

TINJAUAN TEORI

2.1. Konsep *City Walk*

2.1.1. Definisi

City Walk memiliki arti jalur pejalan kaki di dalam kota, deretan bangunan ataupun lansekap berupa taman menjadi sebab dari terbentuknya jalur tersebut. Jadi dalam perancangan dengan konsep *city walk* ini juga merupakan salah satu cara untuk memecah konsentrasi publik di kawasan perkotaan yang ramai dan dapat menghidupkan kota yang memiliki potensi (Rochsanthi, 2022). Menurut Aditya W. Fitrianto dalam artikel IAI 2006, *City Walk* ini sebenarnya hanya deretan toko dengan sebuah koridor jalan yang dibuat khusus yang berfungsi sebagai jalur penghubung untuk area - area retail yang ada. Walaupun bersifat terbuka, area koridor atau jalur pejalan kaki ini tetap harus memberikan kenyamanan terutama pada iklim yang ada di Indonesia.



Gambar 2. 1. Gambaran Area *City Walk*

Sumber : Jurnal Arsitektur FTSP Itenas “Kajian Fasilitas Pedestrian, *Open Space*, dan Ruang di antara Bangunan pada Kawasan Cihampelas Walk

2.1.2. Prinsip Desain *City Walk*

Adapun prinsip desain yang harus diterapkan ke dalam konsep *City Walk*, antara lain sebagai berikut.

1. Sebagai jalur untuk pejalan kaki, jalur ini dibuat berupa jalan atau koridor panjang yang difungsikan sebagai penghubung area komersial dan retail di kawasan tersebut
2. Koridor berukuran 6 hingga 12 meter, lebar tersebut disesuaikan dengan aktivitas yang diwadahi, serta dibuat terbuka atau tanpa AC
3. Koridor terbuka tetapi tetap memberikan kenyamanan di iklim Indonesia
4. Ruang terbuka berupa lansekap seperti taman

5. Ruang terbuka yang berfungsi sebagai penyatu massa yang terpisah

Berdasarkan pemahaman tentang konsep *city walk* dapat disimpulkan bahwa ruko berkonsep *city walk* adalah sebuah mal mikro terbuka, yang dicirikan sebagai pusat perbelanjaan dengan fasilitas *retail* dan fasilitas pendukung, dengan jalur pejalan kaki berbentuk koridor yang panjang dan tidak dapat diakses oleh kendaraan bermotor.

2.2. Elemen City Walk pada Pusat Perbelanjaan

Sesuai dengan pengertian konsep *city walk*, *city walk* memiliki aspek pembentuk, yaitu ruang terbuka, pejalan kaki, dan *retail* (bangunan).

2.2.1. Open Space

Pertemuan koridor menciptakan *open space*. *Open space* biasanya digunakan untuk kegiatan umum hingga panggung pertunjukan. Selain berfungsi sebagai tempat acara seperti pertunjukan, *open space* juga berfungsi sebagai penghubung antara berbagai massa bangunan. Standar *open space* di pusat perbelanjaan antara lain sebagai berikut.

1. Terletak di pertemuan koridor
2. Terdapat area duduk
3. Dapat digunakan untuk kegiatan yang bersifat umum
4. Dapat diakses secara fisik maupun visual

2.2.2. Pedestrian

Jalur pedestrian kaki adalah jalan khusus yang dirancang untuk berfungsi sebagai area sirkulasi pejalan kaki (Mokodongan & Tallei, 2016). Pedestrian yang dapat melindungi pengunjung dari cuaca adalah salah satu faktor terpenting yang harus dipertimbangkan saat merancang pusat perbelanjaan dengan tata letak terbuka. Terdapat dua metode untuk memberikan perlindungan:

1. Dengan memundurkan bangunan lantai bawah dari bangunan lantai atas.
2. Dengan memberikan kanopi atau peneduh.

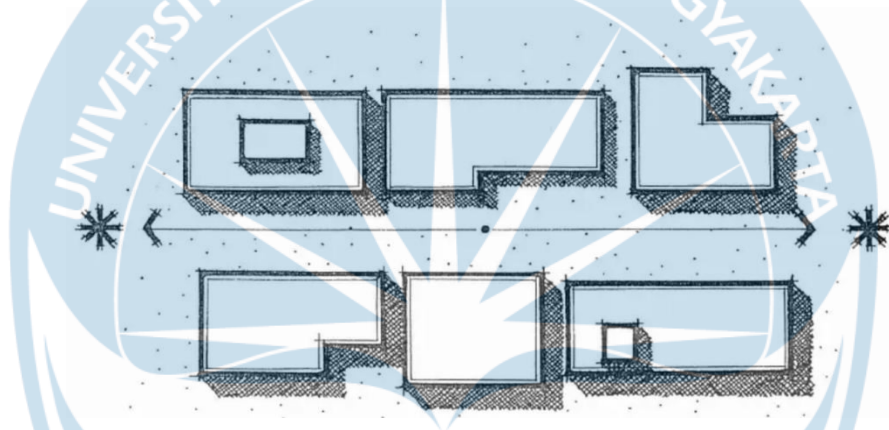
2.2.3. Retail atau Tenant

Bangunan adalah salah satu elemen yang membentuk konsep *city walk*, dan *retail* atau *tenant* dalam tipologi ruko berfungsi sebagai fasilitas komersial. Oleh karena itu, bangunan tersebut harus dapat mengakomodasi konsep *city walk* dan digunakan untuk tujuan komersial.

2.2.3.1. Pola Pusat Perbelanjaan

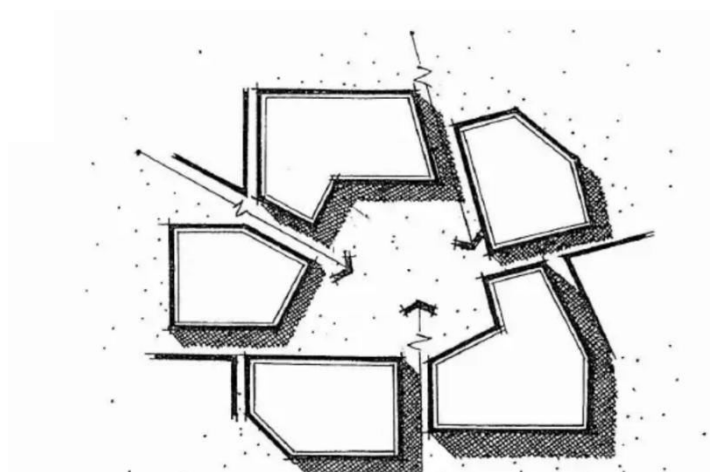
Tata letak bangunan pusat perbelanjaan sangat penting bagi developer dan penyewa selama tahap perencanaan. Penempatan bangunan retail dan penentuan pola bangunan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan. Komponen-komponen ini diatur untuk menciptakan jalur pejalan kaki komersial yang menghubungkan bangunan retail. Mengacu pada (Booth, 1979), pusat perbelanjaan sering menggunakan berbagai gaya dan kombinasi bangunan, antara lain sebagai berikut.

