



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan pencarian referensi-referensi dari teori yang bersangkutan dengan judul, masalah penelitian, tujuan penelitian, dan metode. Teori-teori yang dibahas didapatkan mulai dari buku, jurnal maupun dari sumber-sumber lain yang relevan.

Di ruangan dibutuhkan kondisi suhu udara yang nyaman untuk beraktifitas. Suhu ruangan yang tinggi menyebabkan aktifitas belajar mengajar serta aktifitas lainnya menjadi kurang efektif. Transfer panas melalui selubung bangunan menyumbang prosentase yang besar dalam jumlah beban pendinginan yang berpengaruh pada suhu dalam ruangan. Berikut adalah adalah teori yang mendukung tentang audit konsumsi energi listrik pada suatu bangunan gedung.

Menurut (Tanod, 2015) yang melakukan penelitian tetang konservasi energy listrik di hotel santika palu. Konsumsi energi listrik di Hotel Santika Palu mengalami peningkatan setiap tahunnya, sehingga perlu dilakukan perhitungan ulang konsumsi energi listrik guna mengetahui apakah konsumsi energi listriknya masih hemat dan efisien atau tidak. Setelah dilakukan perhitungan konsumsi energi listrik, kemudian mencari alternatif peluang untuk penghematannya. Untuk maksud inilah perlu dilaksanakan kegiatan konservasi energi listrik di Hotel Santika Palu. Konservasi energi meliputi audit energi dan manajemen energi pada saat perencanaan, pengoperasian dan pengawasan dalam pemanfaatan energi. Audit energi listrik diawali dengan pengumpulan data historis gedung Hotel Santika Palu. Kemudian menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik selama 14 bulan terakhir dari data rekening listrik yang ada di Hotel Santika Palu. Dilanjutkan pengukuran tingkat pencahayaan di setiap ruangan. Dari hasil perhitungan IKE tersebut akan diketahui tingkat efisiensi konsumsi energi listrik pada gedung Hotel Santika Palu. Peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik di Hotel Santika Palu disektor penerangan atau pencahayaan buatan dapat dilakukan dengan mengganti daya lampu yang ada di setiap ruangan, dimana daya lampu tersebut penggunaannya melewati batas standar tingkat pencahayaan sesuai fungsi suatu ruangan.

Menurut (Mulyadi, 2013) yang melakukan penelitian tentang Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penggunaan Energi di Gedung Fmipa Jica Universitas



Pendidikan Indonesia. Metode yang dilakukan adalah pengumpulan dan pengolahan data historis konsumsi energi gedung, kemudian menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Dari hasil perhitungan intensitas konsumsi energi akan diketahui tingkat efisiensi penggunaan energi listrik pada gedung tersebut. Hasil yang didapatkan adalah Efisiensi konsumsi energi listrik pada gedung FPMIPA JICA Universitas Pendidikan Indonesia dapat ditingkatkan dengan mengganti lampu-lampu yang mati pada sejumlah titik cahaya serta pemasangan filter aktif maupun pasif pada alat-alat elektronik non-linier sehingga total distorsi harmonisa arus (THD I) dapat dikurangi.

Menurut (Ciptomulyono, 2012) yang membahas tentang Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya. Metode yang dilakukan adalah melakukan pengumpulan data, melakukan Audit energi, serta menghitung IKE. Hasil yang didapatkan adalah perangkingan, diketahui alternatif penghematan yang direkomendasikan pada RSUD Haji Surabaya adalah perubahan SOP fasilitas rumah sakit.

Menurut (Rusman dkk, 2012) yang melakukan penelitian tentang audit energi pada Gedung Direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero). Kantor gedung direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (PTPN XIII) berada di daerah perkantoran dan bisnis, jalan Sultan Abdurrachman No. 11 Pontianak, Kalimantan Barat. Kebutuhan energi listrik untuk operasional gedung disuplai dari PLN sebagai sumber utama dengan daya sebesar 240 kVA dan sumber listrik cadangan (genset) berkapasitas 250 kVA. Kualitas daya listrik yang disuplai oleh PLN melalui transformator distribusi pada gedung tersebut cukup baik, dari hasil pengukuran parameter tegangan, arus dan faktor daya (*power factor*) masih memenuhi standard mutu yang ditetapkan oleh IEC. Komposisi pengguna energi terbagi dalam tiga kelompok beban yaitu; beban penerangan 4,54%, air conditioner (AC) 57,36% dan peralatan kantor lainnya 38,10%. Berdasarkan standard konservasi energi yang digunakan oleh Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia dan ASEAN – USAID, intensitas konsumsi energi (IKE) dalam gedung digolongkan dalam dua bagian yaitu ruangan ber-AC dan tanpa AC. Penggunaan energi listrik rata-rata dari rekening listrik selama 8 bulan dari bulan maret sampai dengan Oktober 2011 adalah sebesar 39,593 kWh/bulan, dengan tariff rata-rata sebesar Rp 966,10 /kWh. Potensi penghematan dari selisih penggunaan energi dari penggantian AC konvensional dengan AC *inverter* hemat energi untuk seluruh gedung kantor direksi PT. PN XIII (Persero) adalah sebesar Rp 13,083,536 /bulan atau Rp 157,002,429 /tahun. Penggantian lampu TL dengan lampu LED



tidak terlalu signifikan dalam penurunan rekening listrik karena prosentasenya cukup kecil, namun dalam jangka panjang akan berdampak positif bagi lingkungan, juga panas yang dihasilkan oleh lampu LED jauh lebih rendah (lebih sejuk) dari lampu lain sehingga dapat menurunkan beban kerja AC, dan apabila teknologinya sudah lebih murah, lampu LED merupakan alternatif pilihan yang tepat untuk solusi hemat energi pada sistem penerangan.

Menurut (Sulistiyowati, 2012) yang melakukan penelitian tentang Audit Energi Untuk Efisiensi Pemakaian Energi Listrik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan pengukuran daya selama 2 hari, dimana pemakaian daya pada saat beban puncak jam 07:34 sampai dengan jam 14:00 wib sudah mencapai beban maksimal (98,88 %) atau mendekati daya tersambung. Dengan pembebanan yang sudah maksimal terhadap trafo terpasang dapat memperpendek usia pemakaian trafo itu sendiri. Maka, hasil yang didapatkan adalah bahwa biaya perbaikan dan biaya operasional bulanan untuk kerja paralel PLN dan genset lebih murah, dibandingkan dengan tambah daya. Dibutuhkan biaya investasi baru yang lebih besar untuk tambah daya Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Mengacu pada penelitian sebelumnya, yang hanya melakukan audit energi listrik, perhitungan konsumsi energi listrik, dan menentukan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) maka dalam penelitian ini tidak hanya melakukan audit energi listrik, perhitungan konsumsi energi listrik, dan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) saja. Dalam penelitian ini juga melakukan analisis terhadap pengaruh selubung bangunan secara umum pada gedung SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru. Selubung bangunan mempunyai peran terhadap suhu pada sebuah ruangan. Dengan dilakukannya audit ini hendaknya didapat konsumsi energi listriknya, dan mengetahui pengaruh selubung bangunan, serta peluang hemat energi di SMA Muhammadiyah 1 Kota Pekanbaru.

## 2.2 Pengertian Energi

Energi berasal dari bahasa Yunani "*energia*" yang berarti kegiatan atau aktivitas. Kata itu terdiri dari *en* (dalam) dan *ergon* (kerja). Menurut kamus besar bahasa Indonesia energi adalah daya atau kekuatan yang diperlukan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Berdasarkan ilmu fisika energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha/kerja. Kemampuan ini diukur dengan variabel waktu dan besarnya usaha yang dilakukan.





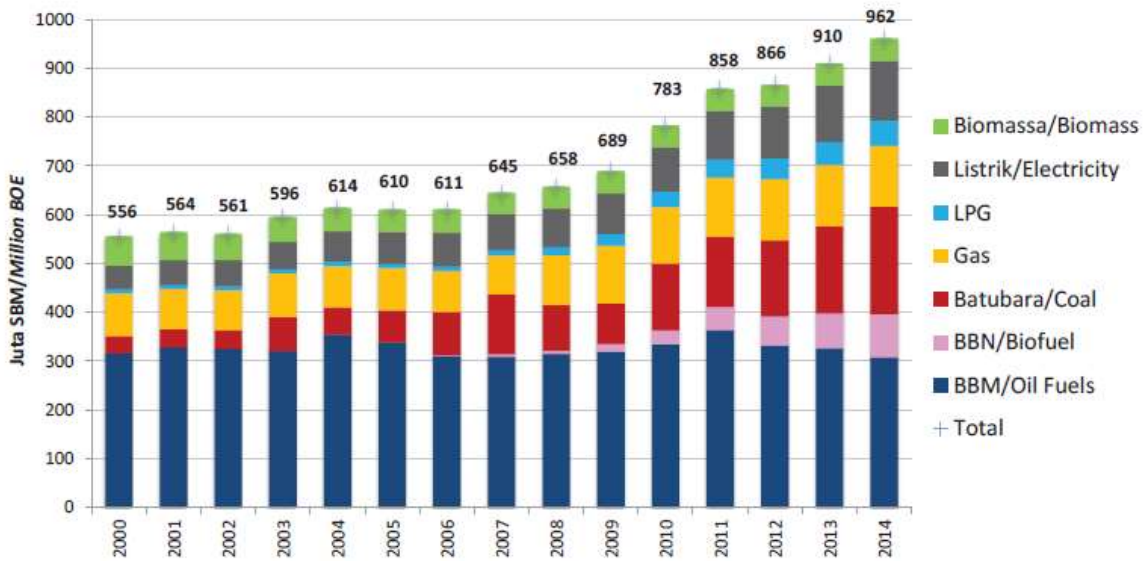
Dalam standar internasional energi memiliki satuan joule (J). Satuan lain dari energi seperti kWh, Erg dan kalori (Kal). *James Prescott Joule* menunjukkan hubungan antara kalori dan joule, yaitu: 1 kalori 4,18 joule atau 1 joule 0,24 kalori. Pengertian energi menurut para ahli adalah sebagai berikut:

1. Menurut *Campbell, Reece* dan *Mitchell* energi ialah kemampuan untuk mengatur ulang suatu materi. Ringkasnya energi adalah kapasitas atau kemampuan melaksanakan kerja.
2. Menurut *Robert L. Wolke*, energi adalah kemampuan untuk membuat sesuatu terjadi.
3. Menurut *Michael J. Moran* energi adalah konsep dasar termodinamika yang menjadi salah satu aspek penting dalam analisis teknik.

