

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Pustaka

Salpanio, R. (2007), melakukan penelitian mengenai Audit Energi pada kampus UNDIP PLEBURAN SEMARANG dengan sample hanya 21 pelanggan. Hasil dari penelitian ini disimpulkan bahwa Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik termasuk dalam kategori efisien serta peluang hemat energi dan penghematan biaya listrik kampus UNDIP dapat dilakukan dengan cara penurunan kapasitas langganan pada beberapa pelanggan listrik.

Rusmana, I. (2013), melakukan studi penelitian Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Di kampus STTNAS Yogyakarta. Dari hasil penelitiannya tersebut dapat disimpulkan bahwa pemakaian energi listrik pada kampus STTNAS dikategorikan sebagai sangat efisien. Sedangkan beban puncak yang terjadi adalah pada hari Senin pukul 11.00 WIB dengan kapasitas kurang dari 50% dari sambungan daya langganan PLN.

Mukhils, B. 2011, melakukan penelitian Evaluasi Penggunaan Listrik Pada Bangunan Gedung dilingkungan Universitas Tadaluko. Dari hasil penelitian yang dilakukan pada 136 ruangan yang terdiri dari 72 ruangan ber-Ac dan 64 ruangan tidak ber-Ac didapat bahwa 29 ruangan berkategori agak boros dan 42 ruangan berkategori boros dan 65 ruangan berkategori sangat boros. Kemungkinan bila implementasi ruangan dilakukan maka dapat menghemat biaya listrik sebanyak Rp. 17,686,222 perbulan.

2.2 Landasan teori

Istilah audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada bangunan dan penggunaan sumber energi dalam rangka konservasi energi. Beberapa hal yang perlu diketahui sebagai landasan dalam pelaksanaan Audit Energi yaitu:

2.2.1. Energi listrik

Pengertian energi listrik adalah energi yang berasal dari pergerakan atom terhadap konduktor yang menghasilkan suatu muatan listrik. Listrik yang mengalir atau merambat dalam suatu konduktor memiliki satuan arus listrik dalam Amper (A). Selain arus, listrik memiliki tegangan dalam satuan Volt (V) dan daya listrik dalam satuan Watt (W).

Pemakaian atau konsumsi energi listrik pada saat ini dalam satuan energi listrik yaitu Watt (W). dari perhitungannya, daya listrik didapat dari perkalian tegangan dengan arus. Konsumsi energi listrik selain menggunakan satuan daya (W) juga bergantung pada lamanya pemakaian dalam satuan waktu jam (h). Untuk mempermudah perhitungan konsumsi energi listrik, petugas biasanya menggunakan satuan kWh.

Fungsi energi listrik dalam kehidupan sehari-hari biasanya dimanfaatkan untuk keperluan peralatan rumah tangga, instansi pendidikan, dan untuk menunjang kebutuhan konsumsi lainnya. Untuk standarisasi tegangan di Indonesia ditetapkan pada 220 V dengan frekuensi 50 Hz.

2.2.2. Konservasi Energi

Konservasi energi adalah suatu kegiatan pengurangan pemakaian energi. Tujuan utama dari kegiatan konservasi energi sendiri yaitu untuk mengurangi pemakaian energi serta mengurangi kecenderungan terhadap pemakaian bahan bakar fosil. Konservasi energi sendiri dapat membantu dalam penghematan finansial dan membantu dalam pemeliharaan lingkungan.

Salah satu metode terbaik dalam kegiatan konservasi energi itu tersebut adalah dengan melaksanakan efisiensi pemakaian energi.

2.2.3. Audit Energi

Menurut Thumann dkk 2009 dalam penelitian I putu Gede Weda Setyawan dkk yang berjudul Manajemen Energi di rumah sakit Surya Husadha Denpasar bahwa Audit Energi merupakan teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Tujuan dari teknik ini untuk mengetahui peluang hemat energi. Hasil dari teknik ini sendiri akan mendapatkan potret profil dari penggunaan energi yang menggambarkan keseluruhan mengenai pemanfaatan energi pada bangunan gedung. Sehingga dapat disusun suatu rancangan strategis untuk mengendalikan penggunaan energi dalam bentuk laporan audit energi.

Teknik Audit Energi memiliki tiga macam cara, diantaranya yaitu :

2.2.3.1. Audit energi singkat

Kegiatan Audit Energi meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia dan observasi. Perhitungan dilakukan menggunakan data yang tersedia dan diperoleh melalui observasi dan wawancara.

