

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Berdasarkan sebelumnya yang dilakukan oleh Royahat, 2020. Universitas Semarang yang berjudul "*Analisis Sistem Manajemen Energi di Hotel Gumaya*". Penelitian ini membahas indentifikasi titik pemborosan energi, menentukan besarnya hemat energi yang bisa dicapai serta menentukan pilihan yang tepat terhadap pengoperasian peralatan yang hemat energi. Dari hasil penelitian tersebut, pengolah energi yang dilakukan oleh Hotel Gumaya masih kurang bagus, karena dapat di lihat dari saving potential yang masih berada di bawah standard yang ditetapkan. Sehingga pihak hotel sebaiknya dimasa mendatang dapat lebih melakukan penghematan energi [4].

Penelitian kedua oleh Tri Wahyu Budiman. Skripsi Tahun 2019 Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang berjudul "*Audit Energi Listrik dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pendingin dan Pencahayaan di Gedung D3 Ekonomi UII*" yang didalamnya menyatakan bahwa penelitian ini melakukan metode observasi dan konservasi energi, yang dimulai dengan mengumpulkan data, melakukan analisis dan perhitungan nilai IKE gedung. Memberikan rekomendasi peluang penghematan energi yaitu *low cost* dan *high cost*, dengan mengaplikasikan rekomendasi peluang penghematan energi didapatkan peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik sebesar 2.37 kWh/m<sup>2</sup>/tahun dengan penghematan energi listrik sebesar 10.705,26 kWh/m<sup>2</sup>/bulan dimana sebelumnya termasuk golongan gedung ber-AC efisien menjadi golongan gedung ber-AC sangat efisien [6].

Penelitian ketiga oleh Muhammad Faruq, 2020. Fakultas Teknologi Industri Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang berjudul "*Audit Energi Listrik dan Analisis Efisiensi Penghematan Konsumsi Energi Listrik pada Gedung Sayap Timur Kampus III AKPRID Yogyakarta*". Penelitian ini membahas audit energi sederhana ini yang dilakukan dengan bertujuan untuk memperoleh gambaran secara umum pemakaian energi di bangunan berdasarkan data dan informasi secara umum pemakaian listrik dan berbagai jenis energi lainnya yang telah ada dan

tersedia di pihak manajemen bangunan Institusi Sains & Teknologi AKPRID Yogyakarta. Dari hasil penelitian ini di dapat perhitungan bahwa nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Gedung Sayap Timur Kampus 3 IST AKPRID sebesar 19,83 kwh/m<sup>2</sup>/bulan masuk dalam kategori boros untuk gedung ber-AC [3].

Penelitian Keempat oleh Daeng Supriadi Pasisarha. Jurnal tahun 2012 Mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang yang berjudul “*Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di Kampus Polines*” yang didalamnya menyatakan bahwa penelitian ini melakukan metode deskriptif kasuistik disertai bantuan uji statistik digunakan untuk mengevaluasi profil pemakaian listrik dan IKE Kampus Politeknik Negeri Semarang selama kurun 2005 sampai 2010. Hasil evaluasi menunjukkan IKE Kampus Politeknik Negeri Semarang ternyata masih tergolong sangat efisien menurut pedoman penggunaan listrik untuk gedung perkantoran[8]

Penelitian kelima oleh Jati Untoro, Herri Gusmedi, Nining Purwasih. Jurnal tahun 2014 Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung yang berjudul “*Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila*” yang didalamnya menyatakan bahwa penelitian ini audit energi dilakukan pada gedung-gedung yang ada di Universitas Lampung. Gedung-gedung tersebut meliputi Gedung Perpustakaan, Gedung Serbaguna dan Gedung A Fakultas Pertanian. Kegiatan yang dilakukan meliputi audit energi awal dan audit energi rinci yaitu menghitung IKE dan mencari peluang penghematan energi di gedung-gedung tersebut. Dari hasil penelitian, didapatkan IKE pada gedung-gedung tersebut. Gedung perpustakaan nilai IKE 34,31 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Pada GSG IKE 26,89 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Dan pada gedung A Fakultas Pertanian IKE 77,74 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan energi listrik pada setiap gedung sudah sangat efisien karena standar IKE pada gedung dan perkantoran adalah 240 kWh/m<sup>2</sup>/tahun [9].