- **Pola Linear** merupakan deretan toko yang disusun dalam garis lurus dan dihubungkan dengan jalur pejalan kaki. Area pejalan kaki atau pedestrian terletak di bagian depan toko – toko. Pengaturan pola ini sering diadopsi ke dalam *neighbourhood shopping center*.



Gambar 2. 2. Pola Linear
Sumber : (Booth, 1979)

- **Pola L atau U** adalah pengembangan dari pengaturan pola linear yang orientasinya terfokus pada *open space*. Pola ini biasa digunakan pada *standart mall*.
- **Pola Cluster** merupakan bentuk lain dari konsep mall yang terdiri dari beberapa massa bangunan yang dibagi oleh pedestrian dan ruang hijau



Gambar 2. 4. Pola Cluster
Sumber : (Booth, 1979)

di dalam regional *shopping center*.

Dari penjelasan mengenai retail di pusat perbelanjaan dengan konsep city walk, maka perancangan ruko ini akan menggunakan penataan pola linear organik, yaitu pola ruang yang sama dengan pola linear namun berlanjut di sekitar sudut, agar perspektif dan perhatian pengunjung dapat bergeser secara terus menerus ketika mereka menjelajahi area tersebut. Penataan pola ini memiliki peluang untuk menciptakan titik fokus tak terduga yang ditemukan di tempat yang tak terduga.

2.3. Energi dalam Bangunan

2.3.1. Definisi

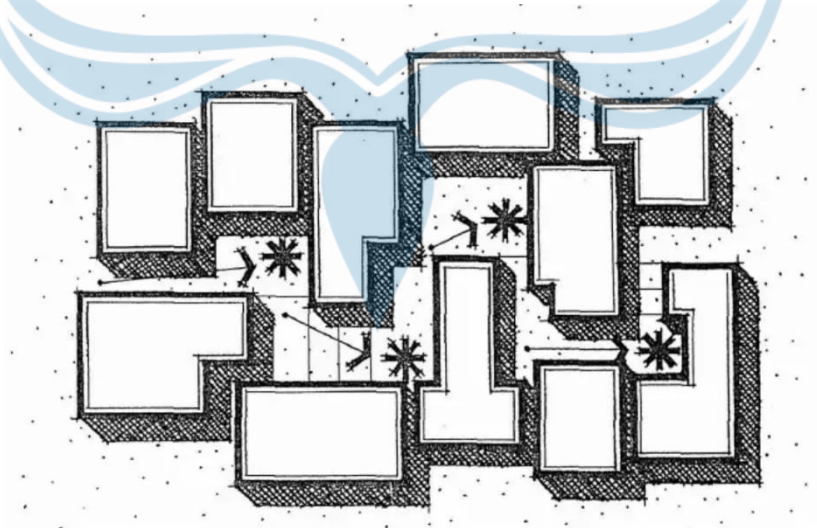
Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang dinyatakan dalam *Watt Hour* yang digunakan oleh peralatan listrik secara matematis (Subdirektorat Statistik Pertambangan dan Energi & Subdirectorate of Statistical Mining and Energy, 2018) ditulis menjadi:

$$\text{Energi} = \text{Daya} \times \text{Waktu}$$

dimana :

Energi = energi listrik yang dikonsumsi peralatan listrik (*Watt Hour*)

Daya = daya peralatan listrik (*Watt*)



Gambar 2. 5. Pola Linear Organik
Sumber : (Booth, 1979)

Waktu = waktu selama peralatan digunakan (*Hour*)

Tarif dasar listrik (TDL) merupakan tarif yang dikenakan kepada konsumen yang menggunakan energi listrik yang bersumber dari PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN). Berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 09 Tahun 2014, tarif tenaga listrik ditetapkan berdasarkan golongan tarif, sebagai berikut:

1. Untuk keperluan pelayanan sosial (S)
2. Untuk Keperluan rumah tangga (R)
3. Untuk keperluan bisnis (B)
4. Untuk keperluan industri (I)
5. Untuk keperluan kantor pemerintah dan penerangan jalan umum.
6. Untuk keperluan traksi pada tegangan menengah, dengan daya diatas 200kVA (T/TM) diperuntukan bagi perusahaan perseroan (Persero) PT. Kereta Api Indonesia.

Daya listrik menurut Goris Seran Daton (2007) adalah jumlah energi listrik yang digunakan tiap satuan waktu dalam detik dan dinyatakan dalam satuan *Watt*. Secara matematis ditulis sebagai:

$$P = V \times I$$

dimana:

P = daya listrik (*Watt*)

V = tegangan (*Volt*)

I = arus listrik (*Ampere*)

Daya sebenarnya yang dikonsumsi oleh peralatan listrik adalah:

$$P = V_{rms} \times I_{rms} \times \cos \varphi$$

dimana:

P = daya listrik/ daya aktif (*Watt*)

V_{rms} = tegangan (*Volt*)

I_{rms} = arus listrik (*Ampere*)

φ = sudut yang dibentuk oleh arus dan tegangan

Pada bangunan gedung, sistem konsumsi energi dapat dikelompokkan pada empat konsumsi energi listrik terbesar yaitu, AC, pencahayaan, transportasi gedung, dan peralatan kantor lainnya. Persentase penggunaan energi listrik

pada gedung komersial ditunjukkan pada tabel berikut (Hasan, 2014):

Penggunaan Energi	Persentase
Sistem AC	60%
Sistem Pencahayaan	20%
Sistem Transportasi Gedung	10%
Peralatan lain-lain	10%

Tabel 2. 1. Persentase Penggunaan Energi di Bangunan Gedung

2.3.2. Efisiensi Energi

Menurut SNI 6196:2011, Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) digunakan sebagai parameter indikator efisiensi energi untuk mengetahui berapa banyak energi yang dikonsumsi oleh sektor bangunan gedung. IKE adalah pembagian jumlah energi listrik yang dikonsumsi oleh setiap satuan luas bangunan dalam jangka waktu tertentu, mungkin tahunan atau bulanan. Rumus untuk menghitung IKE pertahun atau perbulan adalah:

$$IKE = \frac{\text{Energi yang digunakan (kWh/tahun)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}}$$

$$IKE = \frac{\text{Energi yang digunakan (kWh/bulan)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}}$$

Nilai IKE yang digunakan untuk masing-masing jenis bangunan gedung bersifat dinamis dan dapat berubah seiring dengan perkembangan teknologi peralatan hemat energi dan tingkat kesadaran pengguna bangunan gedung tentang hemat energi. Tabel 2.2 berikut memperlihatkan nilai IKE standar pada bangunan gedung dari berbagai sumber.

