

## SELUBUNG BANGUNAN DAN LINGKUNGAN LUAR (PASSIVE COOLING)

Oleh : Sonden Winarto \*)

### ABSTRAK

*Kenyamanan bangunan erat hubungannya dengan kondisi alam atau lingkungan di sekitarnya dan upaya pengkondisian atau pengaturan ruang dalam bangunan. Permasalahan yang dihadapi dalam penerapan aspek kenyamanan pada bangunan tergantung pada obyek bangunan yang dihadapi.*

*Untuk bangunan yang menghendaki kualitas hunian yang sempurna maka persyaratan tersebut mutlak harus diadopsi dan diterapkan. Penerapan ini akan lebih efisien bila dikaitkan dengan masalah hemat energi dalam bangunan yang bersangkutan.*

*Agar suatu bangunan hunian dapat memberikan nilai kenyamanan yang cukup bagi penghuninya maka perlu direncanakan dan dirancang mengikuti pedoman teknis yang telah tersedia. Dimana nilai kenyamanan ruang dalam bangunan tidak terlepas daripada pemilihan bahan bangunan yang dipergunakan, rancangan bentuk bangunan, pengaturan letak ruang bangunan, warna dan bukaan pada dinding.*

*Di samping faktor eksternal pada lingkungan bangunan sekitarnya seperti pemilihan bahan, tekstur bahan, vegetasi serta orientasi bangunan terhadap sumber bunyi dan cahaya/matahari. Dengan demikian diharapkan tercipta suatu bangunan yang sehat baik pada bangunan bertingkat maupun bangunan tidak bertingkat.*

### I. LATAR BELAKANG

#### 1. Pembangunan berkelanjutan

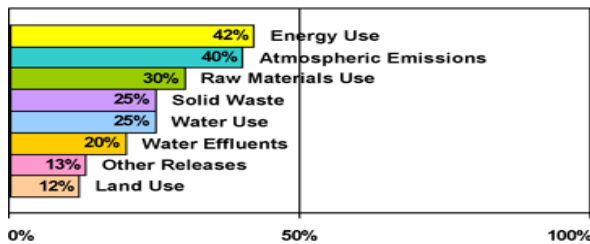
Di dunia berkembang metode/konsep pembangunan yang berkelanjutan, oleh karena itu pada semua kegiatan/proyek termasuk bangunan gedung mengedepankan/memprioritaskan konsep tersebut. Sudah menjadi pengertian bersama bahwa pembangunan bangunan gedung membawa dampak langsung dan tidak langsung pada lingkungan seperti penggunaan energi, emisi atmosfer, penggunaan bahan baku, menghasilkan buangan, penggunaan air dll. Berkaitan dengan perkembangan ekonomi secara keseluruhan dan juga populasi, maka desain, konstruksi dan operasi komunitas manusia menghadapi naiknya tantangan dalam memenuhi kebutuhan akan fasilitas

baru. Tantangan tersebut antara lain adalah :

1. Aksesibilitas
2. Keamanan
3. Kesehatan
4. Produktivitas

Ke empat faktor tersebut harus seiring dengan meminimalkan dampak terhadap lingkungan. Berdasarkan evaluasi *Levin H* di Amerika pada tahun 2007 dampak gedung terhadap lingkungan terlihat pada gambar 1. dimana penggunaan energi mencapai 42 %.

### Environmental Impact of Buildings Percentage of U.S., Annual Impact



Source: Levin, H. (1997) paper for presentation to "Buildings and Environment", Paris, 9-12 June, 1997

Gambar 1. Systematic Evaluation and Assessment of Building Environmental Performance (SEABEP)

Dari gambaran di atas maka dapat disimpulkan bahwa pada desain, konstruksi dan operasi suatu gedung/fasilitas ada suatu interface yang penting antara lingkungan dalam dan lingkungan luar yaitu selubung bangunan.

## 2. Perancangan gedung berkelanjutan

Tujuan utama perancangan berkelanjutan adalah untuk menghindari pengurasan energi, air dan bahan baku, mencegah degradasi lingkungan yang disebabkan oleh fasilitas dan infrastruktur selama *life cycle* dan menciptakan lingkungan yang aksesibilitas, keamanan, kesehatan dan produktifitas.

Berdasarkan definisi perancangan gedung berkelanjutan tersebut maka ada 6 (enam) prinsip dasar yang diperlukan yaitu :

### a. Optimisasi potensi lokasi/tempat.

Untuk menciptakan keberlanjutan dimulai dengan seleksi lokasi/tempat yang tepat dari sisi orientasi, *landscape* bangunan berdampak pada ekosistem local, transportasi dan penggunaan energi.