Penelitian keenam oleh Rakiba Rayhana, Tahsin Hasan, Rattan Data. Jurnal tahun 2015 Mahasiswa Dept. of Electrical and Electronic Enggining BRAC Univercity Dhaka, Bangladesh yang berjudul “*Electric and Lighting Energy Audit*” : *A Case Study of Selective Commercial Buildings in Dhaka*” yang didalamnya menyatakan bahwa penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan energi listrik

pada bangunan komersial di Dhaka cukup tidak efisien bisa dikurangi secara signifikan hingga 8% - 15% pengurangan energi peralatan listrik dan hingga 28% - 45% untuk penerangan dengan mengganti komponen yang lebih efisien[10].

Penelitian ketujuh oleh Muradi Suwargina. Skripsi tahun 2017 Mahasiswa Teknik Elektro Sekolah Tinggi Fatahillah Cilegon yang berjudul “*Audit Energi pada Bangunan Gedung DPRD Kabupaten Sleman*” yang didalamnya menyatakan bahwa penelitian ini audit bangunan gedung DPRD Kabupaten Sleman terdiri dari 3 gedung, dengan fungsi sebagai gedung perkantoran dan ruang rapat. Kebutuhan energi listrik untuk operasional gedung disuplai dari PLN sebagai sumber utama dengan daya sebesar 82,5 kVA. Nilai IKE untuk gedung DPRD Kabupaten Sleman berdasarkan konsumsi energi pertahun kemudian dibagi terhadap luas bangunan ber-AC atau yang dikondisikan dengan luas bangunan yang dikondisikan 7224 m<sup>2</sup> diperoleh pada tahun 2016 sebesar 11,998 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Indikator nilai IKE gedung DPR Kabupaten Sleman masuk kualitas daya listrik yang disuplai oleh PLN melalui transformator distribusi pada gedung tersebut cukup baik[11].

Dari beberapa kajian terdahulu yang telah dipaparkan di atas, maka perbedaan pada penelitian ini adalah penelitian ini dilakukan pada tempat yang berbeda yaitu Sekolah Dasar Islam Al Azhar 21 Pontianak. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Audit Energi awal dengan menghitung nilai intensitas konsumsi energi (IKE), melakukan analisa, menghitung nilai PHE dan menghitung nilai EER (*Energy Efficiency Ratio*) dan COP (*Coefficient Of Performance*) yang merupakan indikator efisiensi energi pada AC (*Air Conditioner*).

## **2.2 Konservasi Energi**

Konservasi energi adalah cara untuk memanfaatkan energi dengan efektif dan efisien tanpa mengurangi kebutuhan pemakaian dan kenyamanan pengguna. Konservasi energi bertujuan untuk meminimalkan konsumsi energi dengan cara mengurangi pemborosan penggunaan energi yang tidak dibutuhkan. Pengurangan pemborosan konsumsi energi berdasarkan dengan standar yang berlaku sehingga tidak mengurangi kenyamanan dan kebutuhan konsumen. Untuk mengetahui sistem mana saja yang dapat dilakukan penghematan, maka kita terlebih dahulu harus melakukan audit energi[8].

Dalam melakukan konservasi energi ada 3 bagian penting yang harus diperhatikan yaitu pengamatan pada energi, sumber energi yang dimaksud adalah suplai energi yang digunakan pada bangunan/gedung tersebut seperti energi listrik yang bersumber dari PLN atau pemakaian generator set (GENSET) di gedung tersebut. Yang kedua adalah konversi energi, maksudnya adalah pemilihan teknologi yang digunakan seperti peralatan listrik, penggunaan lampu atau pemakaian listrik untuk sistem pengkondisian udara serta optimasi dan efisiensi dari penggunaan sumber energi tersebut. Yang terakhir adalah konsumsi energi bertitik berat pada perilaku pengguna sumber energi dan pemakaian sumber energi sesuai dengan kebutuhan atau tidak[9].

Konservasi sumber daya energi adalah pengelolaan sumber daya energi yang menjamin pemanfaatannya dan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai dan keanekaragamannya (UU No. 30 Tahun 2007)[5]. Konservasi energi merupakan upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya (PP No. 70 Tahun 2009)[7].

