

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terdahulu

Penulis telah mengkaji tinjauan pustaka dari beberapa hasil penelitian terkait dari berbagai macam sumber, tinjauan pustaka yang menjadi dasar penelitian ini yang berhubungan pada audit energi yang dapat dijadikan sebagai bahan masukan guna ketepatan pelaksanaan diuraikan sebagai berikut.

Penelitian yang dilakukan oleh Daeng Supriadi Pasisarha. Jurnal Tahun 2012 Mahasiswa Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang yang berjudul “*Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di Kampus Polines*” yang didalamnya menyatakan bahwa penelitian ini melakukan metode deskriptif kuantitatif disertai bangunan uji statistik digunakan untuk mengevaluasi profil pemakaian listrik dan IKE kampus Politeknik Negeri Semarang selama kurun 2005 sampai 2010. Hasil evaluasi menunjukkan IKE kampus Politeknik Negeri Semarang ternyata masih tergolong sangat efisien menurut pedoman penggunaan listrik untuk gedung perkantoran[4].

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Muchlis Anshor. Skripsi Tahun 2022 Mahasiswa Universitas Tanjungpura Jurusan Teknik Elektro yang berjudul “*Analisis Audit Energi Sistem Pencahayaan dan Tata Udara di Universitas Muhammadiyah Pontianak*”. Penelitian ini menggunakan metode audit energi rinci yang bertujuan mendapatkan hasil dan data yang digambarkan secara lengkap agar didapatkan hasil yang bisa menjadi acuan pembandingan dengan data yang terpasang di lapangan, membandingkan nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energi) maka akan mendapatkan hasil konsumsi energi pada gedung teori bersama di Universitas Muhammadiyah Pontianak tersebut[5].

Penelitian yang dilakukan oleh Tri Wahyu Budiman. Skripsi tahun 2019 Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang berjudul “*Audit Energi Listrik dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Listrik pada Sistem Pendingin dan Pencahayaan di Gedung D3 3konomi UII*” yang didalamnya menyatakan bahwa penelitian ini melakukan metode observasi dan konservasi energi, yang dimulai dengan mengumpulkan data, melakukan analisis

dan perhitungan nilai IKE gedung. Memberikan rekomendasi peluang penghematan energi yaitu *low cost* dan *high cost*, dengan mengaplikasikan rekomendasi peluang penghematan energi didapatkan peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik sebesar $2,37 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$ dengan penghematan energi listrik sebesar $10.705,26 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan}$ dimana sebelumnya termasuk golongan gedung ber-AC efisien menjadi golongan gedung ber-AC sangat efisien[6].

Penelitian yang dilakukan oleh Thoriq Rizkani. Skripsi Tahun 2012 Mahasiswa Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh November yang berjudul “*Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya*” yang didalamnya menyatakan bahwa penelitian ini audit energi di RS Haji Surabaya dengan menggunakan metode MCDM-PROMETHEE dimana terdapat 4 peluang hemat energi untuk RS Haji Surabaya yaitu : 1. Perubahan SOP fasilitas rumah sakit, 2. Penyesuaian bangunan gedung rumah sakit, 3. Penerapan teknologi hemat energi dan 4. Pelatihan dan pengembangan SDM. Dari keempat alternatif yang di dapat dengan metode MCDM PROMETHEE didapatkan lah pilihan peluang hemat energi yang bisa di ambil yaitu alternatif 1, dimana alternatif 1 itu yang paling baik untuk diterapkan sebagai peluang hemat energi di Rumah Sakit Haji Surabaya[11].