Sumber	IKE (kWh/m ² /tahun)	Tahun Pengeluaran Standar
ASEAN-USAID	240	1987
ESDM & JICA <i>Electric Power Development Co., LTD</i>	198.2	2008
Berdasarkan GBCI (Konsul Bangunan Hijau Indonesia)	250	2010

Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau	210-285	-
--	---------	---

Tabel 2. 2. IKE Listrik
Sumber : Hasil Penelitian ASEAN-USAID

Nilai IKE dapat dijadikan standar mengenai konsumsi energi listrik pada bangunan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.3.

Kriteria	Konsumsi Energi Listrik Bulanan ($kWh/m^2/bulan$)	
	Ber-AC	Tidak ber-AC
Sangat Efisien	4,71 - 7,92	
Efisien	7,92 - 12,08	0,84 - 1,67
Cukup Efisien	12,08 - 14,58	1,67 - 2,5
Cukup Boros	14,58 - 19,17	
Boros	19,17 - 23,75	2,5 - 3,34
Sangat boros	23,75 - 37,5	3,34 - 4,17

Tabel 2. 3. Kriteria Nilai IKE pada Konsumsi Energi Listrik
Sumber : Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasan di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, 2006

Efisiensi energi didefinisikan sebagai pemanfaatan energi secara rasional dan bijaksana tanpa mengurangi energi yang benar-benar dibutuhkan dalam penunjang pembangunan. Definisi ini juga berarti bahwa penghematan penggunaan energi yang menyebabkan penundaan pembangunan bukanlah efisiensi energi (Mulyani & Hartono, 2018). Efisiensi energi listrik pada bangunan dapat pula berbentuk *efficiency retrofits*. *Efficiency retrofits* pada sektor bangunan komersial adalah serangkaian tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja energi suatu bangunan dengan menerapkan teknologi, material, dan desain yang lebih efisien. Hal ini dapat dicapai dengan cara menggunakan atau mengganti komponen-komponen penting untuk menciptakan *efficiency retrofits* (Seeley & Dhakal, 2021). Sebagai contoh penghematan energi yang dapat dilakukan melalui peningkatan sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) dan sistem pencahayaan.

2.4. Energi dan Kenyamanan dalam Bangunan

2.4.1. Hubungan dengan Bangunan

Pengertian energi di sini lebih diarahkan kepada jenis energi yang digunakan, yaitu energi listrik. Kaitan antara bangunan, kenyamanan, dan energi



Gambar 2. 6. Skenario Bangunan dengan Bantuan Energi untuk Menciptakan Kenyamanan

dapat dilihat pada gambar skenario berikut.

Seperti yang ditunjukkan oleh skenario gambar 1, rancangan bangunan tidak selalu dianggap buruk apabila perlu menggunakan energi untuk mencapai kenyamanan ruang di dalamnya. Energi listrik digunakan untuk memberikan kenyamanan, meskipun hanya sebatas untuk kenyamanan visual (penerangan) pada malam hari. Dengan demikian, rancangan arsitektur apapun dapat digunakan untuk mencapai kenyamanan. Namun, penilaian baik buruk dari sudut energi bergantung pada seberapa banyak energi yang dibutuhkan oleh bangunan untuk mencapai standar kenyamanan.

2.4.2. Standar Kenyamanan Termal dengan Bantuan Sistem VAC

Menurut SNI 03-6572-2001, standar kenyamanan termal dalam bangunan hunian meliputi parameter suhu, kelembaban, sirkulasi udara, dan kualitas udara dalam ruangan yang harus diperhatikan untuk memastikan kenyamanan penghuninya. Dalam konteks menjaga kenyamanan termal, pemilihan dan penggunaan peralatan sistem pengkondisian udara yang digerakkan dengan listrik sangat penting. SNI 03-6572-2001 tidak hanya mengatur suhu dan kelembaban, tetapi juga menetapkan standar kinerja untuk peralatan ini agar dapat beroperasi secara efisien dan efektif. Peralatan sistem pengkondisian udara harus memenuhi beberapa kriteria, termasuk kapasitas pendinginan, efisiensi energi, dan kemudahan dalam pengoperasian. Standar ini bertujuan untuk memastikan bahwa peralatan tidak hanya mampu mencapai kondisi termal yang diinginkan, tetapi juga beroperasi dengan konsumsi energi yang minimal. Berikut adalah tabel yang menyajikan standar untuk peralatan sistem pengkondisian udara yang digerakkan dengan listrik, mencakup berbagai parameter penting seperti daya listrik, kapasitas pendinginan, dan efisiensi energi (COP - *Coefficient of Performance*):

Jenis Peralatan	Daya Listrik (kW)	Kapasitas Pendinginan (kJ/h)	Efisiensi Energi (COP)
AC Split	0,75 – 5	2.500 – 18.000	≥ 3,0
Chiller	10 – 100	35.000 – 350.000	≥ 4,0
Ventilasi Buatan	0,5 – 3	1.500 – 10.000	≥ 2,5

Tabel 2. 4. Kinerja Peralatan Pengkondisian Udara

Tabel di atas menunjukkan variasi jenis peralatan dan kinerja dalam mendukung kenyamanan termal di berbagai tipologi bangunan. Dengan memahami standar ini, diharapkan pemilihan peralatan yang tepat dan sesuai

dengan kebutuhan spesifik bangunan mampu meningkatkan efisiensi energi yang berkontribusi pada pengurangan biaya operasional serta dampak terhadap lingkungan dari penggunaan energi listrik.

Di Indonesia, bangunan ruko merupakan tipologi bangunan yang mencakup 2 fungsi yaitu, fungsi hunian dan fungsi komersial. Maka dari itu, standar kenyamanan termal dibagi menjadi dua sebagai berikut.

1. Tipologi Hunian

Kenyamanan termal dalam hunian diatur oleh SNI 03-6572-2001, yang menetapkan batasan suhu dan kelembaban untuk menciptakan lingkungan yang nyaman bagi penghuninya. Tabel berikut menyajikan batasan kenyamanan termal berdasarkan standar ini.