Perhitungan profil dan efisiensi penggunaan energi :

- a. Hitung intensitas konsumsi energi ($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{bulan}$)
- b. Hitung kecenderungan konsumsi energi
- c. Hitung persentase potensi penghematan energi
- d. Pilihan untuk audit lanjutan.

2.2.3.2. Audit Energi Awal (AEA).

Kegiatan Audit Energi awal meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia, obesrvasi dan pengukuran sesaat, perhitungan IKE dan kecenderungannya, potensi penghematan energi dan penyusunan laporan audit.

Pengumpulan data pada AEA antara lain adalah :

1. Pengumpulan data historis

Mencakup dokumentasi bangunan yang sesuai gambar kontruksi bangunan terpasang.

2. Pengukuran singkat

Alat ukur yang digunakan adalah yang portable dan pengukuran dilakukan secara sampling di sejumlah titik pengguna energi utama.

Untuk diketahui bahwa audit energi awal dilaksanakan bila ada rekomendasi dari hasil pengukuran audit energi singkat, atau secara langsung tanpa melalui audit energi singkat.

2.2.3.3. Audit Energi Rinci (AER).

Audit Energi Rinci (AER) dilakukan apabila nilai lebih besar dari nilai target yang ditentukan. Meliputi pengumpulan data historis, data dokumentasi bangunan gedung yang tersedia, observasi dan pengukuran lengkap.

Audit energi rinci dilakukan apabila mendapat rekomendasi dari audit energi singkat atau awal.

Analisis dan perhitungan data yang dilakukan meliputi :

- a. Perhitungan profil dan efisiensi penggunaan energi :
 1. Hitung rincian penggunaan energi pada obyek yang diteliti
 2. Hitung intensitas konsumsi energi ($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{bulan}$) dan indeks konsumsi energi.
 3. Hitung kinerja operasi aktual (rata-rata).
- b. Analisis data yang telah diukur.
- c. Analisis finansial hemat energi.

2.2.4. Intensitas konsumsi energi (IKE) dan Peluang Hemat Energi (PHE)

IKE adalah istilah yang biasa digunakan dalam pemahaman tingkat pemakaian energi pada bangunan gedung. Nilai IKE dinyatakan dalam rumus :

$$\text{IKE} = \frac{\text{pemakaian energi listrik (KWH)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}}$$

Dimana :

Pemakaian energi listrik (kWh) :

$$\frac{((n. \text{lampu} \times W. \text{lampu}) + (n. \text{STU} \times W. \text{STU})) \times t}{1000}$$

n. lampu : Jumlah lampu

n STU : Jumlah sistem tata udara terpasang

W. lampu : Daya lampu terpasang (Watt)

W. STU : Daya sistem tata udara (Watt)

T : time : Waktu pemakaian

Nilai IKE itu sendiri digunakan untuk tolak ukur ke-efisiensi suatu pemakaian energi listrik pada bangunan gedung.

Menurut pedoman pelaksanaan konservasi energi listrik dan pengawasannya di lingkungan Departemen Pendidikan Nasional (Teknik Audit energi Diknas : 2006). Standar IKE diperlihatkan sebagai berikut :

- Untuk gedung Ber-AC :

Tabel 2. 1 Standar nilai IKE gedung ber- AC

| Kategori | IKE (kWh/m²/bulan) |
|-----------------|--------------------------------------|
| Sangat efisien | 4,17 – 7,92 |
| Efisien | 7,92 – 12,08 |
| Cukup efisien | 12,08 – 14,58 |
| Agak boros | 14,58 – 19,17 |
| Boros | 19,17 – 23,75 |
| Sangat boros | 23,75 – 37,5 |

- Untuk gedung tidak ber-AC :

Tabel 2. 2 Standar nilai IKE gedung tidak ber-AC

| Kategori | IKE (kWh/m²/bulan) |
|-----------------|--------------------------------------|
| Efisien | 0,84 – 1,67 |
| Cukup efisien | 1,67 – 2,5 |
| Boros | 2,5 – 3,34 |
| Sangat boros | 3,34 – 4,17 |