Penelitian yang dilakukan oleh Muradi Suwargina. Skripsi Tahun 2017 Mahasiswa Teknik Elektro Sekolah Tinggi Fatahillah Cilegon yang berjudul “*audit energi pada bangunan gedung DPRD kabupaten sleman*” yang didalamnya menyatakan bahwa penelitian ini audit bangunan gedung DPRD Kabupaten Sleman terdiri dari 3 gedung, dengan fungsi sebagai gedung perkantoran dan ruang rapat. Kebutuhan energi listrik untuk operasional gedung disuplai dari PLN sebagai sumber utama dengan daya sebesar 82,5 kVA. Nilai IKE untuk gedung DPRD Kabupaten Sleman berdasarkan konsumsi energi pertahun kemudian dibagi terhadap luas bangunan ber-AC atau yang dikondisikan dengan luas bangunan yang dikondisikan 7224 m^2 diperoleh pada tahun 2016 sebesar $11,989 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}$. Indikator nilai IKE gedung DPRD Kabupaten Sleman masuk kualitas daya listrik yang disuplai oleh PLN melalui transformator ditribusi pada gedung tersebut cukup baik[13].

Dari penelitian terdahulu yang telah dijelaskan maka perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah mencari nilai IKE setiap bulan dan pertahunnya di RSUD Abdul Aziz Singkawang serta mencari PHE yang akan dilakukan untuk sistem pencahayaan dan sistem pengkondisian udara dalam waktu jangka pendek dengan menggunakan perhitungan microsoft excel. Metode perhitungan yang digunakan adalah Audit Energi Awal.

2.2 Energi Listrik

Hukum Kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat pula dimusnahkan. Energi hanya dapat dirubah dari suatu bentuk ke bentuk energi yang lain. Demikian pula energi listrik yang merupakan hasil perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Adapun kegunaan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari merupakan pencahayaan, pemanas, pendingin, dan motor-motor listrik serta lain-lainnya, energi yang digunakan alat listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) dikalikan dengan waktu selama alat tersebut digunakan[1].

Bila daya di ukur dalam watt jam, maka :

$$W = P \times t \quad (2.1)$$

Dimana :

W = Energi Listrik (Wh)

P = Daya Listrik (Watt)

t = Waktu (jam / Hour)

2.3 Manajemen Energi

Program manajemen energi merupakan program terencana yang bertujuan untuk mengurangi biaya pengeluaran energi pada suatu perusahaan. Awal mula manajemen energi adalah dengan menyelaraskan strategi perusahaan dengan penerapan manajemen energi, dengan demikian seluruh karyawan akan dapat berkomitmen terhadap penghematan energi di perusahaan.

2.4 Konservasi Energi

Konservasi energi merupakan langkah kebijaksanaan yang pelaksanaannya paling mudah dan biayanya paling murah, serta sekarang juga dapat dilaksanakan oleh seluruh lapisan masyarakat. Kebijakan energi ini dimaksudkan untuk memanfaatkan sebaik-baiknya sumber energi yang ada, juga dalam rangka mengurangi ketergantungan akan minyak bumi, dengan pengertian bahwa konservasi energi tidak boleh menjadi penghambat kerja operasional maupun pembangunan yang telah direncanakan [5].

Menurut SNI 03-6196-2000 tentang prosedur Audit energi pada bangunan gedung. Definisi konservasi energi adalah upaya mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindari. Tingkat keberhasilan penggunaan energi secara efisien sangat dipengaruhi perilaku, kebiasaan, kedisiplinan dan selain efisiensi energi, cara lain yang dapat dilakukan adalah perawatan dan perbaikan peralatan listrik sehingga pengendalian penggunaan energi dapat terpantau. Kebijakan mengenai konservasi energi juga diatur dalam Undang-Undang Energi No 30 Tahun 2007 Pasal 25 yang mengatur mengenai konservasi energi[2][3].

Kebijakan mengenai konservasi energi juga diatur dalam Undang-Undang Energi No 30 Tahun 2007 Pasal 25 yang mengatur mengenai konservasi energi[7]:

1. Konservasi energi nasional menjadi tanggung jawab Pemerintah, Pemerintah Daerah, Penguasa dan masyarakat;
2. Pengguna energi dan produsen peralatan hemat energi yang melaksanakan konservasi energi diberi kemudahan dan insentif oleh Pemerintah atau Pemerintah Daerah;
3. Pengguna sumber energi dan pengguna energi yang tidak melaksanakan konservasi energi diberi disinsentif oleh Pemerintah atau Pemerintah Daerah;
4. Peraturan lebih lanjut tentang konservasi energy akan dituangkan dalam peraturan Pemerintah.