Kategori	Temperatur Efektif (°C)	Kelembaban Relatif (%)
Sejuk Nyaman	20,5 – 22,8	50
Nyaman Optimal	22,8 – 25,8	70
Hangat Nyaman	25,8 – 27,1	60

Tabel 2. 5. Kinerja Peralatan Pengkondisian Udara

Kenyamanan termal dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kecepatan angin yang sebaiknya berada dalam rentang 0,1 m/s hingga 0,5 m/s. Selain itu penggunaan sistem ventilasi dan pendingin udara yang efisien sangat penting untuk menjaga kondisi ini. Sistem VAC (Ventilasi, Air Conditioning) berperan dalam pengkondisian udara dan kelembaban agar tetap dalam batas yang ditetapkan. Dengan pengaturan yang tepat, sistem ini dapat meningkatkan kenyamanan penghuninya serta efisiensi energi. Peralatan sistem pengkondisian udara harus memenuhi beberapa kriteria, termasuk kapasitas pendinginan, efisiensi energi, dan kemudahan dalam pengoperasian. Standar ini bertujuan untuk memastikan bahwa peralatan tidak hanya mampu mencapai kondisi termal yang diinginkan, tetapi juga beroperasi dengan konsumsi energi yang minimal.

Pada tabel berikut, disajikan standar teknis dari peralatan VAC berdasarkan beberapa parameter utama, yang meliputi kapasitas pendinginan, konsumsi daya listrik, koefisien performa (COP), serta tingkat kebisingan yang digunakan untuk tipologi hunian.

Parameter	Tipologi Hunian
Kapasitas Pendinginan	1,5 – 2,5 Ton Pendinginan (TR)

Konsumsi Daya Listrik	1 – 2 kW
Koefisien Performa (COP)	3,2 – 4,0
Kisaran Suhu Operasional	23°C - 26°C
Kisaran Kelembaban Relatif	40% - 60%
Tingkat Kebisingan	< 50 dB

Tabel 2. 6. Standar Teknis Peralatan VAC

2. Tipologi Bangunan Komersial

Untuk bangunan komersial, standar kenyamanan termal juga merujuk pada SNI 03-6572-2001 dengan penekanan pada kebutuhan akan lingkungan kerja yang nyaman bagi karyawan dan pengunjung. Tabel berikut menyajikan batasan kenyamanan termal berdasarkan standar ini.

Kategori	Temperatur Efektif (°C)	Kelembaban Relatif (%)
Sejuk Nyaman	20,5 – 22,8	50
Nyaman Optimal	22,8 – 25,8	70
Hangat Nyaman	25,8 – 27,1	60

Tabel 2. 7. Batasan Kenyamanan Termal

Bangunan komersial sering kali memiliki kapasitas penghuni yang lebih tinggi dibandingkan hunian biasa. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan sistem VAC yang dapat menyesuaikan kondisi termal berdasarkan jumlah orang dan aktivitas di dalam ruangan. Pada tabel berikut, disajikan standar teknis dari peralatan VAC berdasarkan beberapa parameter utama, yang meliputi kapasitas pendinginan, konsumsi daya listrik, koefisien performa (COP), serta tingkat kebisingan yang digunakan untuk tipologi komersial.

Parameter	Tipologi Komersial
Kapasitas Pendinginan	3 – 10 Ton Pendinginan (TR)
Konsumsi Daya Listrik	3 – 5 kW
Koefisien Performa (COP)	4,0 – 5,5
Kisaran Suhu Operasional	22°C - 24°C
Kisaran Kelembaban Relatif	40% - 55%
Tingkat Kebisingan	< 60 dB

Tabel 2. 8. Standar Teknis Peralatan VAC

Berdasarkan tabel 2.6 dan tabel 2.8, dapat dilihat bahwa kapasitas pendinginan untuk bangunan komersial jauh lebih besar dibandingkan dengan tipologi hunian. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan untuk mendinginkan ruangan yang lebih luas serta menghadapi beban termal yang lebih dinamis. Demikian

pula, koefisien performa (COP), yang mengukur efisiensi sistem, juga lebih tinggi pada bangunan komersial untuk memastikan operasi yang hemat energi meskipun beban pendinginan lebih besar.

Selain itu, tingkat kebisingan juga menjadi faktor penting dalam pemilihan sistem VAC, di mana standar mengharuskan tingkat kebisingan yang lebih rendah di lingkungan hunian agar tidak mengganggu kenyamanan pengguna. Sebaliknya, untuk bangunan komersial, standar memperbolehkan kebisingan yang sedikit lebih tinggi karena skala operasional yang lebih besar, namun tetap dalam batas yang tidak mengganggu kenyamanan pelanggan atau karyawan.

Adapun, dalam kaitannya dengan kenyamanan termal, standar suhu untuk hunian diatur pada kisaran 23°C hingga 26°C, sedangkan untuk bangunan komersial, suhu ideal berada di antara 22°C hingga 24°C. Hal ini disesuaikan dengan aktivitas pengguna, di mana bangunan komersial umumnya menampung lebih banyak orang dan memiliki intensitas aktivitas yang lebih tinggi. Kelembaban relatif yang disarankan untuk hunian berkisar antara 40% hingga 60%, sedangkan untuk bangunan komersial antara 40% hingga 55%. Kontrol kelembaban yang baik menjadi sangat penting, terutama untuk memastikan kualitas udara dalam ruangan tetap terjaga dan peralatan yang ada tidak mudah rusak akibat kondensasi.

2.4.3. Standar Kenyamanan Visual dengan Sistem Pencahayaan Buatan

Standar teknis pencahayaan buatan untuk tipologi hunian dan komersial memiliki perbedaan yang jelas dalam hal kapasitas, efisiensi, dan kebutuhan iluminasi. Tabel berikut memberikan ringkasan standar peralatan sistem pencahayaan buatan yang dioperasikan dengan listrik berdasarkan parameter utama seperti tingkat iluminasi, efisiensi lumen per watt, serta Color Rendering Index (CRI):

Parameter	Tipologi Hunian	Tipologi Komersial
Tingkat Iluminasi	100 – 300 lux	300 – 1000 lux
Efisiensi Lumen per Watt (lm/W)	≥ 80 lm/W	≥ 90-100 lm/W
Color Rendering Index (CRI)	≥ 80	≥ 80
Kontrol Fleksibilitas	Sederhana (on/off)	Dapat diatur (dimmer, otomatisasi)

Tabel 2. 9. Standar Teknis Peralatan Sistem Pencahayaan Buatan

Tabel ini menggambarkan bagaimana perbedaan kebutuhan pencahayaan pada tipologi hunian dan komersial mempengaruhi spesifikasi

teknis sistem pencahayaan buatan yang digunakan. Dalam hunian, sistem pencahayaan lebih menekankan pada kenyamanan pribadi dan efisiensi energi, sementara dalam bangunan komersial, efisiensi yang lebih tinggi dan fleksibilitas kontrol pencahayaan menjadi lebih penting.