2.2.5. Peluang Hemat Energi (PHE)

Peluang hemat energi dapat dijalankan apabila nilai IKE dari hasil pengukuran melebihi nilai standar. Untuk menghitung peluang penghematan yang dapat diterapkan pada sebuah bangunan gedung, dapat menggunakan rumusan :

$$PHE = \Delta IKE \times \text{total area yang dikondisikan}$$

Dimana :

ΔIKE : nilai IKE yang terjadi – target nilai IKE (kWh/m²/bulan)

Area : luas ruangan (m²)

2.2.6. Peluang penghematan biaya.

Peluang hemat biaya dapat ditentukan dari hasil penghitungan PHE sebelumnya dengan menyesuaikan tarif listrik per kWh. Untuk perguruan tinggi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta termasuk dalam golongan Sosial Industri dengan tarif per kWh sebesar Rp. 1,450.-.

Untuk menghitung peluang hemat biaya dapat dilakukan dengan cara :

$$\text{peluang hemat biaya} = PHE \times \text{tarif listrik}$$

PHE : Peluang Hemat Energi (kWh)

Tarif listrik : Rp. 1,450/ kWh

2.2.7. Sistem pencahayaan pada bangunan gedung.

Untuk tidak mengurangi tingkat kenyamanan, standarisasi pencahayaan pada bangunan gedung juga harus diperhatikan pengaruh kesehatan, kenyamanan, dan keamanan.

| Fungsi ruangan | Tingkat pencahayaan (Lux) | Kelompok renderasi warna | Temperatur warna | | |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| | | | Warm white <3300 K | Cool white 3300 K-5300K | Daylight > 5300 K |
| Rumah tinggal: | | | | | |
| 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 | | + | + |
| Perkantoran : | | | | | |
| 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 | | + | + |
| Lembaga Pendidikan : | | | | | |
| Ruang kelas | 250 | 1 atau 2 | | + | + |
| Perpustakaan | 300 | 1 atau 2 | | + | + |
| Laboratorium | 500 | 1 | | + | + |
| Ruang gambar | 750 | 1 | | + | + |
| Kantin | 200 | 1 | + | + | |
| Hotel dan Restoran : | | | | | |
| 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 | + | + | |

Gambar 2. 1 Tingkat lux sesuai dengan fungsi ruangan. Sumber : SNI 03-6197 -2000

Sesuai dengan acuan SNI 03-6197 -2000 tentang konservasi energi pada sistem tata udara, bahwa kebutuhan lux pada ruang kelas sama besarnya dengan ruang rawat inap, yaitu sebesar 259 lux dengan temperature warna cool white (3300 k- 5300k) dan daylight >5300k.

| Lokasi | Daya pencahayaan maksimum (W/m ²) (termasuk rugi-rugi balast) |
|---|---|
| Ruang kantor | 15 |
| Auditorium | 25 |
| Pasar swalayan. | 20 |
| Hotel : | |
| Kamar tamu. | 17 |
| Daerah umum. | 20 |
| Rumah Sakit | |
| Ruang pasien. | 15 |
| Gudang | 5 |
| Kafeteria | 10 |
| Garasi | 2 |
| Restauran | 25 |
| Lobi | 10 |
| Tangga | 10 |
| Ruang parkir | 5 |
| Ruang perkumpulan | 20 |
| Industri | 20 |
| Pintu masuk dengan kanopi : | |
| Lalu lintas sibuk seperti hotel, bandara, teater. | 30 |
| Lalu lintas sedang seperti rumah sakit, kantor dan sekolah. | 15 |
| Jalan dan lapangan : | |
| Tempat penimbunan atau tempat kerja | 2,0 |
| Tempat untuk santai seperti taman, tempat rekreasi, dan tempat piknik | 1,0 |
| Jalan untuk kendaraan dan pejalan kaki | 1,5 |
| Tempat parkir | 2,0 |

Gambar 2. 2 Daya listrik pencahayaan. Sumber : SNI 03-6197 -2000

Dengan kesamaan karakteristik standarisasi pencahayaan ruangan tersebut maka penggunaan daya maksimum pada ruang kelas akan sama besarnya dengan ruang pasien pada rumah sakit yang diijinkan yaitu sebesar 15 W/m².