Menurut peraturan diatas definisi konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Efisiensi merupakan salah

satu langkah dalam pelaksanaan konservasi energi, efisiensi energi adalah istilah umum yang mengacu pada penggunaan energi lebih sedikit untuk menghasilkan jumlah layanan atau output berguna yang sama[3].

2.5 Audit Energi

Audit energi merupakan usaha atau kegiatan untuk mengidentifikasi jenis dan besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industri, pabrik atau bangunan dan coba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Sasaran dari audit energi adalah untuk mencari cara mengurangi konsumsi energi per satuan *output* dan mengurangi biaya operasi [5]. Hasil audit energi juga dapat diketahui besarnya peluang potensi penghematan energi apabila dilakukan peningkatan efisiensi.

Kegiatan audit energi merupakan kegiatan pengecekan berkala untuk menjamin apakah energi digunakan secara tepat, efisien dan rasional. Dengan audit energi, maka indikasi kebocoran energi dapat dilacak dan ditelusuri yang kemudian ditentukan langkah perbaikan. Adapun lingkup kegiatan energi diantaranya[5] :

1. Melakukan identifikasi penggunaan energi khususnya yang berkaitan dengan jenis energi, system pemakaian dan biaya energi.
2. Observasi tingkat penggunaan energi sesuai dengan kondisi bangunan jenis penggunaannya.
3. Mengetahui dimana potensi terbesar untuk memperbaiki efisiensi penggunaan yang dapat dilakukan.
4. Bagaimana melakukan perbaikan efisiensi tersebut. Audit energi dapat dilakukan setiap saat atau sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan. Audit energi terbagi menjadi 3 bagian, diantaranya :

2.5.1 Audit Energi Singkat

Audit energi singkat adalah proses awal kegiatan audit energi yang meliputi pengumpulan data historis konsumsi energi, luas bangunan, daya terpasang, beban penghunian bangunan dan observasi visual. Perbedaan audit energi singkat dengan audit energi awal yaitu, pada audit energi tidak memerlukan pengukuran pada peralatan listrik. Hasil dari kegiatan audit energi singkat berupa potret penggunaan energi bangunan gedung dan rekomendasi peluang penghematan energi[5].

2.5.2 Audit Energi Awal

Tujuan dari audit energi awal adalah mengukur produktivitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. 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, terdiri dari :
 - a. Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai.
 - b. Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai.
 - c. Diagram 1 garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan.
2. Pembayaran rekening listrik bulanan gedung selama satu tahun terakhir.
3. Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung.

$$IKE = \frac{W}{L} \quad (2.2)$$

Dimana :

IKE = Intensitas Konsumsi Energi (kWh/m^2)

W = Total konsumsi energi Listrik (kWh)

L = Luas Bangunan (m^2)

IKE listrik adalah pembagian antara konsumsi energi listrik pada kurun waktu tertentu dengan satuan luas bangunan gedung. Sektor-sektor yang dapat di hitung antara lain :

1. Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m^2).
2. Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun).
3. IKE bangunan gedung per tahun (kWh/m^2 /tahun)

Menurut hasil penelitian ASEAN-USAID Tahun 1992, Ada standar dalam menentukan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik di berbagai bangunan, dengan syarat :

Tabel 2.1 IKE Listrik Hasil Penelitian ASEAN-USAID Tahun 1992

No.	Klasifikasi	IKE (kWh/m^2 /tahun)
1.	Perkantoran (Komersial)	240
2.	Pusat Perbelanjaan	330
3.	Hotel (Apartemen)	300
4.	Rumah Sakit	380