1. Tipologi Hunian

SNI 03-6197-2000 menetapkan bahwa dua komponen utama, pencahayaan alami dan buatan, harus dipertimbangkan dalam pencahayaan hunian yang baik. Untuk meningkatkan pencahayaan alami, pertimbangkan orientasi bangunan, ukuran, dan posisi bukaan, serta penggunaan material reflektif atau transparan yang mendistribusikan cahaya secara merata di seluruh ruangan. SNI 03-6197-2000 menetapkan bahwa penggunaan lampu untuk pencahayaan buatan harus memperhatikan distribusi cahaya yang merata tanpa menyebabkan silau, dengan tingkat iluminasi yang konsisten untuk setiap ruang yang digunakan. Berikut standar mengenai tingkat iluminasi untuk ruang hunian.

- Teras/Garasi: 60 lux
- Ruang Kerja/Ruang Tidur : 120 – 150 lux
- Ruang keluarga/Ruang makan : 200 – 300 lux
- Dapur : 250 – 300 lux

2. Tipologi Bangunan Komersial

Dalam tipologi bangunan komersial seperti perkantoran, pusat perbelanjaan, dan restoran, standar pencahayaan lebih ketat karena aktivitas dan kebutuhan visual yang lebih tinggi. Pencahayaan alami dalam bangunan komersial harus dirancang agar mampu mencakup area yang luas, terutama di area kerja atau area layanan pelanggan. Standar iluminasi alami yang lebih tinggi ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, menciptakan suasana yang nyaman, serta mengurangi ketergantungan pada pencahayaan buatan di siang hari. Dalam hal ini, peralatan sistem pencahayaan buatan yang dioperasikan dengan listrik harus memiliki efisiensi yang tinggi dan dirancang untuk mengurangi silau serta meningkatkan kenyamanan visual. Untuk pencahayaan buatan, SNI 03-6197-2000 menetapkan standar pencahayaan yang lebih tinggi untuk bangunan komersial. Misalnya:

- Area Kerja/Kantor : 300 – 500 lux
- Toko Ritel/Salon/Galeri Pameran : 500 – 1000 lux

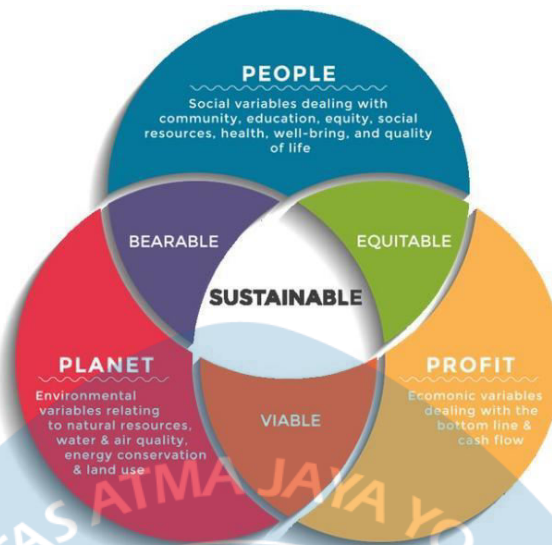
Lampu yang digunakan di bangunan komersial juga harus memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan hunian, dengan standar lumen per watt (lm/W) minimal 90 hingga 100 lm/W, terutama untuk lampu LED. Selain itu, faktor lainnya seperti Color Rendering Index (CRI) minimal 80 tetap berlaku, namun dalam area tertentu seperti ruang pameran atau galeri, CRI bisa disarankan minimal 90 untuk memastikan akurasi visual dalam melihat produk atau barang yang dipamerkan. Pencahayaan buatan dalam bangunan komersial juga harus memperhatikan pengaturan pencahayaan yang fleksibel, memungkinkan sistem pencahayaan dapat diatur sesuai dengan kondisi atau kebutuhan aktivitas.

2.5. Arsitektur Sadar Energi

2.5.1. Definisi

Desain berbasis sadar energi merupakan salah satu implementasi yang spesifik dari bangunan hijau. Dalam arsitektur, sadar energi mengacu pada penggunaan sumber energi terbarukan, terutama tenaga surya dan angin, dalam proyek yang bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi dan polusi (Ola, Sekarlangit, & Prasetya S., 2023). Studi menunjukkan bahwa desain arsitektur sadar energi melibatkan penggunaan sumber energi terbarukan, metode bangunan yang cerdas, dan penggunaan proses desain holistik untuk membantu lingkungan dan ekologi manusia.

Tiga komponen penting dalam konsep arsitektur sadar energi adalah energi terkait listrik bangunan, penggunaan air, dan material bangunan, serta melibatkan strategi pasif seperti peneduh matahari yang fleksibel untuk mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan kinerja bangunan selama tahap perencanaan dan desain awal. Saat ini, kriteria Triple Bottom Line (TBL) adalah cara yang paling umum untuk melihat pembangunan berkelanjutan (Elkington 1997). Kriteria ini menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan hanya dapat terjadi jika memenuhi "tiga pilar" keberlanjutan.



1. Kelestarian lingkungan mencakup aspek lingkungan dan pelestarian sumber daya, yang didasarkan pada sistem fisik, biologis, dan ekologis, serta reproduksi dan perkembangan mereka.
2. Keberlanjutan sosial mengacu pada hubungan yang ada antara manusia, makhluk lain, dan alam.
3. Keberlanjutan ekonomi yang didasarkan pada prinsip meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pemanfaatan sumber daya manusia dan alam secara optimal.

