang yg disewakan.



Jawaban (3)

- Total Konsumsi Energi per tahun
 $= 240.000 + 1.440.000 = 1.680.000 \text{ KWh/th.}$
- IKE per tahun thd luas
 $= 1.680.000 / 10.000 = 168 \text{ KWh/m}^2. \text{ tahun.}$
- IKE per tahun thd luas yang disewakan
 $= 1.680.000 / 7.000 = 240 \text{ KWh/m}^2. \text{ tahun.}$
- IKE per tahun thd luas yang tidak ber-AC
 $= 1.680.000 / 2.000 = 840 \text{ KWh/m}^2. \text{ tahun.}$



Kesimpulan

- Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung komersial dapat berbentuk:
 - IKE per tahun terhadap luas bangunan
 - IKE per tahun terhadap luas yang ber-AC
 - IKE per tahun terhadap luas yang disewakan.



Contoh Perhitungan (4)

- **Diketahui:**

- Sebuah hotel mempunyai jumlah kamar = 169.
Luas bangunan = 31.079 m²,
Luas ruangan yang ber-AC = 21.939 m².
Konsumsi Energi per tahun = 13.466.160 KWh

- **Hitung:**

Besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per tahun pada *occupancy rate* 59%.



Jawaban (4)

- **IKE per tahun thd luas bangunan**
= $13.466.160 / (31.079 \times 0,59)$
= 734,4 KWh/m². tahun
- **IKE per tahun thd luas yang ber-AC**
= $13.466.160 / (21.939 \times 0,59)$
= 1.040 KWh/m². tahun
- **IKE per tahun thd kamar yg disewakan**
= $13.466.160 / (169 \times 0,59)$
= 135.053 KWh/kamar. tahun



Analisa Peluang Hemat Energi

- Penurunan Daya Tersambung PLN
- Sebuah hotel menyambung daya PLN 345 KVA tahun 1994. Biaya penyambungan listrik sebesar Rp. 58.650.000,-
- Setelah hotel beroperasi selama 4 tahun ternyata pemakaian listriknya rata-rata berkisar antara 205 KVA saja, dengan beban puncaknya sebesar 250 KVA selama 2 jam dalam sehari.
- Hotel ini berkeinginan untuk menurunkan daya tersambung dari 345 KVA menjadi 279 KVA.



Perhitungan Penurunan Daya PLN

- Biaya Operasional bulan Oktober 1997

No	Jenis biaya	Pemakaian	Harga	Total
1.	Biaya beban	345	23.900	8.245.500
2.	Biaya LWBP	110.000	238	26.180.000
3.	Biaya WBP	24.000	285	6.840.000
	Sub total			41.265.500
4.	Biaya PLJ		0,03	1.237.965
5.	Meterai	1	2.000	2.000
	Total biaya			42.505.465



Perhitungan Penurunan Daya PLN

■ Biaya Operasional bulan Nopember 1998

No	Jenis biaya	Pemakaian	Harga	Total
1.	Biaya beban	279	23.900	6.668.100
2.	Biaya LWBP	110.000	238	26.180.000
3.	Biaya WBP	24.000	285	6.840.000
	Sub total			39.688.100
4.	Biaya PLJ		0,03	1.190.643
5.	Meterai	1	2.000	2.000
	Total biaya			40.880.743



Kesimpulan

- Penurunan Daya Tersambung PLN dari 345 KVA menjadi 205 KVA ternyata dapat menghemat biaya listrik setiap bulannya sebesar Rp. 1.624.722,-
(dengan asumsi perhitungan harga listrik PLN bulan Nopember 1998)
- Hal ini sebagai salah satu strategi dalam penerapan program manajemen energi listrik pada konsumen industri.



Post Test

1. Apa yang anda ketahui tentang audit energi listrik ?
2. Bagaimana proses yang dilakukan dalam audit energi listrik ?
3. Apa yang anda ketahui tentang Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dan apa satuannya ?
4. Apa tindak lanjut yang dilakukan jika nilai IKE lebih besar daripada nilai IKE standar ?
5. Parameter apa saja yang harus diukur untuk menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik ?



Terimakasih