Sumber : ASEAN-USAID

Nilai IKE tersebut tidak menutup kemungkinan untuk mengalami perubahan sesuai dengan tingkat kesadaran masyarakat terhadap penggunaan energi. Seperti Singapura misalnya telah menetapkan IKE listrik untuk perkantoran hanya sebesar $210 kWh/m^2$ per tahun. Dalam menghitung besarnya IKE listrik pada bangunan gedung, ada beberapa istilah yang digunakan antara lain IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan, yaitu total ruang dengan AC dan IKE listrik per satuan kotor gedung, yaitu luas total ruang gedung yang dikondisikan (ruang dengan AC) ditambah dengan luas total ruang gedung yang tidak dikondisikan (tanpa AC). Sebagai pedoman telah ditetapkan nilai standar IKE untuk bangunan di Indonesia yang telah ditetapkan oleh Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia tentang penghematan pemakaian tenaga listrik[5]. Menurut Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia Tahun 2014 ada syarat IKE untuk ruang ber-AC dan ruang tidak ber-AC, yaitu :

Tabel 2.2 Standar IKE Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia Tahun 2014

No.	Kriteria	Ruang ber-AC (kWh/m^2 /Bulan)	Ruang tanpa AC (kWh/m^2 /Bulan)
1.	Sangat Efisien	4,17 s/d 7,92	0,68 s/d 1,67
2.	Efisien	7,92 s/d 12,08	1,67 s/d 2,50
3.	Cukup Efisien	12,08 s/d 14,58	-
4.	Agak Boros	14,58 s/d 19,17	-
5.	Boros	19,17 s/d 23,75	2,50 s/d 3,34

6.	Sangat Boros	23,75 s/d 37,75	3,34 s/d 4,17
----	--------------	-----------------	---------------

Sumber : Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia Tahun 2014

2.5.3 Audit Energi Rinci

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

1. Penelitian konsumsi energi;
2. Pengukuran energi;
3. Identifikasi Peluang Hemat Energi (PHE);
4. Analisa PHE.

2.6 Tarif Dasar Listrik (Perpres RI No.8 Tahun 2011 Dan Permen ESDM No.31 Tahun 2014)

Penentuan tarif daya listrik yang dipergunakan adalah dengan melihat tarif pembayaran rekening listrik bulanan (Struk pembayaran tagihan listrik) dan mengacu kepada Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 8 Tahun 2011 Tentang Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara[5]. Selanjutnya kenaikan tarif dasar listrik mengalami penyesuaian tarif sesuai mekanisme pasar, hal tersebut tertuang dalam Peraturan Menteri ESDM No. 9 Tahun 2015 tentang Perubahan Atas Permen ESDM No.31 Tahun 2014 tentang tarif Tenaga Listrik yang Disediakan oleh Perusahaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.

Dengan itu ada beberapa tarif listrik yang dibedakan dengan golongan tarif antara lain :

Tabel 2.3 Tarif Dasar Listrik Untuk Keperluan Pelayanan Sosial

No	Gol Tarif	Batas Daya	Reguler		Pra Bayar (Rp/kWh)
			Biaya Beban (Rp/kVA/Bln)	Biaya Pemakaian (Rp/kWh) dan Biaya kVArh (Rp/kVArh)	
1	2	3	4	5	6
1.	S-1/TR	220 VA	-	Abonemen per bulan (Rp) : 14.800	-
2.	S-2/TR	450 VA	10.000	Blok I : 0 s/d 30 kWh : 123 Blok II : diatas 30 kWh s/d 60kWh : 265 Blok III : diatas 60 kWh : 360	325
3.	S-2/TR	900 VA	15.000	Blok I : 0 s/d 20 kWh : 200 Blok II : diatas 20 kWh s/d 60kWh : 295 Blok III : diatas 60 kWh : 360	455
4.	S-2/TR	1.300 VA	*)	780	708
5.	S-2/TR	2.200 VA	*)	760	760
6.	S-2/TR	3.500VA s.d 200 kVA	*)	900	900
7.	S-3/TM	Diatas 200 kVA	**)	Blok WBP = $K \times P \times 735$ Blok LWBP = $P \times 735$ kVArh = 925 (***)	-

Sumber : Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2011

NB : Untuk Bulan Juli hingga Bulan September 2022 terjadi kenaikan, khususnya pada pelanggan R2 dan R3 atau > 3.500 VA dengan golongan Pemerintah.