2.5.2. Prinsip dan Kriteria Desain

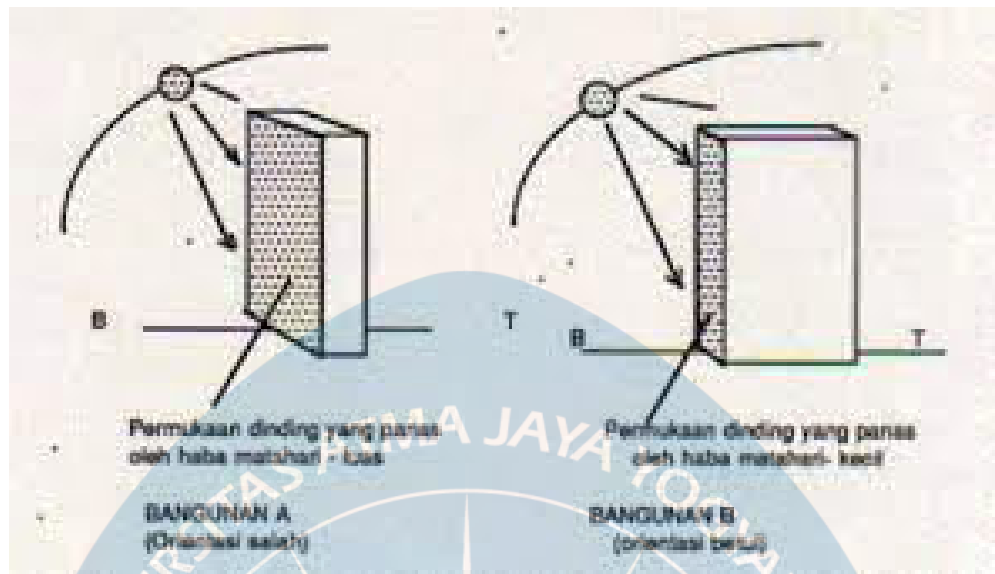
Untuk memenuhi kebutuhan dan kebutuhan orang yang tinggal di dalam bangunan, serta untuk mengurangi dampak bangunan terhadap lingkungan, prinsip-prinsip desain yang berkelanjutan digunakan. Prinsip-prinsip ini termasuk dalam dua kategori:

- **Desain aktif** berfokus pada produksi energi dengan menggunakan sumber energi terbarukan.
- **Desain pasif** berfokus pada mengurangi penggunaan energi oleh bentuk dan elemen bangunan.

2.6. Strategi Penghematan Energi

2.6.1. Strategi Desain Pasif

1. Orientasi Bangunan



Gambar 2. 8. Potensi Paparan Radiasi Matahari dan Angin oleh Orientasi Bangunan
Sumber : (<https://temuilmiah.iplbi.or.id>)

Salah satu bagian yang paling penting dari rencana pencahayaan dan penghawaan adalah orientasi bangunan. Orientasi bangunan yang paling optimum di semua daerah tropis adalah memanjang dari arah timur ke barat dan untuk daerah tropis lembab, proporsi yang optimum antara lebar dan panjang adalah 1:1,7 dan proporsi yang bagus adalah 1:3 (Ola, Sekarlangit, & Prasetya S., 2023).

Karena sisi bangunan terlindung dari sinar matahari langsung, menurut (Firmandhani & Pandelaki, 2020), arah hadap bangunan yang diputar 15 derajat dari arah mata angin juga akan menghasilkan bangunan yang hemat energi.

2. Window to Wall Ratio (WWR)

	Bentuk Jendela			Posisi Jendela	
					
	Jendela Vertikal	Jendela Horizontal	Jendela Sudut	Bay Windows	Jendela Multisisi
Kelebihan	Penetrasi cahaya yang lebih baik.	Menghasilkan kesilauan lebih rendah dari jendela vertikal.	- Penetrasi cahaya yang lebih baik - Mengurangi silau		Persebaran cahaya mencakup ke semua area lantai di ruangan
Kekurangan	Distribusi cahaya matahari tidak merata di area sampingnya.	Distribusi cahaya tidak merata pada area lantai pada dinding sejajar.		Distribusi cahaya matahari hanya pada area yang dijangkau oleh jendela.	

Gambar 2. 9. Distribusi Cahaya matahari terkait dengan Bentuk dan Posisi Bukaannya
Sumber : Beckett et al., 1974

Rasio jendela ke dinding (Window to Wall Ratio – WWR) adalah ukuran luas bukaan jendela dibandingkan dengan luas dinding. Ini mempengaruhi seberapa banyak sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan. Nilai yang lebih tinggi dari WWR sebanding dengan panas yang diterima bangunan. Bentuk dan posisi jendela juga dapat memengaruhi kinerja pencahayaan alamnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Rumus perhitungan rasio jendela ke dinding (WWR):

$$WWR = \frac{\text{Luas jendela pada satu bidang (m}^2\text{)}}{\text{Luas permukaan dinding pada satu bidang (m}^2\text{)}}$$

Rasio Luas Jendela dengan Dinding (WWR) untuk bangunan non-hunian rata-rata berkisar antara 50% dan 60%, sehingga ditentukan menjadi 55% sebagai dasar. Untuk bangunan hunian, pengalaman IFC (Issued for Construction) dalam menangani proyek hunian menetapkan WWR sebesar 30% (Ola, Sekarlangit, & Prasetya S., 2023).

Menurut publikasi dari SNI 03-6389-2000 tentang Konservasi Energi pada Sistem Tata Udara Bangunan Gedung, WWR di area tropis disarankan antara 20% dan 40% untuk hunian atau area dengan kebutuhan privasi, dan hingga 60% untuk ruang komersial yang bergantung pada visibilitas luar. Ini sangat penting untuk iklim tropis yang lembab seperti Indonesia.

3. Peneduh Eksternal

Ruangan dengan bentuk semi – terbuka membutuhkan peneduh eksternal atau tambahan untuk mengurangi efek termal yang masuk ke dalam bangunan dan tetap memungkinkan angin berfsirkulasi. Apabila lokasi bangunan di pinggir jalan, peneduh eksternal juga dapat digunakan sebagai taman vertikal untuk membantu penghawaan alami dan mengurangi polusi dan bau karena perangkat peneduh eksternal jenis tersebut mampu membantu memfilter polutan – polutan seperti debu dan asap sebelum masuk ke dalam bangunan.



Gambar 2. 10. Contoh Peneduh Sirip Vertikal (kiri); Contoh Peneduh Taman Vertikal (kanan)
Sumber : (www.google.com)

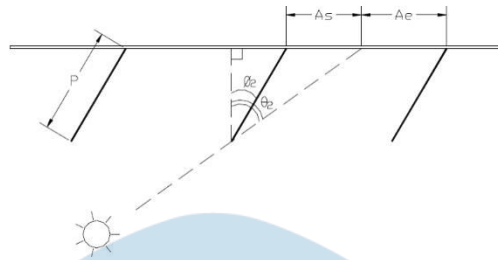
Secara teoritis, perhitungan harus dilakukan selama 12 bulan untuk menghasilkan perhitungan koefisien yang efektif dari peralatan peneduh eksternal. Perhitungan akan rumit, dan derajat akurasi bukan suatu faktor yang kritis. Sehingga, perhitungan efektif dapat dilakukan selama empat bulan saja, yaitu pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. Perhitungan tersebut akan menghasilkan Faktor "G", yaitu fraksi luar jendela yang terpapar matahari. Dengan mengetahui nilai SBV dan SBH, yaitu sudut bayangan vertikal dan horizontal, faktor "G" dapat dicari dengan menggunakan grafik. Faktor "G" dapat dihitung dengan trigonometri bidang datar untuk desain peneduh eksternal yang sederhana, seperti (overhang) horizontal, sirip vertikal, dan sirip kombinasi egg-crate (Hamzah, 2020). Adapun perhitungan yang telah dilakukan pada desain peneduh eksternal sederhana, yaitu:

- a. Peneduh Sirip Horizontal di atas Jendela

Nilai koefisien peneduh yang efektif untuk peneduh sirip horizontal

yaitu berkisar antara 0° sampai dengan 50° .

