

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Studi Literatur**

Audit energi merupakan salah satu upaya penghematan energi dimulai dengan cara mengetahui sumber-sumber pemborosan pemakaian energi serta memberikan analisa dan jawaban mengenai tindakan yang bisa dilakukan untuk pemakaian energi yang lebih tepat tanpa mengurangi produktifitas. Audit energi juga diartikan sebagai pemeriksaan atas penggunaan energi oleh peralatan atau sistem untuk memastikan bahwa energi pada sistem digunakan dengan efisien. Atau dengan kata lain, audit energi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi potensi penghematan energi pada suatu bangunan, serta mengidentifikasi dan mengevaluasi [1]. Audit energi ini juga biasa disebut dengan suatu metode yang digunakan untuk melakukan penghitungan tingkat konsumsi energi listrik pada suatu bangunan. Kemudian hasil audit energi tersebut akan dilakukan perbandingan dengan nilai standar yang telah ada dan kemudian tahap selanjutnya adalah mencari solusi penghematan konsumsi energi listrik jika tingkat konsumsi energi telah melewati batas standar yang telah ditetapkan.

Tujuan audit energi adalah untuk mengetahui IKE (Intensitas Konsumsi Energi) listrik, sehingga suatu gedung dapat dikategorikan sangat hemat, hemat, normal atau boros. Dan juga untuk mengidentifikasi peluang yang kemungkinan dilakukan penghematan energi tanpa mengurangi produktifitas dan kenyamanan penghuninya [2].

Menurut Vincenzo Corrado, Ilaria Ball, Simona Paduos dan Lidia Tulipano [3] adalah bahwa pengetahuan tentang kinerja energi bangunan melalui metodologi penilaian energi yang efektif diperlukan untuk mengatur langkah-langkah yang cocok untuk dapat meningkatkan efisiensi energi pada bangunan.

#### **2.2 Tinjauan Teori**

Energi listrik merupakan suatu energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik/energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan A (Ampere) dan tegangan listrik dengan satuan V (Volt) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan W (Watt) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain.

## 2.2.1 Audit Energi

Audit energi merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menghitung besarnya konsumsi energi listrik pada bangunan dan digunakan juga sebagai solusi bagaimana cara penghematannya. Tujuan dari audit energi ini adalah untuk mengetahui berapa besar IKE (Intensitas Konsumsi Energi) listrik yang digunakan, sehingga dengan mengetahui besar atau kecilnya nilai konsumsi energi maka suatu bangunan tersebut dapat dikategorikan sangat hemat, hemat, normal, atau boros. Manfaat dari audit energi adalah mengetahui besarnya nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi), mengurangi pemborosan energi listrik tanpa mengurangi kenyamanan dan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi [4]. Proses audit energi terdiri dari 2 bagian yaitu:

### 1) Audit energi awal

Audit energi awal merupakan suatu kegiatan yang meliputi pengumpulan data energi pada bangunan dengan data yang telah tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Audit energi awal ini dapat dilakukan melalui pemilik/pengelola bangunan yang bersangkutan dengan cara melihat berdasarkan data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dan luas bangunan tersebut. Data awal yang dapat dihitung adalah:

- a) Konsumsi listrik bulanan (kWh/bulan)
- b) Data rincian dari luas bangunan ( $m^2$ )
- c) Biaya penggunaan energi listrik (Rp/kWh)
- d) Nilai IKE pada gedung ( $kWh/m^2$ )

Untuk mengetahui ukuran luas pada suatu ruangan dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Luas} = P \times L \quad (2.1)$$

Penjelasan :

Luas = Luas bangunan

P = Panjang

L = Lebar

Sedangkan untuk mengetahui volume pada suatu ruangan dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$V = \text{Luas} \times T \quad (2.2)$$

Penjelasan :

V = Volume

Luas = Luas bangunan

T = Tinggi

## 2) Audit energi rinci

Audit energi rinci merupakan suatu pengukuran atau penghitungan yang dilakukan apabila audit energi awal memiliki hasil nilai IKE listrik lebih dari nilai standar yang telah ditetapkan. Audit energi rinci ini sangat perlu dilakukan untuk mengetahui penggunaan energi pada bangunan, sehingga dapat diidentifikasi peralatan elektronika apa saja yang pemakaiannya cukup besar. Audit rinci ini dilakukan dengan cara:

- a) Melakukan perbandingan antara nilai IKE awal dengan nilai IKE target dan mengetahui konsumsi energi pada bangunan
- b) Melakukan identifikasi peluang konservasi energi apa saja yang dapat dilakukan