Untuk P1 = 6.600 VA hingga 200KVA

=Rp. 1.444,7/kWh menjadi Rp. 1.699,53/kWh

Untuk P2 = > 200KVA

=Rp. 1.114,74/kWh menjadi Rp. 1.522,88/kWh.

Peraturan ini berlaku mulai tanggal 1 Juli 2022 dengan Keputusan Surat Menteri ESDM No.T-162/TL-04/MEM.L/2022[14]

2.7 Peluang Hemat Energi (PHE)

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

$$\text{PHE} = \Delta\text{IKE} \times \Delta\text{area} \quad (2.3)$$

Dimana :

ΔIKE : nilai IKE yang terjadi (kWh/m^2)

Δarea : Luas Ruangan (m^2)

2.8 Sistem Pencahayaan

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

2.8.1 Sistem Pencahayaan Alami

pencahayaan alami adalah pencayaan yang bersumber dari cahaya alam seperti cahaya matahari. Pencahayaan alami dibutuhkan karena manusia memerlukan kualitas cahaya alami. Fungsi pencahayaan alami dapat dapat meminimalisir penggunaan energi listrik, sehingga desain yang mengutamakan pemanfaatan pencahayaan alami harus dikembangkan[5].

2.8.2 Sistem Pencahayaan Buatan

sistem pencahayaan buatan merupakan pengguna energi listrik terbesar kedua pada sebuah bangunan gedung. Sistem pencahayaan buatan sangat diperlukan apabila posisi suatu ruangan sulit dicapai oleh pencahayaan alami atau saat kebutuhan pencahayaan alami tidak mencukupi untuk menerangi suatu ruangan.

Tabel 2.4 Standar Tingkat Pencahayaan

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	Kelompok Federasi Warna	Temperatur warna		
			Warm < 3300 Kelvin	Warm White 3300 Kelvin – 5300 Kelvin	Cool Daylight > 5300
Rumah Tinggal :					
Teras	60	1 atau 2	o	o	
Ruang Tamu	150	1 atau 2		o	
Ruang Makan	250	1 atau 2	o		
Ruang Kerja	300	1		o	o
Ruang Tidur	250	1 atau 2	o	o	
Ruang Mandi	250	1 atau 2		o	o
Dapur	250	1 atau 2	o	o	
Garasi	60	3 atau 4		o	o
Perkantoran :					
Ruang Resepsionis	300	1 atau 2	o	o	
Ruang Direktur	350	1 atau 2		o	o
Ruang Kerja	350	1 atau 2		o	o
Ruang Komputer	350	1		o	o
Ruang Rapat	300	1	o	o	
Ruang Gambar	750	1 atau 2		o	o
Ruang Arsip	150	1 atau 2		o	o
Ruang Arsip Aktif	300	1 atau 2		o	o
Ruang Tangga Darurat	150	1 atau 2			o
Ruang Parkir	100	1 atau 2			o
Lembaga Pendidikan :					
Ruang Kelas	350	1 atau 2		o	o
Perpustakaan	300	1 atau 2		o	o
Laboratorium	500	1		o	o
Ruang Praktek Komputer	300	1 atau 2		o	o
Ruang Laboratorium Bahasa	300	1 atau 2		o	o
Ruang Guru	300	1 atau 2		o	o
Rung Olahraga	300	2 atau 3		o	o
Ruang Gambar	750	1		o	o
Kantin	200	1	o	o	
Hotel & Restoran :					
Ruang Resepsionis & Kasir	300	1 atau 2	o	o	
Lobi	350	1	o	o	
Ruang Serba Guna	200	1	o	o	
Ruang Rapat	300	1	o	o	
Ruang Makan	250	1	o	o	
Kafetaria	200	1	o	o	
Kamar Tidur	150	1 atau 2	o		
Koridor	100	1	o	o	
Dapur	300	1	o	o	