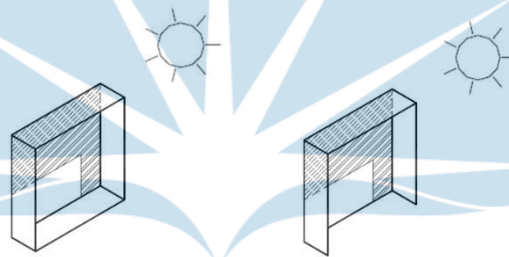
b. Peneduh Sirip Vertikal Menerus



Gambar 2. 11. Denah Jendela serta Lubang Cahaya dengan Peneduh Sirip Vertikal Menerus
Sumber : (Hamzah, 2020)

Nilai koefisien peneduh yang efektif untuk peneduh sirip vertikal yaitu berkisar antara 0° sampai dengan 50° .

c. Peneduh Berbentuk Kotak (*Egg – Crate*)



Nilai koefisien peneduh yang efektif untuk peneduh kombinasi egg – crate yaitu berkisar antara 0° sampai dengan 40° . Peneduh eksternal egg crate efektif mengurangi konsumsi energi pendingin sebesar 49,64% (Shahdan et al., 2018)

4. **Material Selubung Bangunan**

Gambar 2. 12. Sudut Bayangan Peneduh Sirip Kombinasi Terhadap Jendela
Sumber : (Hamzah, 2020)

Sistem penetrasi atau elemen tembus pandang (jendela) dan elemen buram (dinding) membentuk selubung bangunan, yang mengisolasi bagian dalam struktur dari lingkungan luar. Selain berdampak pada estetika bangunan, material selubung bangunan dapat meningkatkan efisiensi energi dengan mengurangi kebocoran udara dan meningkatkan insulasi termal.

Jenis dan warna bahan selubung bangunan yang digunakan dapat berdampak jangka panjang pada penggunaan energi bangunan. Bahan dengan konduktivitas termal yang lebih rendah dapat mengurangi kebocoran energi melalui selubung bangunan dan, akibatnya, biaya konsumsi energi untuk pemanasan atau pendinginan bangunan (Moerni & Muflih, 2024).

Secara umum, kaca memiliki nilai perolehan panas konduksi atau nilai U yang lebih rendah, daripada bahan selubung lainnya seperti batu bata atau beton. Hal ini juga berlaku untuk Koefisien Peneduh (SC) atau Koefisien Perolehan Panas Matahari (SHGC). Adapun tabel berikut menyajikan nilai U dan koefisien SHGC dari beberapa material.

	Layer	Width (m)	Thermal Conductivity (W/m.K)	U-value (W/m ² .K)
1	Cement plaster	0.03	1.20	0.80
	Concrete blocks	0.15	0.90	
	Thermal insulation	0.03	0.04	
	Concrete blocks	0.10	0.90	
	Cement plaster	0.02	1.20	
2	Natural stone	0.07	1.70	0.82
	Concrete	0.20	1.75	
	Thermal insulation	0.03	0.04	
	Concrete blocks	0.10	0.90	
	Cement plaster	0.03	1.20	
3	Cement plaster	0.02	1.20	0.84
	Concrete blocks	0.20	0.90	
	Thermal insulation	0.03	0.04	
	Cement plaster	0.03	1.20	
4	Natural stone	0.07	1.70	0.9
	Concrete	0.20	1.75	
	Thermal insulation	0.03	0.04	
	Cement plaster	0.03	1.20	
5	Natural stone	0.07	1.70	1.53
	Concrete	0.20	1.75	
	Air gap	0.05	0.28	
	Concrete blocks	0.10	0.90	
	Cement plaster	0.03	1.2	
6	Cement plaster	0.30	1.20	1.58
	Concrete blocks	0.10	0.90	
	Air gap	0.05	0.00	
	Concrete blocks	0.10	0.90	
	Cement plaster	0.02	1.20	
7	Cement plaster	0.03	1.20	2.25
	Concrete blocks	0.20	0.90	
	Cement plaster	0.02	1.20	
8	Natural stone	0.07	1.70	2.77
	Concrete	0.20	1.75	
	Cement plaster	0.03	1.20	
9	Cement plaster	0.03	1.20	2.98
	Concrete	0.20	1.75	
	Cement plaster	0.02	1.20	

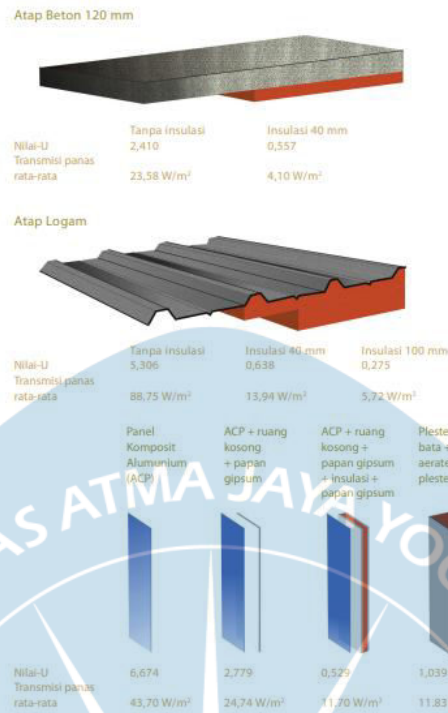
Tabel 2. 10. Nilai Perolehan Panas Konduksi (*U-Value*) Material Dinding
Sumber : (Muhaisen, 2015)

Jenis Kaca	Warna/Varian	Konfigurasi / Ketebalan	SHGC	U-Value (W/m ² -K)
Single Glass	Clear	6 mm	0.81	5.8
	Extra Clear (Low Iron)	6 mm	0.91	5.8
	Grey Laminated	8.38 mm	0.62	5.7
	Bronze Laminated	10.38 mm	0.60	5.6
	Green Laminated	8.38 mm	0.69	5.7
	Super Grey	6 mm	0.35	5.8
Double Glass	Clear IGU	4/12/4 mm	0.74	2.6
	Clear IGU	5/12/5 mm	0.71	2.5
	Grey IGU	4 Grey / 12 / 4 Clear mm	0.58	2.6
	Dark Grey IGU	6 Dark Grey / 12 / 6 Clear mm	0.39	2.5
	Bronze IGU	6 Bronze / 12 / 6 Clear mm	0.42	2.5
	Green IGU	6 Green / 12 / 6 Clear mm	0.44	2.5
	Super Green IGU	6 SuperGreen / 12 / 6 Clear	0.40	2.5
	Super Grey IGU	6 SuperGrey / 12 / 6 Clear	0.21	2.5