### b. Meminimalisasi konsumsi energi.

Bangunan yang berkelanjutan harus berdasar pada efisiensi dan langkah-langkah **desain pasif** yang lebih dari pada bahan baker fosil pada operasionalnya.

Untuk itu harus memenuhi atau lebih dari standar kinerja energi yang ada.

### c. Konservasi air.

Salah satu visi dan misi dunia saat ini adalah bagaimana mengkonservasi air, dimana di sebagian besar dunia sekarang menghadapi krisis air terutama air bersih. Suatu gedung yang berkelanjutan harus dapat mengurangi, mengontrol, menggunakan air secara efisien, menggunakan kembali/daur ulang air untuk penggunaan lain jika dimungkinkan.

### d. Menggunakan produk yang ramah lingkungan

Gedung yang berkelanjutan harus dibangun dengan bahan yang meminimalkan dampak *life cycle* lingkungan seperti pemanasan *global*, pengurasan sumberdaya dan kandungan berbahaya bagi manusia. Dalam konteks bahan, antara lain *life cycle* bahan/material, manufaktur produk, pengepakan, transportasi, instalasi, penggunaan dan daur ulang/pembuangan.

### e. Meningkatkan kualitas udara indoor

Kualitas lingkungan *indoor* sangat berdampak pada kesehatan penghuni, kenyamanan dan produktivitas. Untuk itu gedung yang berkelanjutan harus memaksimalkan cahaya alami, menyediakan ventilasi dan control *humiditas* serta menghindari penggunaan bahan yang mempunyai emisi VOC (*Volatile organic compound*) yang tinggi.

### f. Optimalisasi O&M

Operasi dan maintenance yang sudah dikaitkan dalam pertimbangan desain fasilitas akan memberikan kontribusi yang besar terhadap lingkungan kerja, produktivitas tinggi, dan mengurangi energi dan biaya bahan. Desainer diharapkan dapat menspesifikasi bahan dan sistem yang dapat mempermudah dan

mengurangi *maintenance*, mengurangi penggunaan air, energi dan bahan kimia beracun, *cost efektif* dan mengurangi biaya *life cycle*.

## II. TUJUAN PENULISAN

- Memberikan pengetahuan kepada para peserta untuk dapat melakukan perencanaan selubung bangunan yang berkelanjutan.
- Memberikan pengetahuan pada peserta metode perhitungan kinerja selubung, peluang konservasi energi, penerapan teknologi dan integrasi lingkungan luar dalam suatu bangunan yang berkelanjutan.

## III. DASAR TEORI

### 1. Bangunan gedung

Bangunan gedung menurut Richards Rush dalam bukunya *The Building Systems Integration Handbook* dapat dibagi dalam 4 sistem yaitu :

- Struktur
- Selubung (envelope)
- Mekanikal
- Interior

Dalam kategori ini selubung bangunan merespon baik dari kekuatan alam maupun nilai (kebutuhan) manusia. Kekuatan alam dapat berupa angin, sinar matahari, hujan dll. Sedangkan manusia membutuhkan keselamatan, keamanan, kenyamanan dll. Selubung bangunan menyediakan perlindungan di area tersebut dan menyeimbangkan kekuatan alam dari dalam maupun dari luar. Untuk mendapatkan perlindungan tersebut diperlukan kontrol penetrasi yang tepat. Secara umum symbol dari selubung bangunan merupakan gelembung besar yang menjadikan cuaca keluar dan iklim interior ke dalam. Selubung bangunan

memisahkan antara lingkungan interior dan eksterior dari suatu gedung yang melindungi bagian interior sekaligus menciptakan kontrol iklim.

Perancangan selubung bangunan mempunyai 4 tujuan utama yaitu :

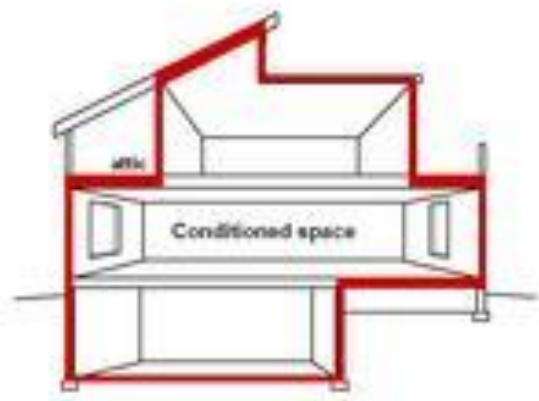
- Kesatuan struktur
- Kontrol kelembaban
- Kontrol temperature
- Kontrol tekanan udara

Komponen fisik gedung antara lain fondasi, atap, dinding, jendela dan pintu. Efektifitas dan daya tahan selubung bangunan tergantung pada hubungan dan interaksi antara dimensi, kinerja dan kompatibilitas dari bahan dan proses fabrikasi.