2.2.8. Jenis alat penerangan buatan

Alat penerangan buatan yang biasa di sebut sebagai lampu memiliki beberapa jenis dan fungsinya, berikut diantaranya :

2.2.8.1 Lampu Incandenscent (Lampu Pijar)

Jenis lampu incandenscent ini biasa disebut lampu pijar. Lampu pijar akan memancarkan cahaya ketika ada arus listrik melewati filamen kawat pijar pada lampu dan kemudian memanasi filamen tersebut. Pembuatan lampu pijar juga didasarkan pada beberapa faktor yaitu temperatur filamen, campuran gas yang diisikan, efficacy (lm/W), dan umur lampu. Tahanan filamen tungsten akan semakin tinggi jika temperatur naik, sehingga kenaikan tegangan akan mengakibatkan menaiknya tahanan yang juga akan terjadi sedikit kenaikan arus yang mengalir. Tahanan filamen kira-kira 1/14 dari keadaan temperatur normal dalam keadaan dingin. Salah satu yang perlu diperhatikan dalam karakteristik lampu pijar ini adalah pengaruh perubahan tegangan terhadap lampu. Penggunaan lampu pijar biasanya pada suatu keadaan yang dibutuhkan untuk pengontrolan cahaya secara langsung, contohnya adalah bioskop, kamar tidur, studio, dll.

Prinsip kerja dari lampu pijar tersebut dengan cara menghubungkan singkatkan listrik pada filamen Carbon (C) sehingga terjadi arus hubung singkat yang mengakibatkan timbul panas. Panas yang terjadi dibuat hingga suhu tertentu hingga mengeluarkan cahaya.

2.2.8.2 Lampu Reflector

Lampu reflektor ini dibagi menjadi 3 bagian, diantaranya :

1. Lampu Reflektor *pressed glass*

Lampu Reflektor *pressed glass* ini reflektornya terbuat dari gelas yang dipress sehingga tahan hujan. Lampu reflektor pressed bisa digunakan untuk penerangan luar (outdoor), misalnya lampu sorot di taman. Lampu ini tersedia dalam daya 100W, 125W, 150W dan 300W.

2. Lampu Reflector blown bulb

Lampu reflector blown bulb ini reflektornya terbuat dari gelas biasa dan tipis. Lampu ini hanya digunakan untuk penerangan dalam (indoor), misalnya sebagai lampu sorot di panggung. Lampu reflektor blown bulb tersedia dengan daya 25W, 40W, 60W, 75W, 100W, 150W dan 300W.

3. Lampu Disco

Lampu Disco ini reflektornya terbuat sedemikian rupa sehingga sesuai untuk penerangan disko. Lampu disco ini hanya tersedia dalam wattase 40W.

2.2.8.3 Lampu Halogen

Lampu halogen termasuk dalam kelompok lampu pijar, sebab prinsip kerja lampu halogen adalah karena memijarnya filamen. Lampu ini dibuat untuk mengatasi masalah ukuran fisik dan struktur yang dihadapi lampu pijar dalam penggunaannya untuk lampu sorot, lampu "side projector", dan lampu "film projector". Dalam bidang-bidang ini dibutuhkan ukuran bohlam yang sekecil-kecilnya sehingga

sistem pengontrolan arah dan pemfokusan cahaya dapat dilakukan dengan lebih presisi. Hal ini berarti kaca bohlam harus berada pada temperatur tinggi dimana menyebabkan bohlam lampu menghitam akibat tungsten yang berevaporasi. Kesulitan ini dapat diatasi dengan penambahan halogen ke dalam bohlam lampu, proses kerjanya disebut *Tungsten Halogen Regenerative Cycle* (Siklus regeneratif tungsten halogen). Elemen-elemen halogen itu sendiri terdiri dari iodine, bromine, fluorine, dan chlorine. Iodine dan bromine adalah gas yang digunakan sebagai gas tambahan terhadap gas normal (argon dan nitrogen) dalam produksi lampu-lampu halogen, sehingga lampu halogen juga disebut sebagai lampu Iodine Quartz (*Quartz Iodine Lamp*).

2.2.8.4 Lampu Floresen

Lampu floresen atau lebih dikenal dengan istilah lampu TL, sudah dikembangkan sejak tahun 1980, lampu ini bekerja menggunakan gas flour untuk menghasilkan cahaya, dimana energi listrik akan membangkitkan gas di dalam tabung lampu sehingga akan timbul sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet itu akan membangkitkan fosfor yang kemudian akan bercampur mineral lain yang telah dilaburkan pada sisi bagian dalam tabung lampu sehingga akan menimbulkan cahaya. Fosfor dirancang untuk meradiasi cahaya putih, sehingga sebagian besar model jenis lampu ini berwarna putih.