Sumber : Badan Standarisasi Nasional SNI 6197-2000

2.9 Jenis-Jenis Sistem Pencahayaan

2.9.1 Lampu Neon (TL)

Lampu Neon (TL) merupakan jenis lampu pendar yang menggunakan gas neon sebagai penghasil cahaya. Bentuknya menyerupai tabung. Pada gas neon murni, warna cahaya yang dihasilkan adalah kemrah-merahan. Dalam tiap meternya, tegangan listrik yang diperlukan untuk pendar antara 300 hingga 1000 V. Saat pertama kali bekerja, lampu neon akan menggunakan tegangan asut sebesar 1,5 hingga 2 kali lipat dari tegangan normalnya. Kekurangan lampu neon (TL) antara lain :

1. Biaya pembelian sangat mahal untuk satu set lampu neon (TL).
2. Tempat yang digunakan sangat besar.



Gambar 2.1 lampu Neon (TL)

Sumber : [5]

2.9.2 Lampu Neon Kompak (CFL)

Lampu neon kompak (CFL), 3 hingga 5 kali lebih efisien dari pada lampu pijar standar dan dapat bertahan 10 hingga 20 kali lebih awet. Terlewat listrik melalui uap gas atau logam akan menyebabkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan komposisi kimia dan tekanan gasnya.

➤ Ciri-Ciri Lampu Neon Kompak (CFL)

1. Efisiensi = 60 lumens/Watt
2. Suhu Warna =hangat , menengah
3. Umur lampu 7000 hingga 10000



Gambar 2.2 Lampu CFL
Sumber : [5]

2.9.3 Lampu LED

Lampu LED merupakan lampu terbaru yang merupakan sumber cahaya yang efisien energinya. Ketika lampu LED memancarkan cahaya nampak pada gelombang spektrum yang sangat sempit, mereka dapat memproduksi “cahaya putih”. Hal ini sesuai dengan kesatuan susunan merah-biruhijau atau lampu LED biru berlapis fosfor. Lampu LED bertahan dari 40.000 hingga 100.000 jam tergantung pada warna. Lampu LED digunakan untuk banyak penerapan pencahayaan seperti tanda keluar, sinyal lalu lintas, cahaya di bawah lemari dan berbagai penerangan dekoratif[5].



Gambar 2.3 Lampu LED
Sumber :[5]

2.9.4 Lampu *Downlight*

Lampu merupakan lampu yang pemasangannya tersembunyi di dinding atau plafon. Jenis lampu ini biasanya digunakan untuk pencahayaan utama di rumah atau ruangan kecil yang membutuhkan cahaya yang terang biasanya disebut juga dalam istilah *Ambient Lighting*. Lampu ini mempunyai 3 (tiga) jenis

ukuran yaitu, kecil dengan daya 12 Watt, sedang dengan daya 15 Watt dan besar dengan daya 18 Watt.

➤ Kelebihan dari lampu *downlight*

1. Pencahayaan lampu *downlight* bisa lebih fokus.
2. Sinar yang dihasilkan lebih terang.
3. Desain lampu beragam dan estetik.
4. Warna pencahayaan lampu *downlight* cenderung natural.
5. Perawatan lampu *downlight* tidak sulit.



Gambar 2.4 Lampu Downlight
Sumber : RSUD Abdul Aziz Singkawang

2.10 Sistem Pengkondisian Udara

Pengadaan suatu sistem pengkondisian udara adalah agar tercapai kondisi temperatur, kelembaban, kebersihan dan distribusi udara dalam ruangan dapat dipertahankan pada tingkat keadaan yang di harapkan. Untuk kondisi iklim di Indonesia (tropis), proses pengkondisian udara yang berupa pendinginan banyak sekali digunakan. Pendingin ini berfungsi untuk menciptakan kondisi nyaman bagi beberapa aktivitas manusia. Semakin nyaman suatu ruangan tentu akan meningkatkan produktivitas di dalamnya[2].