Indikator keberhasilan perancangan selubung bangunan antara lain kemampuan perlindungan terhadap cuaca dan iklim (kenyamanan), kualitas udara dalam ruangan (kebersihan dan kesehatan), daya tahan dan efisiensi.

### 2. Pengertian selubung bangunan

Secara umum selubung bangunan ditunjukkan pada gambar 2. terlihat garis merah yang menunjukkan selubung bangunan merupakan pemisah antara ruangan yang dikondisikan dengan ruangan luar yang tidak dikondisikan.



Gambar 2. Konsep dasar selubung bangunan

Selubung bangunan merupakan elemen terluar dari bangunan seperti pondasi, dinding, atap, jendela, pintu, matahari dan kontrol termal, kontrol humiditas, kontrol kualitas udara di lingkungan dalam, akses cahaya alami, pandangan ke luar, ketahanan terhadap api, akustik, biaya efektif dan estetika. Karena bervariasinya fungsi-fungsi tersebut dan terkadang saling berkompetisi dan sangat berkaitan dengan selubung bangunan, maka perlu dipertimbangkan pendekatan terintegrasi dan sinergis. Pendekatan berkelanjutan ini akan mendukung komitmen terhadap lingkungan dan konservasi yang akan menghasilkan biaya yang optimal, lingkungan, sosial dan keuntungan manusia.

### 3. Pendekatan arsitektural

Selubung bangunan sangat berkaitan dengan arsitektural bangunan. Perancangan suatu sistem tata udara dan tata cahaya dalam suatu gedung meliputi tiga tingkatan seperti pada gambar 3. di bawah yaitu :

- a. Tingkat pertama rancangan bangunan dasar

Rancangan bangunan dasar adalah rancangan arsitektural yang berfungsi untuk memperkecil kehilangan panas di musim dingin dan memperkecil peningkatan panas di musim panas. Khusus daerah tropis seperti di Indonesia maka rancangan yang diperlukan adalah bagaimana memperkecil peningkatan panas dan kelembaban. Pengambilan keputusan yang kurang tepat akan mengakibatkan penggunaan perangkat mekanis dan tenaga listrik dua sampai tiga kali lipat dari semestinya.

- b. Tingkat ke dua sistem pasif

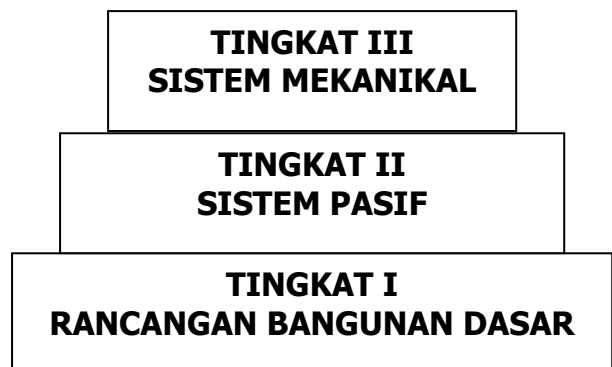
Tingkat ke dua melibatkan penggunaan tenaga alami dengan metode seperti pemanasan, pendinginan dan

pencahayaan pasif. Pengambilan keputusan yang tepat akan dapat memperkecil masalah yang mungkin telah timbul pada tingkat pertama.

- c. Tingkat ke tiga sistem mekanikal

Tingkat ini merupakan perancangan perangkat mekanikal yang lebih banyak menggunakan sumber tenaga yang tidak dapat didaur ulang untuk menangani sisa beban dari tingkat pertama dan kedua.

Tingkat pertama dan tingkat ke dua terwujud oleh perancangan arsitektural terutama selubung bangunan. Sedangkan tingkat ke tiga merupakan perancangan mekanikal antara lain tata udara buatan dan juga tata cahaya buatan.