Penggunaan lampu floresen didasarkan pada kelebihan-kelebihannya, yaitu warna cahaya yang lebih menarik, efikasi yang tinggi dan umur yang panjang. Karena

itu lampu florensen banyak digunakan untuk penerangan yang memerlukan ketiga aspek tersebut, misalnya toko, kantor, sekolah, industri, rumah sakit, atau bahkan untuk penerangan jalan kecil di perkampungan.

2.2.8.5 Lampu Merkuri

Prinsip kerja lampu merkuri sama dengan prinsip kerja lampu florensen, yaitu cahaya yang dihasilkan berdasarkan terjadinya loncatan elektron (*electron discharge*) didalam tabung lampu.

Lampu merkuri terdiri dari tabung dalam dan tabung luar. Tabung dalam diisi merkuri untuk menghasilkan radiasi ultraviolet dan gas argon yang berfungsi untuk keperluan start. Sedangkan bohlam luar berfungsi sebagai rumah tabung dan menjaga kestabilan suhu di sekitar tabung. Lampu merkuri ini bekerja pada faktor daya yang rendah, oleh karena itu harus menggunakan kapasitor untuk memperbaiki faktor daya lampu.

2.2.8.6 Lampu Sodium tekanan rendah (SOX)

Lampu SOX ini termasuk dalam kelompok lampu tabung (*discharge lamp*). Oleh karena itu, prinsip kerja lampu ini sama dengan prinsip kerja lampu tabung lainnya. Yaitu berdasarkan terjadinya pelepasan elektron (*electron discharge*) dalam tabung gas (*arc tube*). Tujuan dibuatnya lampu sodium tekanan rendah adalah untuk mencapai efficacy yang setinggi-tingginya, yaitu sampai 200 lm/watt.

Tabung berbentuk U dan di kedua ujungnya terpasang elektroda yang biasanya terdiri dari filamen tungsten. Untuk menjaga dinding tabung dari kerusakan akibat tekanan uap sodium maka tabung gas dibuat dari gelas "lime borate" khusus yang tahan terhadap tekanan uap sodium. Kedalam tabung gas dimasukkan campuran gas argon dan neon dan logam murni sodium. Gas argon dan neon dimaksudkan untuk keperluan penyalan awal, sedangkan logam sodium dimaksudkan untuk menghasilkan cahaya kuning.

Jika rangkaian lampu dihubungkan terhadap sumber arus bolak-balik, maka arus akan mengalir melalui ballast dan seterusnya ke lampu. Pada saat yang sama argon dan neon yang ada dalam tabung gas akan bekerja untuk menaikkan temperatur dalam tabung gas, dalam tahap ini lampu akan mengeluarkan cahaya kemerah-merahan. Setelah beberapa menit, panas dalam tabung gas akan mencapai temperatur tertentu sehingga sodium yang ada dalam tabung gas akan berubah menjadi uap (vapour). Dengan demikian pelepasan elektron yang terjadi melalui uap sodium akan menghasilkan cahaya yang sebenarnya, yaitu cahaya kuning.

2.2.8.7 Lampu Sodium tekanan tinggi (SON)

Lampu sodium tekanan tinggi sering juga disebut lampu SON. Prinsip kerjanya sama dengan prinsip kerja lampu sodium tekanan rendah, yaitu berdasarkan terjadinya pelepasan elektron di dalam tabung lampu. Lampu ini mempunyai tekanan gas di dalam tabung kira-kira $\frac{1}{3}$ atmosfer (250 mm merkuri), dibandingkan dengan tekanan gas dalam lampu sodium tekanan rendah yang kira-kira hanya 10-3 mm

merkuri. Disamping itu, temperatur kerja tabung lampu sodium tekanan tinggi juga lebih tinggi.

Lampu ini tidak mampu distart dengan tegangan nominal 220 Volt, maka dibutuhkan tegangan tinggi dan frekuensi tinggi sesaat. Gas xenon terionisasi untuk memulai terjadinya pelepasan elektron dalam tabung gas sampai mencapai temperatur kerja yang dibutuhkan. Periode pemanasan ini dapat berlangsung kira-kira 10 menit karena tekanan uap merkuri-sodium awalnya sangat rendah sekali yang tidak dapat menjadikan pelepasan elektron dalam tabung gas. Setelah lampu bekerja normal, merkuri tidak akan tercapai yang menjadikan merkuri memancarkan cahaya.