### 2.2.2. IKE (Intensitas Konsumsi Energi)

IKE (Intensitas Konsumsi Energi) listrik merupakan istilah yang biasa digunakan untuk menyatakan besarnya pemakaian energi dalam bangunan gedung dan dinyatakan dalam satuan kWh/m<sup>2</sup> per tahun. IKE (Intensitas Konsumsi Energi) sangat diperlukan dalam perhitungan untuk mengetahui tingkat efisiensi energi suatu gedung. Untuk mengetahui tingkat efisiensi energi dapat dilakukan dengan membandingkan IKE (Intensitas Konsumsi Energi) gedung dengan standar IKE (Intensitas Konsumsi Energi) yang telah ditetapkan di Indonesia. IKE dapat dituliskan dalam persamaan [5]:

$$IKE = \frac{\text{Konsumsi Energi(kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \quad (2.3)$$

Penjelasan :

Ke = Konsumsi Energi (kWh)

Lb = Luas Total Bangunan (m<sup>2</sup>)

IKE = Intesitas Konsumsi Energi (kWh/m<sup>2</sup>)

Dalam melakukan penghitungan besarnya nilai IKE pada suatu bangunan, ada beberapa istilah yang biasa digunakan, antara lain:

- 1) IKE listrik per-satuan luas kotor bangunan

Luas kotor = Luas bangunan ber-AC + Luas bangunan Tanpa AC.

- 2) IKE listrik persatuan luas total bangunan yang dikondisikan.
- 3) IKE persatuan luas ruang dari bangunan yang disewakan.

Menurut data pedoman pelaksanaan konservasi energi dan pengawasan di lingkungan Departemen Pendidikan Nasional nilai IKE dari suatu bangunan terdiri dari 2 kriteria yaitu bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC [6].

Tabel 2.1 Bangunan tidak ber-AC

Kriteria	Keterangan
<p>Efisien (0,84-1,67) kWh/m<sup>2</sup></p>	<p>a) Penggunaan peralatan energi listrik dilakukan sesuai dengan prosedur b) Penggunaan energi masih mungkin dilakukan dengan efisien lagi melalui sistem manajemen energi</p>
<p>Cukup Efisien (1,67-2,4) kWh/m<sup>2</sup></p>	<p>a) Penggunaan energi cukup efisien sehingga peluang konservasi energi dapat dilakukan b) Perbaikan secara efisien dapat dilakukan dengan pemeliharaan bangunan dan peralatan listrik lainnya</p>
<p>Boros (2,4-3,34) kWh/m<sup>2</sup></p>	<p>a) Audit energi perlu diterapkan agar perbaikan dapat segera dilakukan sehingga pemborosan energi dapat dihindari b) Desain bangunan dan pengoperasian pada gedung tidak mempertimbangkan konservasi energi terlebih dahulu.</p>
<p>Sangat Boros (3,34-4,17) kWh/m<sup>2</sup></p>	<p>a) Desain pengoperasian, instalasi peralatan dan pemeliharaan tidak sesuai dengan prosedur penghematan energi b) Melakukan peninjauan ulang atas semua instalasi dan peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan c) Audit energi merupakan suatu langkah awal yang perlu dilakukan</p>

Tabel 2.2 Bangunan ber-AC

Kriteria	Keterangan
<p>Sangat Efisien (4,17-7,92) kWh/m<sup>2</sup></p>	<p>a) Bangunan sesuai dengan standar konservasi energi b) Pengoperasian peralatan listrik sesuai dengan prosedur manajemen energi</p>
<p>Cukup Efisien (7,92-14,58) kWh/m<sup>2</sup></p>	<p>a) Pemeliharaan bangunan dan peralatan masih sesuai dengan prosedur yang ditetapkan b) Melakukan peningkatan efisiensi penggunaan energi</p>
<p>Agak Boros (14,58-19,17) kWh/m<sup>2</sup></p>	<p>a) Desain pengoperasian dan instalasi peralatan tidak sesuai dengan penghematan energi b) Audit energi perlu dilakukan agar efisiensi perbaikan dapat dilakukan</p>
<p>Boros (19,17-23,75) kWh/m<sup>2</sup></p>	<p>a) Desain pengoperasian tidak sesuai dengan tidak mengacu pada penghematan energi b) Audit energi perlu dilakukan agar kerusakan pada peralatan dapat diperbaiki untuk menghindari pemborosan</p>

Sangat Boros (23,75-37,75) kWh/m <sup>2</sup>	a) Audit energi merupakan langkah awal yang harus dilakukan b) Instalasi/peralatan harus dilakukan peninjauan ulang dan dilakukan penerapan manajemen energi
---	---

### 2.2.3.Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan disebut juga sistem penerangan, yaitu suatu sistem yang berkaitan dengan tata cahaya dan merupakan salah satu sistem yang sangat vital pada suatu bangunan, karena sangat mempengaruhi kenyamanan, kualitas kerja, dan produktifitas dalam bekerja.