Gambar 3. Pendekatan perancangan bangunan gedung

### 4. Istilah dalam selubung bangunan

Dalam standar selubung bangunan baik yang memakai standar ASHRAE maupun standar SNI, ada beberapa istilah yang perlu diketahui dalam melakukan perancangan, mengoperasikan, memelihara, memeriksa dan menguji suatu selubung bangunan.

- a. Beda temperatur ekuivalen

Beda temperatur yang diakibatkan oleh efek radiasi matahari dan temperatur udara luar, sehingga menimbulkan aliran panas total ke dalam bangunan.

## b. Faktor radiasi matahari

Laju rata-rata setiap jam dari radiasi matahari pada selang waktu tertentu yang sampai pada suatu permukaan.

## c. Fenetrasi

Bukaan atau lubang cahaya di dalam bangunan yang mentransmisikan cahaya termasuk di sini adalah bahan yang tembus cahaya seperti kaca atau plastik, peralatan peneduh luar atau dalam dan sistem peneduh lainnya.

## d. Nilai perpindahan termal menyeluruh (OTTV)

Suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk selubung bangunan pada bangunan yang dikondisikan.

## e. Nilai perpindahan termal atap (RTTV)

Nilai perpindahan termal menyeluruh untuk atap yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan penutup atap yang dilengkapi dengan lubang cahaya atap.

## f. Kriteria peneduh

Angka perbandingan antara perolehan panas radiasi matahari melalui lubang-lubang cahaya terhadap perolehan kalor radiasi matahari yang melalui kaca bening setebal 3 mm yang tidak terlindung.

## g. Selubung bangunan

Adalah elemen bangunan yang melingkupi bangunan seperti dinding dan atap bangunan di mana sebagian besar energi termal berpindah lewat elemen tersebut.

## h. Transmittansi termal yang selanjutnya disebut nilai U

Adalah jumlah panas yang mengalir lewat satu satuan luas bagian bangunan, pada kondisi mantap, per satuan waktu, per satuan beda temperatur udara yang terdapat di tiap permukaan bagian bangunan tersebut.

### 5. Standard Nasional Indonesia (SNI) tentang selubung bangunan

Selubung bangunan untuk Indonesia (daerah tropis) mempunyai karakteristik tersendiri dan mempunyai SNI tahun 2011 berjudul Konservasi Energi Pada Selubung Bangunan. Dalam SNI tersebut terdapat beberapa kriteria khusus yaitu :

- Standar SNI selubung bangunan tahun 2011 berlaku untuk komponen dinding (termasuk jendela) dan atap pada bangunan yang dikondisikan. Bangunan yang dikondisikan umumnya menggunakan Air Conditioning (AC/tata udara), oleh karena itu semakin kecil perpindahan panas kedalam bangunan maka akan memperkecil beban pendingin sehingga akan menghemat energi.
- Berdasarkan SNI tersebut ditetapkan perolehan panas radiasi matahari total untuk dinding dan atap tidak boleh melebihi harga perpindahan panas menyeluruh (OTTV) yaitu 45 Watt/m<sup>2</sup>. Meskipun untuk negara-negara ASEAN lain tahun 2003 menetapkan OTTV adalah 20 Watt/m<sup>2</sup> (lihat tabel 1. di bawah).

Tabel 1. OTTV di Negara ASEAN

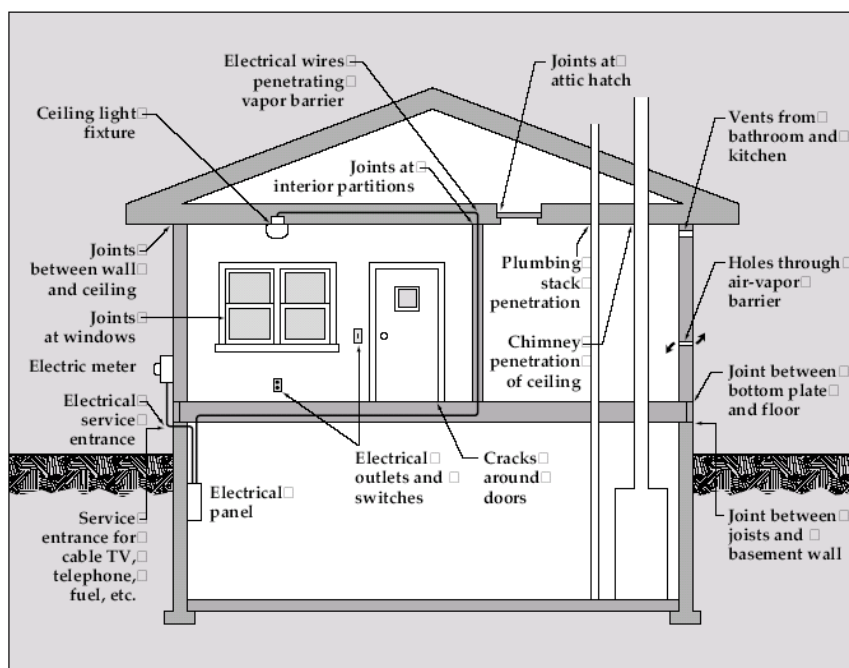
Tahun	OTTV (Overall Thermal Transfers Value) (w/m <sup>2</sup> )	
	Indonesia	Sing, MaL, Thai, Phil
2000~2001	45	45
2001~2002	40	35
2002~2003	>=35	<= 20