Pelaksanaan konservasi energi mencakup seluruh tahap pengelolaan energi. Pengelolaan energi meliputi kegiatan (PP No. 70 Tahun 2009):

- a. Penyediaan energi;
- b. Pengusahaan energi;
- c. Pemanfaatan energi; dan
- d. Konservasi sumber daya energi.

Pelaksanaan konservasi energi dalam kegiatan penyediaan energi meliputi (PP No. 70 Tahun 2009):

- a) Perencanaan yang berorientasi pada penggunaan teknologi yang efisien energi;
- b) Pemilihan prasarana, sarana, peralatan, bahan, dan proses yang secara langsung ataupun tidak langsung menggunakan energi yang efisien; dan
- c) Pengoperasian sistem yang efisien energi [7].

Negara Indonesia kaya akan sumber energi, tetapi pemanfaatannya selama ini belum seimbang karena terlalu banyak tergantung pada sumber energi minyak bumi. Padahal sumber energi minyak bumi dewasa ini merupakan sumber pendapatan yang terpenting dan persediaannya terbatas. Ketergantungan pada satu

sumber energi yaitu minyak bumi dan produk turunannya ini tidak dapat dibiarkan secara terus menerus karena kebutuhan energi akan terus meningkat baik disebabkan meningkatnya industri maupun pertambahan jumlah penduduk serta adanya peningkatan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, di samping harus secepatnya mengembangkan sumber-sumber energi dari bahan bakar non fosil seperti biomassa, biogas, dan sebagainya, harus juga berusaha untuk dapat mengoptimalkan penggunaan energi minyak bumi secara lebih tepat, cermat, hemat dan efisien dalam rangka pelaksanaan program konservasi energi [5].

### **2.3 Audit Energi**

Audit energi adalah teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara penghematannya. Bila gedung telah dibangun dan digunakan, tentunya perlu mengetahui sejauh mana efisiensi penggunaan energi bangunan tersebut. Kegiatan audit energi digunakan secara tepat, efisien, dan rasional. Audit energi digunakan untuk mengidentifikasi kebocoran atau pemborosan energi dapat dilacak dan ditelusuri langkah-langkah perbaikan (retrofitting) [3]. Lingkup kegiatan audit energi mencakup hal-hal sebagai berikut:

1. Melakukan identifikasi penggunaan energi khususnya yang berkaitan dengan jenis energi, komponen penggunaan energi, sistem pemakaian dan biaya energi.
2. Observasi tingkat penggunaan energi sesuai dengan kondisi bangunan dan jenis penggunaannya.
3. Mengetahui dimana potensi terbesar untuk memperbaiki efisiensi penggunaan energi yang dapat dilakukan.
4. Bagaimana melakukan perbaikan efisiensi tersebut. Audit didefinisikan sebagai proses mengevaluasi sebuah bangunan dalam penggunaan serta, mengidentifikasi peluang untuk mengurangi konsumsi energi.

Audit energi merupakan kegiatan untuk mengidentifikasi dimana berapa energi yang digunakan serta berapa potensi penghematan yang mungkin diperoleh dalam upaya mengoptimalkan penggunaan energi pada fasilitas unit/sistem gedung[1]. Audit energi terbagi menjadi 2 bagian, yaitu:

### 2.3.1 Audit Energi Awal

Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data konsumsi energi gedung yang sudah tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Audit energi awal pada prinsipnya dilakukan berdasarkan data rekening pembayaran energi dan pengamatan visual [8]. Kegiatan yang dilakukan pada saat audit energi awal adalah sebagai berikut:

1. Dokumen bangunan merupakan gambar teknik bangunan yang sesuai dengan pelaksanaan konstruksi (as built drawing), terdiri dari:
  - a. Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai
  - b. Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.
  - c. Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari diesel (jika ada).
2. Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir.
3. Tingkat hunian bangunan (*occupancy rate*).

### 2.3.2 Audit Energi Rinci

Audit energi rinci adalah audit energi yang dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi. Audit energi rinci dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi bangunan gedung, sehingga dapat diketahui peralatan penggunaan energi apa saja yang pemakaiannya cukup besar. Kegiatan yang dilakukan dalam audit energi rinci adalah:

1. Penelitian konsumsi energi listrik;
2. Pengukuran energi;
3. Identifikasi peluang hemat energi (PHE);
4. Analisis peluang hemat energi (PHE).