Tingkat pencahayaan merupakan besarnya cahaya yang dibutuhkan untuk menerangi suatu ruangan. Parameter ini dinyatakan dalam satuan *Lux*. Alat untuk mengukur tingkat pencahayaan adalah *Lux* meter. Dalam menentukan besaran cahaya, salah satu pedoman yang bisa digunakan untuk mengetahui nilai standar pencahayaan yang telah ditetapkan oleh pemerintah adalah SNI-03-6197-2000 dimana terdapat standar lux yang dibutuhkan setiap ruangnya [7].

Kuat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan pada bidang kerja. Yang dimaksud dengan bidang kerja ialah bidang horizontal imajiner yang terletak 0,75 meter di atas lantai pada seluruh ruangan. Merujuk rumus yang dikemukakan Schiler, kuat pencahayaan dapat dihitung dengan persamaan [8]:

$$\text{Jumlah Lumener (N)} = \frac{E \times L \times W}{\text{Lumen} \times \text{LLF} \times \text{Kp} \times n} \quad (2.4)$$

Keterangan :

E = Kuat penerangan (LUX)

L = Panjang (Length) ruangan

W = Lebar (Width) ruangan

Lumen = Total pencahayaan pada lampu

LLF = (Light Loss Factor) rugi-rugi cahaya bernilai (0,7-0,8)

Kp = Koefisien Pemakaian (0,5-0,65)

n = Jumlah Lampu

Perhitungan kuat pencahayaan rata-rata diperoleh dari hasil pengukuran kuat pencahayaan yang diambil dari beberapa tempat di dalam ruangan dengan menggunakan luxmeter, menggunakan persamaan:

$$\text{Daya Maksimum} = \frac{N \times \text{jumlah lampu} \times \text{watt lampu}}{A} \quad (2.5)$$

Keterangan :

N = Jumlah Luminer

A = Luas Ruangan

#### 2.2.4. Sistem Tata Udara

Sistem tata udara merupakan suatu proses mendinginkan atau memanaskan udara, sehingga dapat mencapai suhu dan kelembaban yang diinginkan sehingga dapat mengendalikan aliran udara serta kebersihannya. Pada proses sistem tata udara ini tidak hanya dapat mengontrol suhu ruangan saja, melainkan juga dapat menjaga kelembaban, tekanan udara, tingkat kebersihan dan masih banyak lagi. Oleh karena itulah, sistem tata udara ini sangatlah diperlukan demi menghasilkan kualitas udara yang baik dan sehat bagi penghuninya serta sebagai penunjang kenyamanan aktifitas dan produktifitas dalam kehidupan manusia.

#### 2.2.5. PHE (Peluang Hemat Energi)

PHE (Peluang Hemat Energi) merupakan suatu cara yang mungkin bisa diperoleh dalam usaha untuk mengurangi pemborosan energi. Potret penggunaan energi adalah gambaran menyeluruh tentang pemanfaatan energi pada bangunan gedung meliputi: jenis, jumlah penggunaan energi, peralatan energi, intensitas energi, profil beban penggunaan energi, kinerja peralatan energi dan peluang hemat energi, serta keseluruhan maupun per-area di bangunan gedung pada periode tertentu.

Waktu pengembalian investasi merupakan suatu waktu yang digunakan untuk melakukan suatu tindakan peluang hemat energi dalam satuan biaya. Sehingga dapat mengetahui berapa lama dalam mencapai modal/biaya yang dilakukan dalam suatu tindakan. Untuk mengetahuinya maka dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [9]:

$$SPB = \frac{\text{Investasi pembelian alat}}{\text{Penghematan yang dihasilkan/Bulan}} \quad (2.6)$$

#### 2.2.6. Analisis Peluang Hemat Energi

Apabila peluang hemat energi telah dikenali, selanjutnya perlu ditindaklanjuti dengan analisa peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksana rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Penghematan energi pada bangunan gedung tidak dapat diperoleh begitu saja dengan cara mengurangi kenyamanan penghuni.