Dalam ilmu fisika pada hukum thermo dinamika 1 berbunyi “energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat diubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi yang lain. Di bumi ini matahari adalah sumber energi utama untuk makhluk hidup. Ada dua kategori energi yaitu energi potensial dan energi kinetik. Energi terbagi dalam beberapa jenis diantaranya energi mekanik, listrik, elektromagnetik, kimia, panas bumi, nuklir, angin, air, gelombang laut dan sebagainya.

### 2.2.1 Konsumsi Energi Final Perjenis

Dari kurun waktu 2000 hingga 2014 konsumsi energi terus meningkat. Peningkatan konsumsi energi ini juga disebabkan oleh faktor pertambahan jumlah penduduk. Konsumsi energi listrik juga meningkat, energi listrik merupakan energi yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat saat ini. Pada grafik 2.1 menunjukkan meningkatnya jumlah konsumsi energi, termasuk energi listrik.



Grafik 2.1 Konsumsi Energi Final Perjenis

Sumber: BPPT, Indonesia *Energy Outlook* 2016

Dari grafik 2.1 di atas dapat terlihat kebutuhan listrik terus mengalami peningkatan dari tahun ketahun. Pertumbuhan rata-rata energi listrik sebesar 6,8% pertahun. Peningkatan penggunaan listrik juga disebabkan oleh meningkatnya pendapatan masyarakat sehingga penggunaan peralatan seperti AC, mesin cuci, kulkas, setrika lampu dan peralatan elektronik lainnya meningkat (BPPT Indonesia *Energy Outlook* 2016).

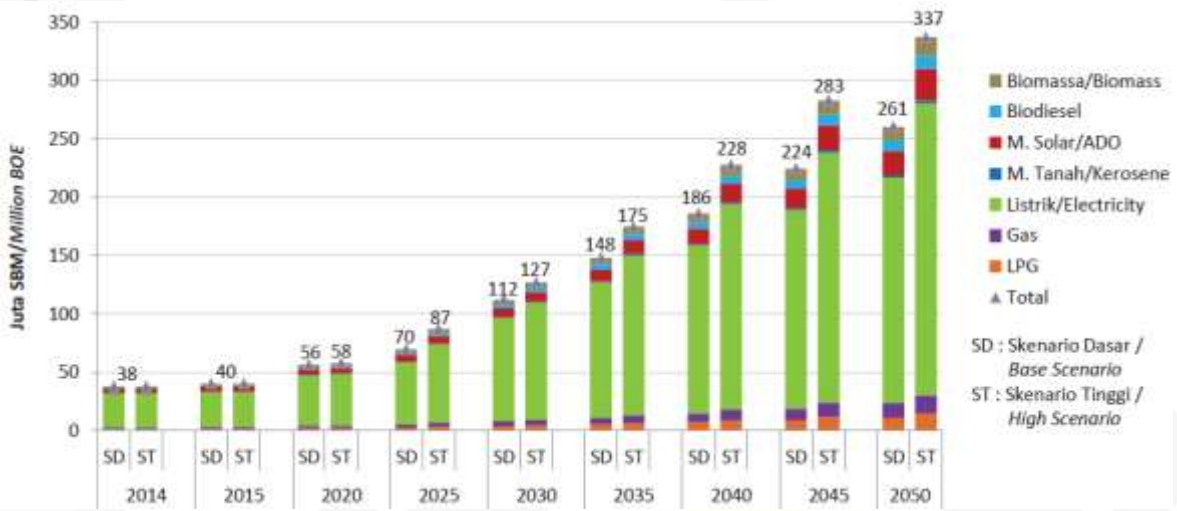
### 2.2.2 Konsumsi Energi Listrik Komersial

Pembangkit listrik ada bersumber dari energi fosil ada juga yang bersumber dari energi terbarukan. Pembangkit listrik dari energi fosil misalnya pembangkit listrik tenaga diesel yang berasal dari bahan bakar minyak, pembangkit listrik tenaga uap yang bahan bakarnya batubara, dan lain sebagainya. Pembangkit listrik energi terbarukan misalnya pembangkit listrik tenaga air, pembangkit listrik dari energi surya, pembangkit listrik dari sampah, pembangkit listrik dari biomassa serta pembangkit listrik lainnya.

Pembangkit listrik dari energi fosil masih dominan dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya. Menurut data dari BPPT Indonesia *energi outlook* 2016 misalnya pembangkit listrik PLTU batubara dominan, PLTU batubara sampai tahun 2050 diprediksi menyumbang energi listrik sebesar 171 GW untuk skenario dasar dan 230 GW untuk skenario tinggi atau mempunyai pangsa di sekitaran 56% dan 61 %. Sebaiknya

energi listrik dari sumber terbarukan terus ditingkatkan kapasitasnya sehingga tidak terlalu bergantung pada energi fosil yang suatu ketika dapat habis.

Dari laporan BPPT Indonesia energy outlook rasio elektrifikasi Indonesia pada 2014 masih 84% artinya masih banyak daerah yang belum mendapatkan listrik sama sekali. Energi listrik banyak digunakan di sektor rumah tangga, sektor industri, sektor komersial seperti bangunan, sekolah, hotel dan lain sebagainya. Pada grafik 2.2 berikut ini terlihat penggunaan energi listrik pada sektor komersial.



Grafik 2.2 Penggunaan Energi Pada Sektor Komersial

Sumber: BPPT, Indonesia Energy Outlook 2016

Grafik diatas menunjukkan penggunaan energi pada sektor komersial dari tahun 2014 hingga tahun 2050. Pada tahun 2014 penggunaan energi final pada sektorr komersial sebesar 38,11 juta SBM dengan 78% listrik digunakan untuk AC, untuk penerangan dan lainnya, minyak solar 10% sebagai bahan bakar genset. Sisanya berupa LPG, gas kota dan kayu bakar masing-masing sekitar 3,65% dan minyak tanah relatif kecil untuk memasak.(BPPT Indonesia Energy Outlook 2016). Pada sektorr komersial energi final didominasi oleh penggunaan energi listrik.

### 2.2.3 Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Konsumsi Energi (IKE), yakni pembagian antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung. Konservasi energi upaya mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan. Pengelolaan energi segala upaya untuk mengatur dan mengelola penggunaan energi seefisien mungkin pada





bangunan gedung tanpa mengurangi tingkat kenyamanan di lingkungan hunian ataupun produktivitas di lingkungan kerja.

Salah satu ukuran hemat tidaknya suatu bangunan dalam memakai energi adalah Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah perbandingan antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung. 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. Secara sederhana, dalam SNI 03-6196-2011 tentang audit energi pada bangunan gedung IKE dapat dituliskan dalam persamaan berikut ini :

$$IKE = \frac{\text{total konsumsi energi (kWh)}}{\text{Luas Gedung}} \tag{2.1}$$

Standar intensitas konsumsi energi dibagi kedalam 2 kelompok, yaitu standar IKE untuk ruangan yang tidak menggunakan AC dan standar ruangan yang menggunakan AC. Standar IKE bangunan tidak ber AC dan IKE bangunan ber AC ditunjukkan oleh tabel 2.1 dan table 2.2 berikut ini:

Tabel 2.1 IKE bangunan tidak ber AC

Kriteria	Keterangan
Efisien (0,84 – 1,67) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	a) Pengelolaan gedung dan peralatan energi dilakukan dengan prinsip konservasi energi listrik. b) Pemeliharaan peralatan energi dilakukan sesuai dengan prosedur. c) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu.
Cukup efisien (1,68 – 2,5) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	a) Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi. b) Perbaikan efisiensi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan.
Boros (2,6 – 3,34) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	a) Audit energi perlu dilakukan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari. b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi.
	a) Instalasi peralatan, desain pengoperasian, dan pemeliharaan tidak mengacu

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.