## 2.4 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan).

Namun energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik. Pada hakikatnya Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu tahun) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m<sup>2</sup> pertahun. Dan pemakaian IKE ini telah ditetapkan di berbagai negara antara lain ASEAN dan APEC [9].

Menurut pedoman pelaksanaan konservasi energi listrik dan pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional (Teknik Audit Energi Diknas) dalam menentukan prestasi penghematan energi. Untuk gedung kantor dan bangunan gedung komersial dapat mengacu kepada standar nilai IKE yang diperlihatkan pada Tabel 5.1.

Tabel 2.1 Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia

Kriteria	Ruang ber-AC (kWh/M <sup>2</sup> /bln)	Ruang tanpa AC (kWh/M <sup>2</sup> /bln)
Sangat Efisien	4,17 – 7,92	0,84 – 1,67
Efisien	7,92 – 12,08	1,67 – 2,5
Cukup Efisien	12,08 – 14,58	-
Agak Boros	14,58 – 19,17	-
Boros	19,17 – 23,75	2,5 – 3,34
Sangat Boros	23,75 – 37,5	3,34 – 4,17

Intensitas Konsumsi Energi disuatu bangunan atau gedung dapat dijadikan acuan untuk mengetahui keefisien penggunaan energi di dalam gedung atau bangunan tersebut. Standar Intensitas Konsumsi Energi menurut pedoman Permen ESDM No.13 tahun 2012 ditunjukkan pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 [13].

Tabel 2.2 Kriteria IKE Bangunan Gedung Tidak Ber-AC Menurut Permen ESDM No.13 tahun 2012

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik (kWh/m <sup>2</sup> /bulan)
Sangat Efisien	$IKE < 8,5$
Efisien	$8,5 \leq IKE < 14$
Cukup Efisien	$14 \leq IKE < 18,5$
Boros	$IKE \geq 18,5$

Tabel 2.3 Kriteria IKE Bangunan Gedung Ber-AC Menurut Permen ESDM No. 13 Tahun 2012

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik (kWh/m <sup>2</sup> /bulan)
Sangat Efisien	$IKE < 3,4$
Efisien	$3,4 \leq IKE < 5,6$
Cukup Efisien	$5,6 \leq IKE < 7,4$
Boros	$IKE \geq 7,4$

Audit energi rinci dapat dilakukan bilamana nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang diperoleh lebih besar dengan target nilai IKE standar seperti yang dicantumkan di atas. Adapun perhitungan dari IKE sebagai berikut [13]:

$$IKE = \frac{\text{kWh Total}}{\text{Luas Bangunan}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN-USAID pada tahun 1987 yang laporannya baru dikeluarkan pada tahun 1992, target besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik untuk Indonesia adalah sebagai berikut [14]:

- a) IKE perkantoran : 240 kWh/m<sup>2</sup> per tahun
- b) IKE pusat belanja : 330 kWh/m<sup>2</sup> per tahun
- c) IKE hotel/apartemen : 300 kWh/m<sup>2</sup> per tahun
- d) IKE rumah sakit : 380 kWh/m<sup>2</sup> per tahun

**2.5 Peluang Hemat Energi**

Peluang hemat energi dapat dilakukan apabila nilai IKE dari hasil pengukuran yang melebihi dari nilai standar. Menurut PP No.70 Tahun 2009, pada pasal 12 tentang konservasi energi yang menjelaskan harus adanya penghematan energi kemudian setelah menghitung pada metode audit energi maka akan didapatkan total pemakaian pada konsumsi gedung dengan rumus IKE, sehingga juga menghitung total luas gedung, yang kemudian rumus dari PHE adalah [7]:

$$PHE = \Delta IKE \times \Delta Area \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$\Delta IKE$  : Nilai IKE yang terjadi – Target nilai IKE (kWh/m<sup>2</sup>/bulan)

$\Delta Area$  : Luas ruangan (m<sup>2</sup>)

## 2.6 Sistem Pencahayaan

Audit pada sistem pencahayaan bertujuan untuk mengetahui tingkat pencahayaan dalam suatu ruangan, apakah sudah sesuai atau belum dengan fungsi ruangan. Sistem pencahayaan pada bangunan gedung berguna untuk pekerjaan atau kegiatan yang di dalamnya dapat berjalan dengan efisien dan aman. Sistem pencahayaan terbagi dua, yaitu [6]:

### 2.6.1 Sistem Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami adalah pencahayaan yang bersumber dari cahaya alam seperti cahaya matahari. Pencahayaan alami dikatakan sukses apabila memaksimalkan tingkat pencahayaan di dalam ruangan dan juga mengoptimalkan kualitas penerangan [12].