2.10.1 Sistem Pengkondisian Udara Alami

Sistem pengkondisian udara alami hanya mengandalkan tata ruang dan aliran udara sekitar bangunan gedung. Untuk ruangan yang tidak menggunakan peralatan pendingin udara harus memiliki lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan ventilasi silang agar aliran udara dapat berjalan. Sistem tata udara alami ini merupakan jendela, pintu dan ventilasi[2].

2.10.2 Sistem Pengkondisian Udara Buatan

Sistem tata udara buatan digunakan untuk mengendalikan kondisi termal, kualitas dan sirkulasi udara di dalam ruangan untuk memenuhi persyaratan kenyamanan termal penggunaan bangunan. Sistem tata udara buatan biasanya menggunakan AC (*Air Comditioner*) sebagai pendingin ruangan yang merupakan paling banyak digunakan di Negara-negara tropis seperti di Indonesia[2].

AC atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Alat ini dipakai bertujuan untuk memberikan udara yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. Untuk dapat menghasilkan udara dengan kondisi yang diinginkan, maka peralatan yang dipasang harus mempunyai kapasitas yang sesuai dengan beban pendinginan yang dimiliki ruangan tersebut[2].

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan pada saat menentukan kebutuhan PK AC pada suatu ruangan yakni daya pendingin AC (BTU/Hour-British Thermal Unit) daya listrik (Watt) dan PK kompresor AC. Secara umum orang mengenal angka PK (*Paard Kracht/Daya Kuda/Horse Power*) pada AC. Sebenarnya PK adalah satuan daya kompresor AC bukan daya pendingin AC. Namun PK lebih dikenal ketimbang BTU/Hour di masyarakat awam[2]

Berikut ini tabel konversi BTU/Hour ke PK dibawah ini, yaitu :

Tabel 2.5 Tabel Konversi Btu/h ke PK

Btu/h (<i>British Thermal Unit</i>)	PK Tata Udara (<i>Paard Kracht</i>)
+665000	$\frac{1}{2}$ PK
+667000	$\frac{3}{4}$ PK
+669000	1 PK
+6612.000	1.5 PK
+6618.000	2 PK
+6626.000	3 PK

Sumber : Catalog Daikin

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan besar PK AC adalah :

$$\text{PK AC} = \text{Besar Ruangan} \times \text{BTU} \quad (2.4)$$

$$BTU = \frac{PK AC}{Besar Ruangan}$$

(2.5)

2.11 Jenis-Jenis Sistem Pengkondisian Udara (AC)

Berdasarkan jenisnya ada 4 jenis AC yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

2.11.1 AC Split

Pada AC jenis Split, komponen AC dibagi menjadi dua unit yaitu unit *indoor* dimana terdiri dari kompresor, evaporator, filter udara, *ervaporator blower*, *ekspansion valve* dan *control unit*. Sedangkan pada unit *outdoor* terdiri dari kompresor, kondensor, kondensator bolwer dan *refrigerant fiter*. Selanjutnya antara unit *indoor* dan *outdoor* dihubungkan dengan dua saluran refrigerant, satu buah untuk menghubungkan refrigerant filter dengan ekspansion valve serta kabel power untuk memasok arus listrik untuk kompresor dan kondensator blower.



Gambar 2.5 AC Split

Sumber : RSUD Abdul Aziz Singkawang

2.11.2 AC Window

Pada AC jenis window, semua komponen AC seperti filter udara, evaporator blower, kompresor, kondensor, refrigerant filter, *ekspansion valve* dan *control unit* terpasang pada satu *base plate*, kemnudian *base plate* beserta semua komponen AC tersebut dimasukkan kedalam kotak plat sehingga menjadi satu unit yang kompak. Biasanya dipilih karena pertimbangan keterbatasan ruangan, seperti pada rumah susun.