Sangat boros (3,35 – 4,17) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	<p>pada penghematan energi.</p> <p>b) Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi/peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan.</p> <p>c) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan.</p>
------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sumber: Mulyadi (2013)

Tabel 2.2 IKE bangunan ber AC

Kriteria	Keterangan
Sangat efisien (4,17 – 7,92) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	<p>a) Desain gedung sesuai standar tata cara perencanaan teknis konservasi energi.</p> <p>b) Pengoperasian peralatan energi dilakukan dengan prinsip manajemen energi.</p>
Efisien (7,93 – 12,08) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	<p>a) Pemeliharaan gedung dan peralatan energi dilakukan sesuai prosedur.</p> <p>b) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu.</p>
Cukup efisien (12,09 – 14,58) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	<p>a) Pengguna energi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih memungkinkan.</p> <p>b) Pengoperasian pemeliharaan gedung belum mempertimbangkan prinsip konservasi energi.</p>
Agak boros (14,59 – 19,17) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	<p>a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan perbaikan efisiensi yang mungkin dilakukan.</p> <p>b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi.</p>
Boros (19,18 – 23,75) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	<p>a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari.</p> <p>b) Instalasi peralatan dan desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi.</p>
Sangat boros (23,76 – 37,5) kWh/m <sup>2</sup> /bulan	<p>a) Agar ditinjau ulang atas semua instalasi/peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan.</p> <p>b) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan.</p>

Sumber: Mulyadi (2013)

Tidak menutup kemungkinan nilai intensitas konsumsi energi tersebut berubah sesuai dengan kesadaran masyarakat terhadap penggunaan energi yang baik sesuai standar.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.  
 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.





### 2.3 Tarif Dasar Listrik

Tarif dasar listrik (TDL) adalah tarif yang ditetapkan pemerintah untuk para pelanggan perusahaan listrik negara (PLN). Di Indonesia PLN adalah satu-satunya perusahaan yang boleh menjual listrik secara langsung kepada masyarakat. Oleh karena itu TDL disebut juga dengan tarif dasar listrik yang digunakan untuk pelanggan listrik milik pemerintah untuk masyarakat Indonesia. Tarif dasar listrik digolongkan menjadi beberapa bagian, hal ini dikarenakan oleh pemanfaatan listrik digunakan dalam batas daya yang dibutuhkan dan untuk kegiatan apa daya listrik digunakan.

Untuk tarif dasar listrik di SMA Muhammadiyah 1 Kota Pekanbaru tergolong dalam tarif bisnis B-2/TR hal ini dikarenakan kebutuhannya digolongkan pada daya ini. Tarif ini tidak lagi mendapat subsidi listrik. Berdasarkan pada TDL terbaru PLN tahun 2016 tarif dasar listrik B-2/TR adalah sebesar Rp. 1.461,80/kWh. Untuk itu maka tarif dasar listrik SMA Muhammadiyah 1 Kota Pekanbaru adalah sebesar jumlah tersebut. (Tarif Dasar Listrik PLN 2016).

### 2.4 Audit Energi

Menurut SNI 03-6196-2011 audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi

#### 2.4.1 Macam-macam Audit Energi

Audit energi ada bermacam-macam jenis di mana tiap jenis memiliki fungsi masing-masing. Menurut SNI 03-6196-2011 adapun jenis-jenis audit energi tersebut dapat dibagi menjadi beberapa bentuk, seperti *Walk throug audit*, *preliminary audit*, *detailed audit*, dan *energy management plan and implementation action* dijelaskan sebagai berikut:

##### a. *Walk throug audit*

*Walk throug audit* ini sering disebut dengan mini audit. Audit yang dilakukan secara sederhana, tanpa perhitungan yang rinci, hanya melakukan analisis secara sederhana. Umumnya fokus audit ini adalah pada bidang perawatan dan penghematan yang tidak terlalu memerlukan biaya investasi yang besar.

##### b. *Preliminary audit*

Audit yang hanya dilakukan pada bagian vital saja. Analisa didapat dengan melakukan perhitungan yang cukup jelas. Audit ini meliputi indentifikasi mesin,



analisis kondisi aktual, menghitung konsumsi energi, menghitung pemborosan energi dan beberapa usulan.

c. *Detailed audit*

Audit energi yang dilakukan secara menyeluruh terhadap seluruh aspek yang mengkonsumsi energi listrik beserta semua kemungkinan penghematan yang dapat dilakukan. Biasanya dilakukan oleh lembaga auditor yang profesional dalam jangka waktu tertentu. Pelaksanaan audit didahului dengan analisis biaya audit energi, indentifikasi mesin, analisis kondisi aktual dan menghitung semua konsumsi energi.

Konsumsi energi ini meliputi energi primer dan energi sekunder. Selain itu dilakukan perhitungan pemborosan energi, kesempatan konservasi energi, sampai beberapa usulan untuk melakukan penghematan energi beserta dengan dampak dari usulan tersebut. Untuk mencari kemungkinan penghematan maka harus diketahui terlebih dahulu analisa biaya audit energi, indentifikasi gedung, analisa kondisi sesungguhnya dan menghitung semua penggunaan energi.

d. *Energy management plan and implementation action*

Audit energi yang dilakukan adalah suatu alat dalam manajemen energi. Pada dasarnya audit ini sama dengan *detailed audit*, akan tetapi audit ini dilakukan secara berkesinambungan, dalam jangka waktu yang cukup lama. Audit energi ini dimulai dengan membentuk sebuah organisasi manajemen energi. Hasil dari audit menjadi masukan utama bagi sistem manajemen energi untuk melakukan pengaturan energi secara terpadu.

Tahap yang dilakukan untuk melakukan suatu audit energi yang sederhana, khususnya untuk gedung bertingkat adalah (Septian 2013):

- a. Menetapkan batasan masalah merupakan langkah pertama adalah menetapkan batasan sistem, bagian mana saja dari sebuah perusahaan atau gedung bertingkat yang akan diaudit.
- b. Membentuk sebuah tim audit, tim audit ini bekerja sama dengan operator peralatan dan perlengkapan gedung, elektrikal dan mekanikal gedung, serta konsultasi dalam proyek yang di audit.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- c. Analisis kondisi aktual, beberapa hal yang dilakukan dalam analisis kondisi aktual adalah mendapatkan data teknik, petunjuk dan brosur peralatan elektrikal dan mekanikal. Kemudian melakukan identifikasi penggunaan energi, seperti berapa banyak kebutuhan energi yang digunakan.
- d. Menghitung penghematan adalah melakukan perhitungan besarnya energi yang dapat dihemat sehingga mengurangi biaya operasional / biaya listrik yang digunakan pada gedung tersebut.
- e. Laporan audit, laporan audit memuat semua aspek yang dapat ditemukan dalam auditing, seperti pola konsumsi dan pemborosan yang terjadi. Pada laporan ini juga disertakan prioritas penghematan energi pada bagian tertentu dari objek yang di-audit.
- f. Analisis penghematan, dalam laporan ini juga disertakan beberapa usulan seperti adanya piranti yang dapat ditambahkan beserta dengan analisis dampak yang akan ditimbulkan.
- g. Evaluasi penghematan, setelah melakukan penghematan dalam jangka waktu tertentu dilakukan evaluasi secara berkala.

Audit energi dapat dilakukan melalui suatu pemeriksaan (inspeksi), pendataan (survei), dan menganalisis aliran energi pada suatu bangunan. Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik/pengelola bangunan gedung yang pengamatan visual. Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran.

Data tersebut meliputi :

1. Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan sesuai 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 Generating Set*.
2. Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (BBM), Bahan Bakar Gas (BBG), dan air.





Kegiatan audit energi pada bangunan gedung harus melihat aspek-aspek yang terkait dengan gedung yaitu :

1. Sistem kelistrikan Pada Bangunan Gedung.
2. Sistem Refrigerasi dan Tata Udara Pada Bangunan Gedung.
3. Sistem Tata Cahaya Pada Bangunan Gedung.
4. Sistem Selubung Bangunan Gedung Pada Bangunan Gedung.
5. Sistem Pompa dan Perpompaan Pada Bangunan Gedung.
6. Sistem Peralatan lain (*lift escalator dan boiler*) Pada Bangunan Gedung.
7. Sistem otomasi terintegrasi gedung (*Building Automation System/BAS*) Pada Bangunan Gedung

#### 2.4.2 Kriteria Audit Energi

Audit energi dianjurkan untuk dilaksanakan terutama pada gedung perkantoran, pusat belanja, hotel, apartemen, dan rumah sakit. Dengan melaksanakan audit energi diharapkan :

1. Dapat diketahui besarnya intensitas konsumsi energi (IKE) pada bangunan tersebut.
2. Dapat dicegah pemborosan energi tanpa harus mengurangi tingkat kenyamanan gedung yang berarti pula penghematan biaya energi.
3. Dapat diketahui profil penggunaan energi.
4. Dapat dicari upaya yang perlu dilakukan dalam usaha meningkatkan peluang hemat energi.

#### 2.4.3 Tahapan Audit Energi.

Tahap yang dilakukan untuk melakukan suatu audit energi yang sederhana, khususnya untuk gedung bertingkat adalah :

1. Menetapkan batasan masalah.  
Langkah pertama adalah menetapkan batasan sistem, bagian mana saja dari sebuah perusahaan atau gedung bertingkat yang akan diaudit.
2. Membentuk sebuah tim audit  
Tim audit ini bekerja sama dengan operator peralatan dan perlengkapan gedung, elektrik dan mekanikal gedung, serta konsultasi dalam proyek yang di-audit.



#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3. Analisis kondisi aktual

Beberapa hal yang dilakukan dalam analisis kondisi aktual adalah mendapatkan data teknik, petunjuk dan brosur peralatan elektrikal dan mekanikal. Kemudian melakukan identifikasi penggunaan energi, seperti berapa banyak kebutuhan energi yang digunakan.

### 4. Menghitung penghematan

Melakukan perhitungan besarnya energi yang dapat dihemat. Suatu hal yang harus diperhatikan adalah besarnya penghematan energi tidak linier terhadap investasi yang digunakan.

### 5. Laporan audit

Laporan audit memuat semua aspek yang dapat ditemukan dalam auditing, seperti pola konsumsi dan pemborosan yang terjadi. Pada laporan ini juga disertakan prioritas penghematan energi pada bagian tertentu dari objek yang diaudit.