### 2.6.2 Sistem Pencahayaan Buatan

Sistem pencahayaan buatan merupakan pengguna energi listrik terbesar kedua pada sebuah bangunan gedung. Sistem pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi suatu ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat kebutuhan pencahayaan alami tidak mencukupi untuk menerangi suatu ruangan. Besarnya tingkat pencahayaan ruangan sudah diatur dalam SNI 6197-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan [15].

Tabel 2.4 Standar Tingkat Pencahayaan Lembaga Pendidikan dan Perkantoran

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)
Ruang Kelas	350
Perpustakaan	300
Ruang Kerja/Kantor	300
Koridor	100
Laboratorium	500
Ruang Gambar	750
Kantin	200
Ruang Rapat	300

Sumber: Dokumen Teknis Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, 2011

Jumlah konsumsi energi listrik pada sistem pencahayaan dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$\text{Energi / hari} = (P.t) / 1000 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

t = Waktu (Jam)

## **2.7 Sistem Tata Udara**

Pengadaan suatu sistem tata udara adalah agar tercapai kondisi temperature, kelembapan, kebersihan dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang diharapkan. Untuk kondisi iklim di Indonesia (tropis), proses pengkondisian udara yang berupa pendinginan banyak sekali digunakan. Pendingin ini berfungsi untuk menciptakan kondisi nyaman bagi beberapa aktivitas manusia. Semakin nyaman suatu ruangan tentu akan meningkatkan produktifitas di dalamnya. Sistem tata udara terdiri dari 2, yaitu [14] :

### **2.7.1 Sistem Tata Udara Alami**

Sistem tata udara alami hanya mengandalkan tata ruang dan aliran udara sekitar bangunan gedung. Untuk ruangan yang tidak menggunakan peralatan pendingin udara harus memiliki lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan ventilasi silang agar aliran udara dapat berjalan. Sistem tata udara alami ini merupakan jendela, pintu, dan ventilasi.

### **2.7.2 Sistem Tata Udara Buatan**

Sistem tata udara buatan digunakan untuk mengendalikan kondisi termal, kualitas, dan sirkulasi udara di dalam ruangan untuk memenuhi persyaratan kenyamanan termal penggunaan bangunan. Sistem tata udara buatan biasanya menggunakan AC (*Air Conditioner*) sebagai pendingin ruangan yang merupakan paling banyak digunakan di Negara-negara tropis seperti Indonesia.

AC atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Alat ini dipakai bertujuan untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. Untuk negara beriklim tropis yang terdiri dari musim hujan dan musim panas, pada saat musim panas suhu ruangan tinggi sehingga penghuni tidak nyaman. Di lingkungan tempat kerja, AC juga dimanfaatkan sebagai salah satu cara dalam upaya peningkatan produktivitas kerja. Untuk dapat menghasilkan udara dengan kondisi yang diinginkan, maka peralatan yang dipasang harus mempunyai kapasitas yang sesuai

dengan beban pendinginan yang dimiliki ruangan tersebut.

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan pada saat menentukan kebutuhan PK AC pada suatu ruangan yakni daya pendingin AC (BTU/hr-*British Thermal Unit*) daya listrik (watt) dan PK compressor AC. Secara umum orang mengenal angka PK (*Paard Kracht/Daya Kuda/ Horse Power*) pada AC. Sebenarnya PK adalah satuan daya compressor AC bukan daya pendingin AC. Namun PK lebih dikenal ketimbang BTU/hr di masyarakat awam [6].