Lampu sodium tekanan tinggi mempunyai dua jenis starter, yaitu starter jenis "snap" dan "solid state". Snap bekerja berdasarkan panas yang terdiri dari bimetal dengan kontak tertutup dan sebuah kumparan pengontrol temperatur bimetal, dan starter jenis "solid state" adalah start lampu lebih dapat dipercaya dan dapat secara langsung, baik penyalaan awal maupun penyalaan kembali.

2.2.8.8 Lampu *Light Emitting Diode* (LED)

Sebuah LED adalah sejenis dioda semikonduktor istimewa. Seperti sebuah dioda normal, LED terdiri dari sebuah chip bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut p-n junction. Pembawa muatan elektron dan lubang mengalir ke junction dari elektroda dengan voltase berbeda. Ketika elektron bertemu dengan lubang, dia jatuh ke tingkat energi yang lebih rendah, dan melepas energi dalam bentuk photon.

LED biru pertama yang dapat mencapai keterangan komersial menggunakan substrat galium nitrida yang ditemukan oleh Shuji Nakamura tahun 1993 sewaktu berkarir di Nichia Corporation di Jepang. LED ini kemudian populer di penghujung tahun 90-an. LED biru ini dapat dikombinasikan ke LED merah dan hijau yang telah ada sebelumnya untuk menciptakan cahaya putih.

LED dengan cahaya putih sekarang ini mayoritas dibuat dengan cara melapisi substrat galium nitrida (GaN) dengan fosfor kuning. Karena warna kuning merangsang penerima warna merah dan hijau di mata manusia, kombinasi antara warna kuning dari fosfor dan warna biru dari substrat akan memberikan kesan warna putih bagi mata manusia.

LED putih juga dapat dibuat dengan cara melapisi fosfor biru, merah dan hijau di substrat ultraviolet dekat yang lebih kurang sama dengan cara kerja lampu florensen. Metode terbaru untuk menciptakan cahaya putih dari LED adalah dengan tidak menggunakan fosfor sama sekali melainkan menggunakan substrat seng selenida yang dapat memancarkan cahaya biru dari area aktif dan cahaya kuning dari substrat itu sendiri.

2.2.9. Sistem tata udara pada bangunan gedung

Adanya standar pada sistem tata udara adalah untuk memberikan kenyamanan pada setiap penghuni yang beraktifitas pada suatu ruangan. Untuk memenuhi

kenyamanan termal pengguna bangunan, kondisi perencanaan gedung yang berada diwilayah dengan suhu rata- rata bulanan mencapai 28°C WB ditetapkan bahwa :

- a. Ruang kerja : temperatur bola kering berkisar antara 24°C hingga 27°C atau $25.5^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$, dengan kelembapan relatif $60\% \pm 10\%$.
- b. Ruang transit : temperatur bola kering berkisar antara 27°C hingga 30°C atau $28^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ dengan kelembapan relatif $60\% \pm 10\%$.

Perkiraan pemakaian energi sistem tata udara harus menggunakan perhitungan beban pendingin seluruh jam operasi dan karakteristik pemakaian daya peralatan yang aktual.

2.2.10. Pengukuran Satuan pada *Air Conditioner*

Dalam teknik pengukuran pendingin berkaitan dengan kosnep ilmu thermodinamika dengan satuan yang menjadi dasar pengukuran adalah BTU (*British thermal unit*). Satuan BTU dapat didefinisikan sebagai jumlah panas yang dibutuhkan untuk menaikan 1 pound air sebanyak 1°F dalam tekanan 1 atmosphere.

Semakin besar nilai BTU yang digunakan maka semakin besar juga output dari unit AC tersebut karena kompresor yang digunakan juga semakin besar yang berakibat udara yang dapat didinginkan juga semakin besar dan arus listrik yang digunakan juga semakin besar. Sedangkan di Indonesia sendiri biasanya menggunakan satuan PK.

Secara sederhana dengan mengabaikan pengaruh nilai alat yang lain maka menghitung kapasitas AC yaitu dengan cara mengalikan luas ruangan dengan nilai 500 (nilai koefisien) dengan satuan BTU. 9000 BTU sama besarnya dengan 1 PK yang diasumsikan sebesar 880 Watt.