### 6. Analisis penghematan

Dalam laporan ini juga disertakan beberapa usulan seperti adanya piranti yang dapat ditambahkan beserta dengan analisis dampak yang akan ditimbulkan.

### 7. Evaluasi penghematan

Setelah melakukan penghematan dalam jangka waktu tertentu dilakukan evaluasi secara berkala.

## 2.5 Sistem Penerangan

Sistem penerangan adalah sistem yang mengatur pencahayaan sesuai dengan kebutuhan visual yang dibutuhkan. Sistem penerangan harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat memanfaatkan cahaya matahari sebagai cahaya sumber alami secara maksimal. Hal ini dimaksudkan agar pemakaian energi listrik untuk pencahayan bisa seminimal mungkin. Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam sistem penerangan :

1. Penentuan Intensitas cahaya.
2. Pemakaian sumber.
3. Pemusatan/pengarahannya pada tempat dimana cahaya diperlukan.
4. Pembatasan cahaya dalam tempat tertentu.



**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Persyaratan Pencahayaan.

Sistem pencahayaan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Sistem pencahayaan buatan yang dirancang.
2. Tingkat pencahayaan minimalnya sesuai dengan yang direkomendasikan.
3. Daya listrik untuk pencahayaan sesuai maksimum yang diijinkan.
4. Memenuhi tingkat kenyamanan visual. Sistem pencahayaan alami yang dirancang memanfaatkan semaksimal mungkin pencahayaan siang hari.

b. Penggunaan Energi untuk Pencahayaan Buatan.

Pencahayaan energi untuk pencahayaan buatan dapat diperkecil dengan mengurangi daya terpasang, melalui pemilihan lampu dengan efikasi tinggi, serta ballas dan armatur yang efisien.

c. Pemilihan lampu.

Tabel 2.3 Lampu Pijar

Keuntungan Pemakaian Lampu	Kerugian Pemakaian Lampu
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ukuran filamen kecil maka sumber cahaya dapat dianggap sebagai titik sehingga pengaturan distribusi cahaya lebih mudah.</li> <li>- Perlengkapan sangat sederhana dan dapat ditangani dengan sederhana.</li> <li>- Pemakaian sangat luwes.</li> <li>- Biaya awal rendah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memancarkan 12,6 – 17,5 lumen/watt.</li> <li>- Umur pendek (750 – 1000 jam) makin rendah watt makin pendek umurnya.</li> <li>- Untuk negara tropis, panas dari lampu akan menambah beban AC.</li> <li>- Warna yang cenderung hangat (kemerahan), secara psikologis akan membuat suasana ruangan kurang sejuk.</li> </ul>

Sumber: Hildegardis (2013)





Tabel 2.4 Lampu LED

Keuntungan Pemakaian Lampu	Kerugian Pemakaian Lampu
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memancarkan lebih dari 40 lumen/watt.</li> <li>- Mempunyai warna yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanpa menambah filter sehingga menghemat biaya.</li> <li>- Ukurannya kecil <math>&gt; 2 \text{ mm}^2</math>, sehingga dapat digabung-gabungkan tanpa memerlukan banyak ruang.</li> <li>- Dapat dihidup matikan dengan cepat tanpa mengurangi umur.</li> <li>- Mudah dipasang dimmer.</li> <li>- Mati perlahan-lahan, tidak mendadak.</li> <li>- Berumur panjang (35.000 – 50.000 jam).</li> <li>- Tahan goncangan.</li> <li>- Dapat difokuskan dengan mudah tanpa tambahan alat.</li> <li>- Tidak mengandung merkuri.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harganya relatif mahal.</li> <li>- Terpengaruh oleh suhu.</li> <li>- Peka terhadap tegangan listrik.</li> <li>- Kualitas warna sering menyebabkan warna objek tidak alami karena spectrum cahaya LED berbeda dengan lampu pijar dan matahari.</li> <li>- <i>Blue hazard</i>, lampu LED biru dan putih diduga memancarkan cahaya diatas persyaratan sehingga dapat mengganggu kesehatan mata.</li> <li>- <i>Blue pollution</i>, lampu LED putih memancarkan gelombang warna biru sangat kuat sehingga dapat mengganggu lingkungan.</li> </ul>

Sumber: Hildegardis (2013)

Sistem penerangan atau pencahayaan adalah suatu sistem yang mengatur pencahayaan baik bersifat alami maupun buatan. Untuk mengetahui sistem penerangan, perlu diketahui beberapa satuan yang digunakan diantaranya :

1. *Flux Luminous*.  
Merupakan laju emisi cahaya atau kuantitas cahaya yang diproduksi oleh suatu sumber cahaya yang dinyatakan dalam satuan (Lumen).
2. Efisiensi *Luminous (Efikasi)*.  
Merupakan perbandingan antara laju emisi cahaya (Lumen) dan daya listrik yang digunakan untuk memproduksi cahaya. Efikasi ini dinyatakan dengan satuan (Lumen/Watt).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



3. Iluminasi (E) atau Tingkat Pencahayaan.

Merupakan laju emisi per luas permukaan luas yang dikenainya. Tingkat pencahayaan ini dinyatakan dengan satuan (Lumen/m<sup>2</sup>) atau (lux).

d. Aspek Pencahayaan.

Standar ini mencakup persyaratan minimal sistem pencahayaan pada bangunan gedung agar diperoleh sistem pencahayaan yang sesuai dengan syarat kesehatan, kenyamanan, keamanan dan memenuhi ketentuan yang berlaku untuk bangunan gedung. Pada tabel 2.5 berikut ini adalah tingkat pencahayaan yang direkomendasikan oleh SNI 03-6197-2011.

Tabel 2.5 Tingkat Pencahayaan yang direkomendasikan.

Ruang	Lux	Keterangan
<b>Ruang Perkantoran</b>		
Ruang direktur	350	
Ruang komputer	350	Gunakan armatur bekas untuk mencegah silau akibar pantulan layar monitor
Ruang kerja	350	
Ruang rapat	750	Gunakan cahaya setempat pada meja gambar
Gudang/arsip	150	
Ruang arsip aktif	300	
Lembaga pendidikan		
Ruang kelas	250	
perrpustakaan	300	
laboratorium	500	
Ruang gambar	750	Gunakan pencahayaan setempat pada meja
Kantin	200	

Sumber: SNI 03-6197-2011 Tentang Cahaya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.6 Tingkat Pencahayaan yang direkomendasikan SNI 03-6197-2000

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Renderasi Warna	Temperatur Warna		
			<3300K	3300K-5300K	>5300K
<b>Rumah Tinggal:</b>					
Teras	60	1 atau 2	•	•	
Ruang Tamu	120-150	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		•	•
<b>Perkantoran:</b>					
Ruang Direktur	350	1 atau 2		•	•
Ruang Kerja	350	1 atau 2		•	•
Ruang Komputer	350	1 atau 2		•	•
Ruang Rapat	300	1	•	•	
Ruang Gambar	750	1 atau 2		•	•
Gudang Arsip	150	1 atau 2		•	•
Ruang Arsip Aktif	300	1 atau 2		•	•

Sumber: SNI 03-6197-2000 Tentang Pencahayaan.

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Tabel 2.6 Tingkat Pencahayaan yang direkomendasikan SNI 03-6197-2000 (sambungan)

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Renderasi Warna	Temperatur Warna		
			<3300K	3300K-5300K	>5300K
<b>Lembaga Pendidikan:</b>					
Ruang Kelas	250	1 atau 2		•	•
Perpustakaan	300	1 atau 2		•	•
Laboratorium	500	1		•	•
Ruang Gambar	750	1		•	•
Kantin	200	1	•	•	
<b>Hotel dan Restaurant:</b>					
Lobi, Koridor	100	1	•	•	
Ruang Serba Guna	200	1	•	•	
Ruang Makan	250	1	•	•	
Kafetaria	200	1	•	•	
Kamar Tidur	150	1 atau 2	•		
Dapur	300	1	•	•	

Sumber: SNI 03-6197-2000 Tentang Pencahayaan.

### 1. Pencahayaan Alami.

Pencahayaan alami adalah pencahayaan yang berasal dari matahari pada siang hari. Pencahayaan alami pada siang hari harus dimanfaatkan sebaik-baiknya. Jendela atau selubung bangunan tembus cahaya dapat membantu masuknya sinar matahari. Masuknya sinar matahari dapat membantu pencahayaan pada suatu ruangan pada saat siang hari.

### 2. Pencahayaan Buatan.

Pencahayaan buatan terdorong oleh kebutuhan manusia untuk melakukan aktifitas di malam hari dengan cahaya yang memadai. Terang tidaknya permukaan suatu benda



(objek) ditentukan oleh jumlah cahaya yang datang pada permukaan benda tersebut. Terang ini diukur dalam satuan lumen/m<sup>2</sup> (lux). Makin besar lux, makin jelas permukaan suatu benda (objek).

Prosedur umum perhitungan besarnya pemakaian daya listrik untuk sistem pencahayaan buatan dalam rangka penghematan energi antara lain menentukan lux, menentukan sumber cahaya (jenis lampu) yang paling efisien, menentukan armatur yang efisien, menentukan tata letak armatur, mengitung jumlah fluks *luminus (Lumen)* & jumlah lampu yang diperlukan, menentukan jenis pencahayaan, menghitung jumlah daya terpasang, merancang sistem pengelompokkan penyalaan sesuai dengan letak lubang cahaya yang dapat dimasuki cahaya alami, merancang sistem pengendalian penyalaan yang dapat memanfaatkan pencahayaan alami secara maksimal dalam ruangan.