Tabel 2. 11. Nilai (*U-Value*), Transmisi Cahaya, dan Nilai SHGC dari Tipikal Material Kaca
Sumber : (Trueman, 2023)

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

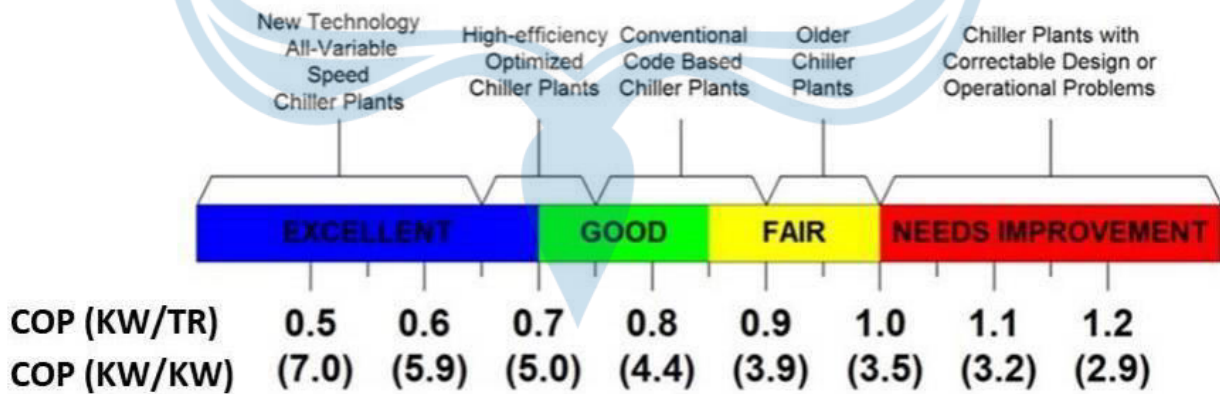
Tabel 2. 12. Nilai (*U-Value*), Transmisi Cahaya, dan Nilai SHGC dari Tipikal Material Kaca
Sumber : SNI 6389:2020



Tabel 2. 13. Nilai Perolehan Panas Konduksi (U-Value) Material Dinding Kaca
Sumber : Pemerintah Provinsi DKI Jakarta 2016

2.6.2. Strategi Desain Aktif

1. Air Conditioner (AC)



Gambar 2. 13. Perkembangan Nilai COP Sistem Pengkondisian Udara

Sumber : (<https://chillerstory.wordpress.com/>)

Pemilihan sistem pengkondisian udara didasarkan pada nilai COP (*Coefficient of Performance*). Nilai COP adalah ukuran efikasi mesin pengkondisian udara yang dihitung dengan membandingkan energi listrik (kW) yang dibutuhkan dengan kapasitas pendinginan yang dihasilkan (kW). Nilai COP yang lebih tinggi menunjukkan bahwa mesin pengkondisian udara bekerja lebih baik untuk mendinginkan ruangan (Ola, Sekarlangit, & Prasetya S., 2023). Adapun beberapa jenis pendingin ruangan yang ditunjukkan pada tabel 2.13.

Penggunaan *water cooled chiller* dinilai lebih efektif dibanding sistem pendingin buatan lainnya karena sifat air sebagai media angkut kalor yang cenderung lebih stabil. *Water cooled chiller* yang digunakan memiliki COP 4.0 - 6.05 yang dianggap sangat baik karena *Air cooled chiller* biasanya memiliki konsumsi listrik sebesar 0.8 – 1.2 kW per ton pendinginan, dibandingkan dengan *water cooled chiller* yang berkisar antara 0.45 – 0.64 kW per ton pendinginan (Ghahramani, et al., 2020).

2. Sistem Pencahayaan Hemat Energi

Lampu hemat energi (LHE) adalah jenis pencahayaan yang dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi energi bangunan dan mengkonsumsi lebih sedikit listrik daripada lampu konvensional, seperti

TIPE MESIN REFRIGERASI	Efisiensi minimum	
	COP	KW/TR
Split < 65.000 BTU/h	2,70	1,303
Variable Refrigerant Value	3,70	0,951
Split Duct	2,60	1,353
Air Cooled Chiller <150 TR (recip)	2,80	1,256
Air Cooled Chiller <150 TR (screw)	2,90	1,213
Air Cooled Chiller >150 TR (recip)	2,80	1,256
Air Cooled Chiller >150 TR (screw)	3,00	1,172
Water Cooled Chiller < 150 TR (recip)	4,00	0,879
Water Cooled Chiller < 150 TR (screw)	4,10	0,858
Water Cooled Chiller > 150 TR (recip)	4,26	0,826
Water Cooled Chiller > 150 TR (screw)	4,40	0,799
Water Cooled Chiller > 300 TR (centrifugal)	6,05	0,581

Tabel 2. 14. Jenis – jenis Pendingin Ruangan dengan Nilai COP
Sumber : (Ola, Sekarlangit, & Prasetya S., 2023)

lampu pijar. *Light Emitting Diode (LED)*, *Compact Fluorescent Lamp (CFL)*, dan lampu *fluorescent T5* adalah beberapa contoh lampu hemat energi yang

populer di pasaran (Husnayain et al., 2023). Harga pasar LHE dianggap lebih mahal daripada lampu pijar, dengan harga pasar berkisar antara 19.000,00 dan 24.000,00 per buah, sedangkan lampu pijar hanya berkisar antara 3.000,00 dan 5.000,00 per buah. Namun, dalam penggunaannya, LHE sebenarnya lebih hemat dibandingkan dengan lampu pijar karena LHE dengan daya lampu (cahaya terang) sebesar 14 watt sebanding dengan lampu pijar 75 watt. Begitu pula dari segi usia lampu, LHE bisa mencapai 8.000 jam, sedangkan lampu pijar hanya bisa mencapai 1.000 jam.

Lampu hemat energi (LHE) asli lebih efisien dalam hal tingkat efisiensi daripada lampu pijar. Hasil pengujian di bidang kelistrikan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa LHE tidak hanya dapat menghasilkan cahaya lima kali lipat lebih terang dengan watt yang sama, tetapi juga dapat menghemat lebih dari 70% energi listrik (Pujotomo, 2015).