Tabel 2.5 Tabel Konversi BTU ke PK

<b>BTU/hr</b> <b>( British Thermal Unit/ Hour)</b>	<b>PK Tata Udara</b> <b>( Paard Kracht )</b>
± 5000	1/2 PK
± 7000	3/4 PK
± 9000	1 PK
± 12000	1,5 PK
± 18000	2 PK
± 26000	3 PK

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan besar PK AC ini adalah :

$$PK\ AC = Besar\ Ruang\ x\ BTU \dots\dots\dots (2.4)$$

Efisiensi sebuah mesin pendingin sering dinyatakan dengan istilah COP (*Coefficient Of Perfomance*) ataupun EER (*Energy Efficiency Ratio*). COP didefinisi sebagai perbandingan laju kalor yang dikeluarkan dengan laju energi yang harus dimasukkan ke sistem. COP berbanding terbalik dengan biaya operasional, apabila COP lebih tinggi maka biaya operasional yang dikeluarkan akan menjadi lebih rendah [6].

$$COP = \frac{Q_e\ (kW)}{W\ (kW)} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

COP = koefisien prestasi

Qe = kapasitas pendingin

W = daya input compressor

EER merupakan indikator efisiensi energi dinyatakan dengan perbandingan antara Btu/h yang dihasilkan AC dengan tenaga listrik watt yang digunakan.

$$EER = \frac{\text{Btu/h}}{W} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

EER = tingkat efisiensi penggunaan energi

Btu/h = kapasitas pendingin AC

W = energi listrik (kWh)

Semakin tinggi angka EER, maka semakin efisien penggunaan energinya. AC dengan EER sama atau lebih besar dari 10 (sepuluh) untuk kondisi saat ini dianggap sudah efisien. Tabel berikut menyajikan kriteria EER dan COP yang merupakan indikator efisiensi energi pada AC.

Tabel 2.6 Kriteria Tanda Hemat Energi Pada AC

No.	Kriteria	EER	COP
1.	Superior	20	6,0
2.	Baik Sekali	>14	4,0
3.	Baik	11 – 14	3,0 – 4,0
4.	Buruk	8,5 – 10	2,5 – 3,0
5.	Buruk Sekali	6,8	2,0

AC berperan lebih dari sekedar mendinginkan udara. AC benar-benar berfungsi sebagai “pengkondisi” udara, yaitu dengan menyingkirkan debu dan kotoran pada saat udara ruangan dihisap melalui filter. Beberapa AC model terbaru malah ada yang diklaim mampu membunuh kuman, bakteri dan virus yang bertebaran di udara. AC juga berfungsi menurunkan kelembaban, membuat udara lebih nyaman pada berbagai temperatur. Manfaat-manfaat ini tentu saja membutuhkan biaya. Karena sebuah unit AC adalah investasi yang terukur, penghematan biaya dan listrik dapat dilakukan dengan cara membeli dan menggunakan AC dengan bijaksana [6].

Apabila memilih diantara merek-merek AC dengan harga, kapasitas dan fitur yang kurang lebih sama, efisiensi energi listrik (EER) dapat dijadikan faktor pembeda. Meskipun unit AC yang lebih hemat listrik harganya lebih mahal, tetapi mungkin itu adalah pilihan yang terbaik. Selanjutnya perlu dipelajari garansi yang diberikan oleh masing-masing merek AC tersebut, selain itu besarnya konsumsi energi listrik yang dibutuhkan oleh unit AC juga dipengaruhi oleh teknologi yang

digunakan. Teknologi pada unit AC ada 3 jenis yaitu konvensional, low wattage dan inverter.

Teknologi AC konvensional boros energi, AC low wattage lebih hemat energi, namun selama beroperasi besarnya daya listrik yang dibutuhkan selalu konstan. Pengaturan suhu ruangan dilakukan melalui thermostat, sehingga kompresor akan hidup dan mati berulang-ulang. Pada AC, teknologi inverter terintegrasi di dalam unit outdoor. Kompresor AC didalam unit outdoor mengubah tingkat kompresi refrigerant, maka dalam proses tersebut dimungkinkan terjadinya pengaturan suhu. Pada kenyataannya, pengaturan ini diperoleh dari perubahan kecepatan motor di dalam Kompresor AC. Maka apabila kecepatan motor dapat dikontrol dengan halus pada berbagai tingkat, inverter control memungkinkan AC tidak hanya hemat listrik, namun juga mampu melakukan pengaturan suhu yang lebih baik. Fungsi kunci dari inverter ini terletak pada komponen yang disebut microcontroller.