Selain mengkonsumsi energi yang cukup besar, penerangan buatan memberikan andil terhadap beban pendinginan. Iluminasi atau pancaran tidak hanya menimbulkan efek cahaya tetapi juga menimbulkan radiasi panas yang masuk ke dalam ruangan.

## 2.6 Sistem Tata Udara

Sistem tata udara adalah suatu proses mendinginkan/memanaskan udara sehingga dapat mencapai suhu dan kelembaban yang diinginkan atau yang dipersyaratkan. Pada tabel 2.7 berikut ini adalah standar suhu yang diatur menurut tata cara perencanaan teknis konservasi energi.

Tabel 2.7 Suhu nyaman menurut Standar Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi

Kondisi	Temperatur <i>efektif</i> (TE)	Kelembaban (RH)
Sejuk Nyaman	20,5 °C-22, 8 °C	50 %
Ambang Atas	24 °C	80 %
Nyaman Optimal	22,8 °C- 25,8 °C	70 %
Ambang Atas	28 °C	70 %
Hangat Nyaman	25,8 °C-27,1 °C	60 %
Ambang Atas	31 °C	

Sumber: Standar perencanaan teknis konservasi energi pada bangunan gedung (2010).

*Air conditioner* (AC) adalah peralatan yang digunakan untuk mengambil panas dari suatu area ataupun menyediakan panas di suatu area, dengan menggunakan *refrigeration*

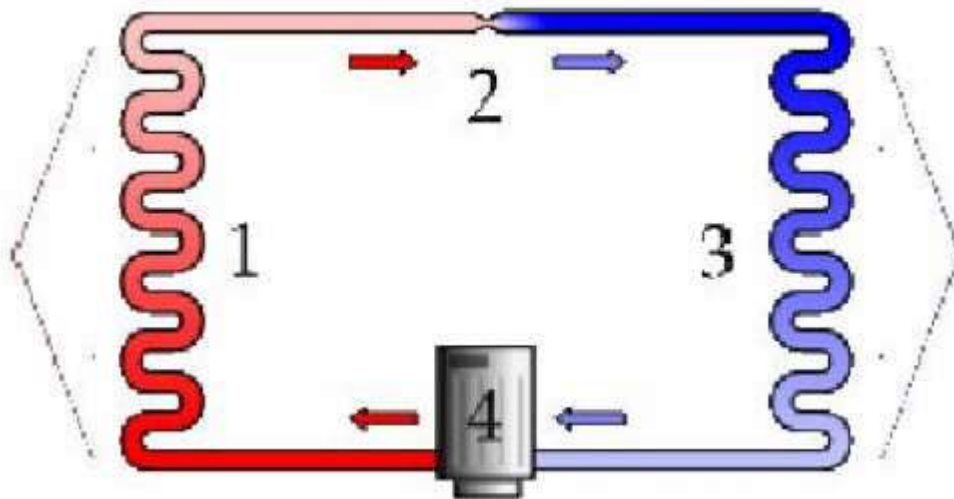


cycle. Secara umum, saat ini AC digunakan untuk mendinginkan dan memanaskan ruangan pada bangunan ataupun pada kendaraan.

Fungsi utama dari AC ada 4 yaitu:

1. Memperoleh suhu yang diinginkan dan konstan sepanjang hari.
2. Memperoleh kelembaban udara yang konstan sepanjang hari
3. Memperoleh sirkuit/aliran udara yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan
4. Membersihkan/menyaring debu dan asap dari udara.

Suatu sistem yang mengkombinasikan pemanasan, ventilasi dan AC sering disebut dengan sistem *Heating, Ventelation and Air Conditioning* (HVAC). Sistem berfungsi untuk menyediakan udara segar yang sudah disaring, pemanasan ataupun pendinginan udara, serta mengontrol kelembaban udara pada suatu ruangan.



Gambar 2.3 Diagram Sistem Pendingin.

Sumber: [komponenac.com](http://komponenac.com)

Keterangan:

1. *Condensing coil*
2. *Expansion valve*
3. *Evaporator coil*
4. *Compressor*



Seperti terlihat dari gambar 2.3 diagram sistem pendingin, AC terdiri dari 4 bagian utama yaitu:

1. *Condensing coil*, yaitu berupa pipa berkelok-kelok yang dilewati cairan pendingin (*refrigerant*) yang bersuhu lebih tinggi dibandingkan cairan pendingin pada evaporator coil. Bagian ini berada di luar ruangan (*outdoor side*). Fungsinya adalah membunag panas yang dibawanya ke udara luar agar cairan pendingin menjadi dingin kembali, sehingga terjadi perubahan *refrigerant* dari fase uap menjadi cair.
2. *Expansion valve* (katub pengembang), berupa titik peralihan zat pendingin dari fase cair ke gas.
3. *Evaporator coil*, yaitu berupa pipa berkelok-kelok yang dilewati cairan pendingin (*refrigerant*) yang bersuhu rendah. Bagian ini akan mengurangi kelembaban dari udara ruang yang dilaluinya dan mengambil panasnya, sehingga terjadi perubahan *refrigerant* dari fase cair menjadi uap. *Evaporator coil* merupakan bagian yang diletakkan di dalam ruangan (*indoor side*)
4. *Compressor*, berfungsi secara terus menerus memberikan tekanan dan hisapan pada cairan pendingin (*refrigerant*). Saat ini *Refrigerant* atau yang dikenal dengan istilah *freon* (Syntetic Refrigerant) yaitu CFC, HFC dan HCFC (C-Chloro, F-Fluor, C-Carbon, H-Hydro). *Chlor* adalah gas yang merusak lapisan ozon sedangkan *Fluor* adalah gas yang menimbulkan efek rumah kaca.

## 2.7 Selubung Bangunan

Selubung bangunan menurut SNI 03-6389-2011 adalah elemen bangunan yang menyelubungi bangunan gedung, yaitu dinding dan atap tembus atau yang tidak tembus cahaya dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut. Yang menjadi komponen selubung bangunan ini adalah dinding beserta jendela kaca dan pintu serta selubung atap.

Luasan dan jenis selubung bangunan (dinding dan atap) mempengaruhi perolehan kalor/panas, akibat konduksi dari luar dan radiasi matahari. Untuk mengurangi perolehan panas yang berarti pula menurunkan beban pendinginan sistem AC, maka pemilihan dinding luar dan atap serta kaca dan kombinasi luasan dinding dengan kacanya akan menjadi penentu efektifitas selubung bangunan dalam menghambat aliran panas dari luar.

Sistem AC yang menjadi pengguna energi terbesar di gedung sekitar 60 persen menyebabkan perhatian terhadap selubung bangunan ini harus lebih mendalam. Disain

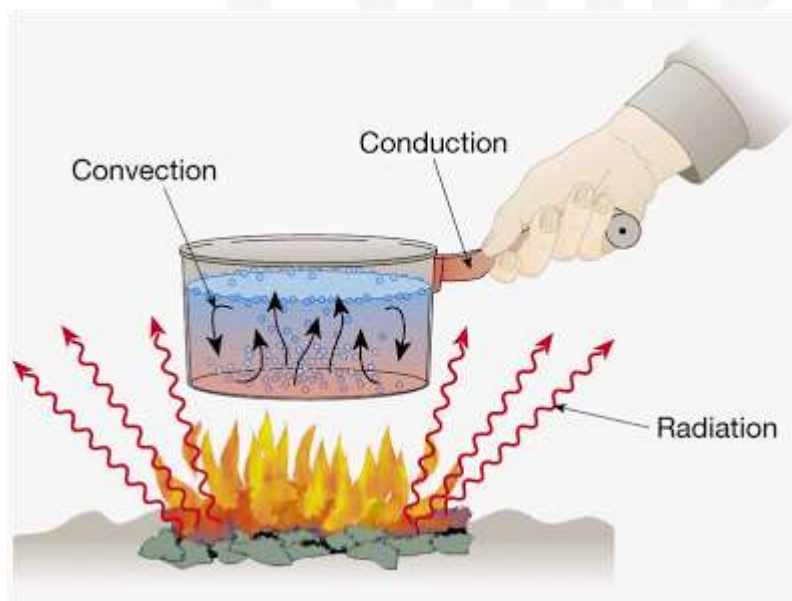


selubung gedung yang terlalu banyak melibatkan jendela kaca menyebabkan beban pendinginan AC yang besar sehingga akan membuat konsumsi listrik untuk AC yang besar. Diperlukan suatu kombinasi antara dinding keras dan kaca dari selubung bangunan gedung yang optimal serta penggunaan peneduh dan vegetasi yang baik diluar gedung.

Sebagai tolok ukur tingkat efektifitas selubung bangunan ini dalam mengatasi beban AC telah ditetapkan untuk kondisi Indonesia ukuran *Roof Thermal Transfer Value* (RTTV) untuk selubung atap dan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) untuk selubung dinding. (SNI 03-6389-2011 Tentang selubung bangunan)

## 2.8 Perpindahan Kalor

Kalor atau panas dari suatu benda dapat berbeda-beda. Ketika terjadi kontak antara dua benda atau lebih yang memiliki perbedaan kalor, maka akan terjadi aliran kalor atau perpindahan kalor. Kalor berpindah dari benda yang memiliki temperatur lebih tinggi ke benda dengan temperatur lebih rendah hingga tercapai keseimbangan termal atau kesamaan temperatur. Secara sederhana, kondisi ini dapat dipahami sebagai suatu perpindahan kalor yang terjadi pada benda-benda yang dengan suhu yang berbeda agar suhunya menjadi sama. Proses perpindahan panas antar benda satu dengan lainnya tidak selalu sama.