Gambar 2.6 AC *Window*

Sumber : [5]

2.11.3 AC Sentral

Pada AC jenis ini udara dari ruangan didinginkan pada cooling plant di luar ruangan tersebut, kemudian udara yang telah dingin dialirkan kembali kedalam ruangan tersebut. Biasanya cocok untuk dipasang di sebuah gedung bertingkat (berlantai banyak), seperti hotel dan mall.



Gambar 2.7 AC Sentral

Sumber : RSUD Abdul Aziz Singkawang

2.11.4 AC *Cassette*

AC *Cassette* merupakan seperangkat alat yang digunakan untuk menurunkan suhu udara pada ruangan tertentu. Biasanya AC ini dipasang pada langit-langit udara. Unit indoor dari AC ini di letakkan di plafon dan outdoornya diletakkan cukup jauh agar tidak mengganggu distribusi aliran udara.



Gambar 2.8 AC Cassette
Sumber : RSUD Abdul Aziz Singkawang

2.11.5 Standing AC

Jenis AC ini cocok digunakan untuk kegiatan-kegiatan situasional dan *mobile* karena fungsinya yang mudah dipindahkan, seperti seminar, pengajian, acara outdoor dsb[5].



Gambar 2.9 AC Standing
Sumber : RSUD Abdul Aziz Singkawang

Efisiensi sebuah mesin pendingin sering dinyatakan dengan istilah COP (Coefficient Of Performance) ataupun EER (Energy Efficiency Ratio). COP definisi sebagai perbandingan laju kalor yang dikeluarkan dengan laju energi yang harus dimasukkan ke sistem. COP berbanding terbalik dengan biaya operasional, apabila COP lebih tinggi maka biaya operasional yang dikeluarkan akan menjadi lebih rendah[5].

Rumus dari COP adalah sebagai berikut :

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

(2.6)

Dimana :

COP = Koefisien Prestasi

Qe = Kapasitas Pendingin

W = Daya Input Compresor

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

$$EER = \frac{T}{W} \tag{2.7}$$

Dimana :

EER = tingkat efisiensi penggunaan energi

T = kapasitas pendingin AC (Btu/h)

W = energi listrik (kWh)

Semakin tinggi angka EER, maka semakin efisien penggunaan energinya. AC dengan EER sama atau lebih besar dari 10 (sepuluh) untuk kondisi saat ini dianggap sudah efisien.

Tabel berikut menyajikan kriteria EER dan COP yang merupakan indikator efisiensi energi pada AC.

Tabel 2.6 Kriteria Tanda Hemat Energi pada AC

No.	Kriteria	EER	COP
1.	Superior	20	6.0
2.	Baik Sekali	>14	4.0
3.	Baik`	11 – 14	3,0 – 4,0
4.	Buruk	8,5 – 10	2,5 – 3,0
5.	Buruk Sekali	6,8	2,0

Sumber :Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral

Catatan untuk pelengkap perhitungan COP dan EER adalah:

PK	W	Btu/h	kW
1/2	377	4.500	1,319
1	746	9.000	2,636
2	1.492	18.000	5,272
3	2.238	26.000	7,615
10	7.460	75.000	21,966

AC berperan lebih dari sekedar mendinginkan udara. AC benar-benar berfungsi sebagai “pengkondisi” udara, yaitu dengan menyingkirkan debu dan kotoran pada saat udara ruangan dihisap melalui filter. Beberapa AC model terbaru malah ada yang diklaim mampu membunuh kuman, bakteri dan virus yang bertebaran di udara. AC juga berfungsi menurunkan kelembapan, membuat udara lebih nyaman pada berbagai temperatur. Manfaat-manfaat ini tentu saja membutuhkan biaya. Karena sebuah unit AC adalah investasi yang terukur, penghematan biaya dan listrik dapat dilakukan dengan cara membeli dan menggunakan AC secara bijaksana[5].