Dari *benchmark* OTTV di atas maka selubung bangunan di Indonesia masih mempunyai potensi yang cukup besar berkaitan langsung dengan penghematan energi (semakin kecil OTTV maka semakin hemat daya tata udara sehingga secara keseluruhan gedung akan lebih hemat).

## V. PELUANG KONSERVASI ENERGI

Pada bangunan konstruksi selubung bangunan sangat berpengaruh terhadap

beban pendinginan. Semakin tinggi transfer termal pada selubung bangunan, maka semakin tinggi pula beban pendinginan. Selain itu perlu diperhatikan adalah kebocoran-kebocoran yang sering terjadi pada bangunan, baik karena faktor rancangan, faktor manajemennya dan adanya tambahan peralatan lain.



Gambar 4. Peluang terjadinya kebocoran

Pada gambar 4. terlihat kebocoran-kebocoran yang terjadi pada selubung bangunan terjadi pada sambungan antar rangka, ventilasi, pembuangan udara dapur, lubang pada sistem kelistrikan dll. Jika diidentifikasi kebocoran yang terjadi adalah pada dinding maupun atap dikarenakan pemilihan bahan yang salah maka perlu dilakukan perhitungan ulang OTTV dan dilakukan modifikasi selubung tersebut.

Peluang hemat energi pada selubung bangunan yang paling dominan adalah pengaruh penyerapan kalor matahari dan

kebocoran yang terjadi berkaitan dengan beban pendinginan.

### 1. Pengaruh penyerapan kalor matahari terhadap selubung bangunan.

Pengaruh penyerapan kalor matahari terhadap selubung bangunan ditunjukkan dalam bentuk nilai OTTV. Besarnya nilai OTTV, ditunjukkan dengan persamaan :

$$OTTV = \alpha \{ U_w \times (1 - WWR) \times TD_{EQ} \} + ( WWR \times SF \times SC ) + ( U_f \times WWR \times \Delta T )$$

dengan:

OTTV = Nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau

orientasi tertentu ( $W/m^2$ );

$\alpha$  = absorbtans radiasi matahari. (Tabel 1 dan 2);

UW = Transmittans termal dinding tidak tembus cahaya ( $W/m^2.K$ );

WWR = Perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang

ditentukan;

TDEK = Beda temperatur ekuivalen (K);

SF = Faktor radiasi matahari ( $W/m^2$ );

SC = Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi;

Uf = Transmittans termal fenestrasi ( $W/m^2.K$ );

$\Delta T$  = Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam. (diambil 5K)

Dalam persamaan tersebut, ada 5 variabel yang menentukan variasi besarnya OTTV, yaitu :  $\alpha$ ,  $U_w$ , WWR, SC dan  $U_f$ .

Dengan analisa regresi, menggunakan program DOE-2, dilakukan simulasi untuk memperoleh angka kombinasi dari kelima variabel tersebut, dan dinyatakan dalam bentuk koefisien regresi  $k_2$ .

## 2. Hubungan selubung bangunan dan beban Chiller.

Hubungan selubung bangunan yang dinyatakan dalam bentuk OTTV dan beban Chiller, diperoleh dengan persamaan :

$$\text{Beban Chiller} = k_1 + k_2. (\text{OTTV}). \dots (1).$$

dimana :

$k_1$  = koefisien regresi kombinasi dari faktor-faktor internal yang mempengaruhi beban chiller (seperti pencahayaan, orang, peralatan, dan lain-lain).

$$k_2 = k_{2A} \times k_{2B} \times k_{2C} \dots (2).$$

$k_{2A}$  = koefisien regresi ekuivalen untuk  $\Delta T_{EQ}$ .