Gambar 2.4 Perpindahan Kalor  
Sumber: [www.porosilmu.com](http://www.porosilmu.com)

1. Unlantarang mengungkap sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Dari gambar 2.4 dapat dilihat tiga mekanisme perpindahan kalor, perpindahan kalor tersebut meliputi perpindahan kalor secara konduksi, perpindahan kalor secara konveksi dan perpindahan kalor secara radiasi.

### 2.8.1 Perpindahan Kalor Secara Konduksi

Konduksi terjadi ketika terjadi pertukaran energi kinetik antar molekul (atom), dimana partikel dengan energi lebih rendah dapat meningkat dengan menumbuk partikel dengan energi yang lebih tinggi. Secara sederhana, perpindahan kalor secara konduksi dapat dipahami sebagai suatu perpindahan kalor yang terjadi dengan perantara benda padat. Jadi, benda-benda yang berkontak dan saling memindahkan kalor ini adalah benda padat melalui tumbukan-tumbukan partikelnya.

Contoh Konduksi:

1. ketika kita membakar besi, maka besi akan panas, tetapi partikel-partikel pada besi tidak ikut berpindah atau tetap pada tempatnya.
2. Ketika kita mencelupkan sendok ke dalam air panas, maka sendok ujung sendok yang tidak tercelup juga akan panas, meskipun tidak terjadi perpindahan partikel di dalam sendok tersebut.
3. Ketika tangan kita memegang gelas yang panas, tangan kita pun akan merasakan panasnya, meskipun tidak terjadi perpindahan partikel dari gelas ke tangan kita.

### 2.8.2 Perpindahan Kalor Secara Konveksi

Perpindahan kalor secara konveksi terjadi ketika kalor berpindah dengan cara gerakan partikelnya yang telah dipanaskan. Konveksi dapat terjadi karena dua macam yakni konveksi alami (*natural convection*) dan konveksi paksa (*forced convection*). Konveksi alami terjadi ketika gerakan perpindahan kalornya disebabkan oleh perbedaan kerapatan sehingga terjadi perpindahan partikel. Sedangkan konveksi paksa terjadi ketika perpindahan partikel dilakukan secara paksa misal didorong dengan pompa atau kipas.

Contoh konveksi:

1. Ketika kita memanaskan air, maka kita akan melihat air itu seperti diaduk. Inilah proses ketika partikel-partikel air yang ada di bawah yang telah panas berpindah ke atas. Sehingga terjadilah perpindahan kalor yang diikuti oleh perpindahan partikel air yang dipanaskan.



2. Terjadinya angin darat dan air laut, karena partikel-partikel udara yang panas berpindah.
3. Adanya sirkulasi udara dari luar rumah ke dalam rumah karena partikel-partikel udara panas dari luar ruangan masuk ke dalam rumah.

### 2.8.3 Perpindahan Kalor Secara Radiasi

Proses perpindahan kalor secara radiasi terjadi ketika kalor disampaikan tanpa melalui perantara. Prosesnya secara kimia dapat dijabarkan dengan energi termal yang diubah menjadi energi radiasi. Dalam hal ini energi termal dalam gelombang elektromagnetik. Ketika gelombang elektromagnetik tersebut berinteraksi dengan materi energi radiasi maka akan berubah menjadi energi termal. Artinya, proses perpindahan kalor secara radiasi terjadi langsung tanpa adanya perpindahan partikel-partikel zat.

Contoh:

1. Panas dari sinar matahari yang melewati luar angkasa hampa udara tetap dapat sampai ke bumi tanpa perpindahan partikel apapun.
2. Ketika mendekatkan tangan kita ke api, maka akan terasa panas meskipun tidak ada partikel api yang berpindah ke tangan kita.

Sumber: [www.porosilmu.com](http://www.porosilmu.com)

## 2.9 Absorbtansi Radiasi Matahari

Menurut SNI 03-6389-2011 Tentang selubung bangunan. Absorbtansi radiasi matahari adalah nilai penyerapan energi termal pada suatu bahan dan yang ditentukan pula oleh warna bahan tersebut.

### 2.9.1 Nilai Penyerapan Radiasi Matahari Pada Dinding Luar Tak Tembus Cahaya

Setiap material selubung bangunan memiliki nilai penyerapan radiasi matahari. Nilai penyerapan radiasi matahari pada setiap material selubung bangunan tak tembus cahaya berbeda-beda. Pada tabel 2.8 adalah nilai penyerapan radiasi matahari pada setiap material selubung bangunan dinding luar tak tembus cahaya.

Tabel 2.8 Nilai penyerapan radiasi matahari pada dinding luar tak Tembus Cahaya

Bahan dinding luar	$\alpha$
Beton berat	0,91
Bata merah	0,89
Beton ringan	0,86
Kayu permukaan halus	0,78
Beton ekspos	0,61
Ubin putih	0,58
Bata kuning tua	0,56
Atap putih	0,50
Seng putih	0,26
Bata gelazur putih	0,25
Lembaran alumunium yang dikilapkan	0,12

Sumber : SNI 03- 6389- 2011 Tentang selubung bangunan.

### 2.9.2 Nilai Penyerapan Radiasi Matahari Untuk Cat Permukaan Dinding luar

Penyerapan radiasi matahari juga bisa terjadi pada cat yang digunakan. Setiap warna cat memiliki nilai penyerapan terhadap radiasi matahari. Pada tabel 2.9 berikut ini adalah nilai penyerapan radiasi matahari dari berbagai warna cat yang digunakan.

Tabel 2.9 Nilai penyerapan radiasi matahari untuk cat permukaan dinding luar.

Cat permukaan dinding luar	$\alpha$	Cat permukaan dinding luar	$\alpha$
Hitam merata	0,95	Pernis hijau.	0,79
Pernis hitam	0,92	Hijau medium.	0,59
Abu-abu tua	0,91	Kuning medium	0,58
Pernis biru tua	0,91	Hijau / biru medium	0,57
Cat minyak hitam	0,90	Hijau muda	0,47
Coklat tua	0,88	Putih semi kilap	0,30
Abu-abu / biru tua	0,88	Putih kilap	0,25
Biru / hijau tua	0,88	Perak	0,25
Coklat medium	0,84	Pernis putih	0,21

Sumber : SNI 03- 6389- 2011 Tentang selubung bangunan.





Untuk mendapatkan nilai penyerapan radiasi matahari total ( $\alpha$  total) pada bahan bangunan maka digunakan rumus:

$$\alpha_{total} = \alpha_{material 1} \times \alpha_{material 2} \tag{2.2}$$

Sumber : SNI 03- 6389- 2011 Tentang selubung bangunan.

### 2.10 Faktor Rerata Radiasi Matahari

Pada suatu objek atau bangunan nilai kalor dari panas matahari dapat berpindah dengan cara radiasi. Radiasi matahari dari berbagai orientasi memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung pada sisi orientasi yang diradiasi oleh matahari. Pada tabel 2.10 berikut ini adalah nilai dari faktor radiasi matahari dari berbagai orientasi.

Tabel 2.10 Nilai Radiasi Matahari

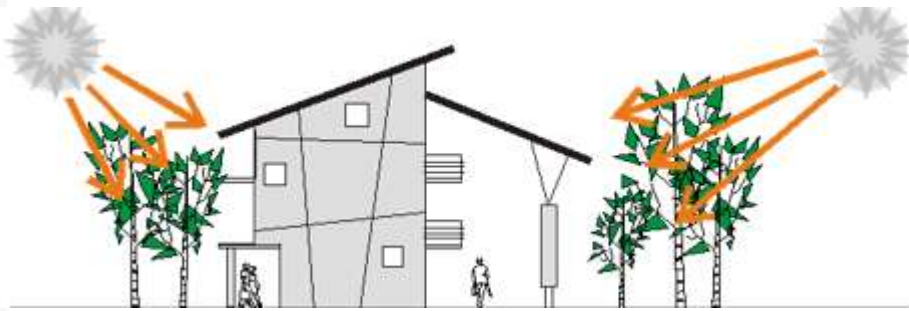
Orientasi	SF (W/m <sup>2</sup> )
U (utara)	130
TL (timur laut)	113
T (timur)	112
TG (tenggara)	97
S (selatan)	97
BD (barat daya)	176
B (barat)	243
BL (barat laut)	211
Rata-rata untuk seluruh orientasi SF = 147	

Sumber : SNI 03- 6389- 2011 Tentang selubung bangunan.

### 2.11 Vegetasi Lingkungan

Vegetasi berfungsi sebagai pengatur iklim dari suatu kawasan atau lingkungan. Manfaat vegetasi sangat banyak diantaranya vegetasi berfungsi mengatur suhu menjadi sejuk secara alami, mengatur kelembaban, melindungi bangunan dari paparan radiasi matahari, dan dapat mengatur laju aliran angin.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.



Gambar 2.5 Vegetasi Sebagai Saringan Radiasi Matahari.

Sumber: [arsitekturdanlingkungan.wg.ugm.ac.id](http://arsitekturdanlingkungan.wg.ugm.ac.id)

Vegetasi baik untuk lingkup tapak rumah tinggal maupun bangunan gedung serta untuk skala kawasan. Penyediaan vegetasi yang sesungguhnya (terbukanya tapak untuk vegetasi) berarti juga penyediaan ruang terbuka hijau (RTH), yang berarti juga sebagai pengendali tata air. Ketersediaan ruang terbuka dan vegetasi akan menyuplai oksigen dan akan mengalirkannya ke dalam suatu bangunan gedung, ditambah dengan adanya air (alternatif berbentuk kolam) yang akan menurunkan suhu udara yang panas. Oksigen dan suhu dingin mengalir ke dalam suatu bangunan dan akan memberikan kenyamanan. Vegetasi di atap bangunan gedung (*green roof*) dapat menahan radiasi matahari, sehingga mengkondisikan ruang di bawahnya bersuhu lebih dingin.

Begitu pula vegetasi di halaman suatu bangunan dapat menjadikan suhu ruangan disekitar ruangan bangunan yang terlindungi oleh vegetasi memiliki suhu yang sejuk nyaman serta memiliki udara yang segar. Unsur hijau yang diidentikkan dengan vegetasi ditunjukkan dengan menambahkan elemen-elemen penghijauan tidak hanya pada lansekap saja tetapi juga dalam bangunan, seperti pemberian *roof garden*, pemberian vegetasi rambat pada dinding bangunan dan lain sebagainya. (Sumber: [abaslessy.wordpress.com](http://abaslessy.wordpress.com)).

## 2.12 Perhitungan Konsumsi Energi

Dalam realita sehari-hari, kecenderungan peralatan listrik digunakan atau dinyalakan adalah saat terdapat aktivitas manusia dalam ruangan. Sehingga, lama waktu nyala peralatan listrik yang sebenarnya tergantung dari kondisi ruangan, dinamika suhu / temperatur ruangan akibat aktivitas yang terjadi dalam ruangan.

Besarnya biaya energi dalam waktu tertentu, dapat dihitung dengan persamaan (Wilyani, A. 2015):

$$E = P.t \tag{2.3}$$



**Dimana :**

E : Energi (Wh)

P : Daya listrik (Watt)

t : jumlah waktu operasinya peralatan listrik (jam)

Perhitungan ekonomi dari penggunaan peralatan listrik adalah dengan cara harus mengetahui harga per kWh dari listrik. Perhitungan harga pemakaian listrik dari ekonominya adalah mengetahui terlebih dahulu pemakaian daya listrik khususnya pada peralatan listrik. Setelah mengetahui harga per kWh, kita tinggal menghitung besar pemakaian daya untuk pengoperasian sebuah atau beberapa peralatan listrik yang ada di SMA Muhammadiyah 1 Pekanbaru.

Biaya penggunaan peralatan listrik dapat dihitung dengan persamaan rumus berikut (Wilyani, A. 2015):

$$\text{biaya} = \text{konsumsi energi} \times \text{harga per kWh} \quad (2.4)$$

$$\text{Konsumsi energi} = \text{daya} \times \text{lama nyala} \quad (2.5)$$

Perhitungan konsumsi energi dari penggunaan listrik di SMA Muhammadiyah 1 Kota Pekanbaru lebih difokuskan pada penghitungan konsumsi energi pada peralatan listrik yang sering digunakan seperti pada sistem pencahayaan ruangan dan air conditioning (AC) untuk mendapatkan suhu yang nyaman pada ruangan tersebut.

### 2.13 Identifikasi Peluang Hemat Energi

Setelah melakukan audit energi awal dan audit energi rinci maka perlu adanya identifikasi peluang hemat energi. Hasil pengumpulan data selanjutnya ditindak lanjuti dengan perhitungan besarnya IKE dan penyusunan profil penggunaan energi bangunan gedung. Apabila besarnya IKE hasil perhitungan ternyata sama atau kurang dari IKE target maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau diteruskan untuk memperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Bila hasilnya lebih dari IKE target, berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci berikutnya guna memperoleh penghematan energi.

Identifikasi peluang hemat energi dilakukan dengan langkah-langkah berikut (Hasan 2012):

1. Hasil pengumpulan data, selanjutnya ditindaklanjuti dengan penghitungan besarnya IKE, dan penyusunan profil penggunaan energi bangunan gedung.



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Apabila besarnya IKE hasil penghitungan ternyata sama atau kurang dari IKE target, maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau diteruskan untuk memperoleh IKE yang lebih rendah lagi.
3. Bila hasilnya lebih dari IKE target, berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci berikutnya guna memperoleh penghematan energi.

Analisis peluang hemat energi berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6196-2011 sebagai berikut:

1. Apabila peluang hemat energi telah diidentifikasi, selanjutnya perlu ditindak lanjuti dengan analisis peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan.
2. Analisis peluang hemat energi dapat juga dilakukan dengan penggunaan program komputer yang telah direncanakan untuk kepentingan itu dan diakui oleh masyarakat profesi.
3. Penghematan energi pada bangunan gedung harus tetap memperhatikan kenyamanan penghuni. lain:
  - a. menekan penggunaan energi hingga sekecil mungkin (mengurangi daya terpasang/terpakai dan jam operasi).
  - b. memperbaiki kinerja peralatan.
  - c. menggunakan sumber energi yang murah.

#### 2.14 Peluang Hemat Energi

Apabila peluang hemat energi telah diidentifikasi, selanjutnya perlu ditindak lanjuti dengan analisis peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Analisis peluang hemat energi dapat juga dilakukan dengan penggunaan program komputer yang telah direncanakan untuk kepentingan itu dan diakui oleh masyarakat profesi. Penghematan energi pada bangunan gedung harus tetap memperhatikan kenyamanan penghuni.

Apabila besarnya IKE hasil penghitungan ternyata sama atau kurang dari IKE target, maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau diteruskan untuk





memperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Bila hasilnya lebih dari IKE target, berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci berikutnya guna memperoleh penghematan energi.

## 2.15 Rekomendasi Hemat Energi

Rekomendasi hemat energi merupakan usulan untuk melakukan perbaikan agar penggunaan energi lebih efisien. Rekomendasi ini terdiri dari beberapa jenis, mulai dari penghematan tanpa biaya sampai dengan penghematan dengan biaya tinggi.

Setelah dilakukan hemat energi maka langkah selanjutnya adalah rekomendasi-rekomendasi yang diberikan oleh auditor energi kepada pengguna bangunan. Rekomendasi hemat energi sangat dianjurkan oleh pemerintah, terbukti dengan adanya Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No 14 tahun 2012 pasal satu ayat 8 sampai 11.

### 2.15.1 Penghematan Energi Tanpa Biaya

Penghematan energi tanpa biaya adalah suatu rekomendasi penghematan energi setelah dilakukan audit yang dalam pengimplementasiannya tidak membutuhkan biaya sedikitpun. Untuk melakukan penghematan ini yang dapat dilakukan mungkin hanya sebatas merubah pola perilaku pengguna gedung, sebagai contoh seperti tidak menyalakan lampu pada ruangan-ruangan kosong atau ruangan yang penuh dengan penyalakan alami.

### 2.15.2 Penghematan Energi Dengan Biaya Rendah

Penghematan energi dengan biaya rendah adalah adalah suatu rekomendasi hemat energi yang mampu menghemat energi sekitar 10% (sepuluh persen) dan pengembalian investasi untuk biaya penghematan energi kurang dari dua tahun.

### 2.15.3 Penghematan Energi Dengan Biaya Sedang

Penghematan energi dengan biaya sedang adalah adalah suatu rekomendasi hemat energi yang mampu menghemat energi antar 10% - 20% dan jangka waktu untuk mengembalikan investasi adalah 2 sampai dengan 4 tahun.



#### 2.15.4 Penghematan Energi Dengan Biaya Tinggi

Penghematan energi dengan biaya tinggi adalah suatu rekomendasi yang mampu menghemat energi lebih dari 20% dan waktu untuk pengembalian investasi lebih dari 4 tahun. Penghematan energi dengan biaya tinggi dapat memberikan dampak yang cukup baik dalam penghematan energi. Namun harus ada perhitungan yang matang apakah biaya yang dikeluarkan untuk penghematan seimbang dengan penghematan yang diperoleh.

#### 2.16 Peraturan Pemerintah dan Undang-Undang Audit Energi

Ketersediaan energi listrik yang tidak seimbang dengan konsumsi listrik yang mengalami pertumbuhan setiap harinya seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya perekonomian yang membutuhkan konsumsi energi listrik yang cukup besar. Sedangkan penggunaan energi listrik belum bisa dikatakan efisien, dibuktikan dengan banyaknya pembororsan yang dilakukan oleh konsumen energi listrik.

Untuk menanggulangi permasalahan tersebut maka pemerintah mengeluarkan beberapa peraturan dan undang-undang untuk melakukan audit energi, beberapa peraturan undang-undang tersebut adalah :

1. Peraturan menteri energi dan sumber daya mineral republik indonesia nomor 14 yang berbunyi “audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna sumber energi dan pengguna energi dalam rangka konservasi energi.
2. Ketentuan pasal 13 ayat 5, pemerintah nomor 70 tahun 2009 tentang konservasi energi, perlu menetapkan peraturan menteri energi dan sumber daya mineral tentang manajemen energi.
3. Peraturan sumber energi dan sumber daya mineral nomor 18 tahun 2010 tentang organisasi dan tatakerja kementerian energi dan sumber daya mineral.
4. Menurut peraturan menteri energi dan sumber daya mineral republic indonesia nomor 14 tahun 2012 pasal 1 ayat 1 “konservasi energi adalah upaya sistematis terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan
5. Menurut peraturan menteri energi dan sumber daya mineral republic indonesia nomor 14 tahun 2012 pasal 1 ayat 2 “manajemen energi adalah kegiatan terpadu untuk mengendalikan konsumsi energi agar tercapai pemanfaatan



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

energi yang efektif dan erstruktur dan ekonomis untuk meminimalisasi pemanfaatan energi termasuk energi untuk proses produksi dan meminimalisasi konsumsi bahan baku dan bahan pendukung.

6. Bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 25 ayat (5) Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi, perlu menetapkan Peraturan Pemerintah tentang Konservasi.
7. Menurut peraturan pemerintah nomor 70 tahun 2009 pasal 3 ayat 14 “Audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada penggunaan energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi”.
8. Menurut peraturan pemerintah nomor 70 tahun 2009 pasal 4 ayat 1 “Konservasi energi nasional menjadi tanggung jawab Pemerintah, pemerintah daerah provinsi, pemerintah daerah kabupaten/ kota, pengusaha dan masyarakat.”
9. Efisien untuk menghasilkan keluaran yang maksimal melalui tindakan teknis.

### 2.17 Standar Audit Energi

Dalam melakukan audit ennergi tentu harus mengacu pada standar yang menjadi patokan dalam melakukan proses audit. Tidak hanya standar Indonesia, dunia internasional juga memiliki standar sendiri dalam preoses audit energi :

#### 2.17.1 Standar Internasional

Standar Internasional yang digunakan pada audit energi adalah ISO 50001. ISO 50001 di terbitkan 15 juni 2011 oleh *International Organization for Standardization* (ISO), adalah sebuah standar untuk sistem manajemen energi. Standar tersebut bertujuan membantu organisasi dalam membangun sistem dan proses untuk meningkatkan kinerja, efisiensi, dan konsumsi energi. Standar tersebut berlaku bagi semua jenis dan ukuran organisasi. ISO 50001 dirancang untuk membantu organisasi agar lebih baik dalam menggunakan aset energinya, untuk mengevaluasi dan memprioritaskan penggunaan teknologi hemat energi, serta untuk mendorong efisiensi pada seluruh rantai suplai. ISO 50001 juga dirancang agar dapat terintegrasi dengan standar manajemen lain, terutama ISO 14001 (Sistem Manajemen Lingkungan) dan ISO 9001 (Sistem Manajemen Mutu).





### 2.17.2 Standar Nasional

Selain menggunakan standar internasional, Negara Republik Indonesia juga memiliki standar sendiri dalam melakukan audit energi yang lebih dikenal dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar yang digunakan di Indonesia adalah sbb:

1. SNI 03-6196-2000. Merupakan pedoman untuk melakukan perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan pengelolaan bangunan gedung dalam rangka peningkatan efisiensi penggunaan energi dan menekan biaya energi tanpa harus mengurangi kualitas kinerjanya.
2. SNI 6196:2011. Merupakan revisi dari SNI pendahulunya yaitu SNI 03-6196-2000. Standar ini disusun oleh PT 27-03, Panitia Teknis, Energi baru dan Terbarukan (PTEB) dengan tujuan meningkatkan jumlah ketersediaan standar tenaga listrik di Indonesia melalui prosedur perumusan standar dan dibahas dalam rapat consensus PTEB tanggal 12 November 2010 di Jakarta.

### 2.18 Pihak yang Terlibat dalam Audit Energi

Audit energi tentu tidak terjadi begitu saja, harus ada beberapa pihak yang harus ikut ambil andil untuk melakukan audit energi, baik itu pemilik gedung, orang yang akan melakukan audit atau yang lebih dikenal dengan auditor atau bahkan manager energi dari suatu institusi ataupun industri.

#### 2.18.1 Auditor

Audit energi yang benar dan belandasan hukum tidak bisa dilakukan oleh sembarang orang, audit energi hanya dapat dilakukan oleh orang yang bertugas khusus dalam melakukan audit atau lebih sering dikenal dengan *Auditor* dan dibawah instruksi dari manager energi. Audit energi boleh dilakukan oleh siapa saja, namun hasil audit yang tidak dilakukan oleh auditor energi tidak memiliki sertifikat dan hasil audit yang telah dilakukan tidak memiliki kekuatan hukum, kemungkinan besar hasil audit ini hanyalah untuk mengetahui profil penggunaan energi dari suatu gedung namun tidak menutup kemungkinan akan adanya rekomendasi hemat energi yang akan dilakukan jika seluruh pihak dalam suatu institusi menyetujui untuk dilakukan rekomendasi hemat energi.

Audit energi yang dilakukan oleh seorang auditor akan memiliki sebuah sertifikat yang mana sertifikat tersebut dapat dijadikan pertanggung jawaban bahwa telah dilakukannya audit energi pada suatu gedung atau institusi. Untuk menjadi memperoleh





jabatan auditor energi sudah diatur dalam SKKNI Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 614 September 2012 (jabatan kerja auditor energi industri dan bangunan gedung).

Menurut PP no 70/2009 “Manajer energi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12 ayat (3) huruf a dan auditor energi sebagaimana dimaksud pada ayat (1), wajib memiliki sertifikat kompetensi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.” Agar dapat diakui sebagai auditing yang sah, maka seorang auditor harus memiliki sertifikat dari lembaga Sertifikasi Profesi Himpunan Ahli Koneservasi Energi (LSP HAKE), pada lembaga ini seorang calon auditor akan diberikan pelatihan tentang audit energi dan juga setelah pelatihan dilakukan maka lembaga ini mengeluarkan sertifikat auditor yang sudah diakui dan memiliki kekuatan hukum.

### 2.18.2 Manejer Energi

Manajer energi adalah suatu jabatan yang diberikan kepada seseorang untuk mengelola dan melakukan manajemen energi. menurut Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia nomor 14 pasal 1 ayat 6 yang berbunyi “manajer energi adalah orang yang ditunjuk untuk melaksanakan manajemen energi”

Manejer energi memiliki tugas khusus dalam memanaajemen penggunaan energi beberpa diantara tugas manejer energi adalah:

1. Mengorganisir sumber daya manusia
2. Memberikan tugas khusus kepada tim
3. Mempersiapkan kebijakan permasalahan energi
4. Mempersiapkan monitoring energi
5. Mengimplementasikan kepedulian terdahap energi dan pelatihan
6. Mengadakan audit energi baik secara mandiri maupun eksternal
7. Membuat rencana perbaikan sesuai dengan hasil audit
8. Mengimplementasikan proyek perbaikan
9. Membuat laporan hasil pekerjaan secara teratur
10. Membuat laporan hasil pekerjaan tahunan

Sumber; manejer energi.com

Sama halnya dengan auditor energi, untuk menjadi manejer energi juga harus memiliki sertifikat resmi yang berlandaskan hukum, sertifikat untuk menjadi manejer



energi juga bisa didapat pada lembaga LSP HAKE dan sertifikat tentunya akan didapat setelah melakukan pelatihan pada lembaga tersebut.

## 2.19 Aspek Keamanan Audit Energi

Aspek keamanan adalah suatu hal yang harus diperhatikan dalam melakukan audit energi, karena pada saat audit para auditor juga akan berhadapan langsung pada tegangan tinggi. Tidak menutup kemungkinan akan terjadinya kecelakaan pada saat audit berlangsung. Dalam audit energi hendaknya memperhatikan keselamatan auditor serta alat ukur audit energi.

### 2.19.1 Keselamatan dan Keamanan Auditor

Bagi seorang auditor, resiko akan terjadinya kecelakaan sangat mungkin dialami. Oleh karena itu untuk menghindari resiko terjadinya kecelakaan pada saat melakukan audit energi, maka diperlukan beberapa alat pelindung diri, diantaranya:

1. Helm, berfungsi untuk melindungi dari bahaya jatuhnya benda keras atau terpelanting ke bagian kepala.
2. Sepatu Pengaman, berfungsi untuk melindungi kaki dari bahaya tertimpa, tertusuk, terlindas, bahan kimia, sengatan listrik dan lain-lain.
3. Pelindung Tangan (*Gloves*), berfungsi untuk menghindari bahaya ditangan sewaktu kita melakukan pekerjaan berbahaya misalnya : menangani listrik, bahan kimia, panas, dan barang tajam.
4. Kacamata Pengaman (*Goggles*), berfungsi untuk melindungi mata dari debu, percikan bahan kimia, sepihan serbuk besi, radiasi panas dan cahaya pengelasan.
5. Alat Pelindung Pernapasan (*Masker/Respirator*), berfungsi untuk melindungi dari bahaya gas, debu seperti : Gas Cl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HCL, CO dan lain-lain.

### 2.19.2 Keselamatan dan Keamanan Alat Ukur

Selain memperhatikan keselamatan dan keamanan auditor, keselamatan dan keamanan alat ukur juga harus diperhatikan pada saat melakukan audit energi, hal ini bertujuan agar alat ukur terhindar dari resiko kerusakan. Ada beberapa hal yang harus dilakukan agar alat ukur terhindar dari kerusakan, diantaranya:

1. Menggunakan parameter yang sesuai dengan pengukuran, seperti jangan menggunakan ohm meter pada rangkaian yang dialiri arus.



2. Memperhatikan batas beban yang dapat diterima alat ukur, jika beban yang diterima alat ukur melebihi batas tentu akan merusak alat ukur.
  3. Pada flux meter jangan memberikan perubahan cahaya dengan skala besar yang mendadak pada sensor karena bisa merusak sensor.
  4. Memeriksa ujung colokan pada alat ukur, isolasi pada ujung colokan mengalami kerusakan atau tidak.
  5. Menggunakan tombol *hold* pada alat ukur ketika pengukuran mengalami perubahan setiap detik.
  6. Memastikan alat ukur yang digunakan telah terkalibrasi terlebih dahulu.
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.