$k_{2B}$  = koefisien regresi ekuivalen untuk  $\Delta T$ .

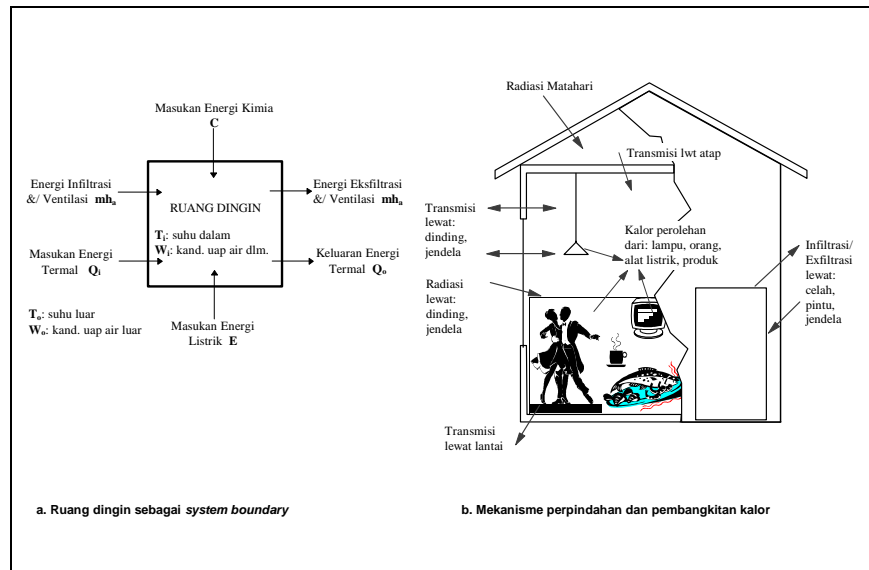
$k_{2C}$  = koefisien regresi ekuivalen untuk SF.

## 3. Peluang Hemat Energi dari selubung bangunan.

Dari rumus OTTV dapat dilihat bahwa penghematan energi hanya bisa diperoleh dengan melakukan modifikasi terhadap  $\alpha$ ,  $U_w$ , WWR, SC dan  $U_f$ . Oleh karena itu untuk memodifikasi selubung bangunan perlu diperhatikan beberapa rekomendasi di bawah ini.

Sebelum melakukan program penghematan perlu ditinjau dulu bagian-bagian yang penting dari selubung bangunan yang mempunyai peluang paling tinggi. Pada Gambar 5. di bawah terlihat bangunan sebagai ruang dingin (karena dikondisikan). Kemungkinan terjadinya kehilangan energi baik energi dingin yang keluar atau panas yang masuk adalah dikarenakan :

- Radiasi matahari
- Transmisi lewat dinding/jendela
- Radiasi lewat dinding atau jendela
- Transmisi lewat atap
- Infiltrasi/exfiltrasi lewat celah pintu/jendela
- Tranmisi lewat lantai
- Kalor dari lampu, peralatan listrik dan manusia



Gambar 5. Mekanisme Perpindahan kalor

## V. PASSIVE COOLING

Teknologi selubung bangunan pada umumnya mengikuti perkembangan teknologi negara-negara 4 musim. Teknologi tersebut mengadaptasi dua cuaca yang berbeda secara ekstrim yaitu panas dan dingin.

Pada daerah tropis, perkembangan teknologinya dipusatkan pada bagaimana mengurangi transfer panas/thermal ke dalam bangunan. Metode yang sudah banyak dikenal adalah passive cooling (pendinginan pasif).

*Passive cooling* adalah suatu cara menggunakan *passive control* (gedung itu sendiri). Sedangkan kebalikannya adalah active control (menggunakan AC/pemanas listrik). Pemanfaatan active control adalah keputusan yang diambil jika kenyamanan tidak dapat tercapai dengan passive control.

Pendekatan passive cooling dilakukan dengan alasan sebagai berikut :

- 1) Ekonomi – pemasangan peralatan mekanik membutuhkan biaya modal awal, operasional dan perbaikan/perawatan
- 2) Ekologi/lingkungan – gedung pasif paling kecil membebani ekosistem,

mengonsumsi energi lebih kecil dan memproduksi buangan paling kecil juga.

- 3) Aestetik – gedung pasif lebih ramah lingkungan dan meningkatkan keragaman dan ketertarikan manusia

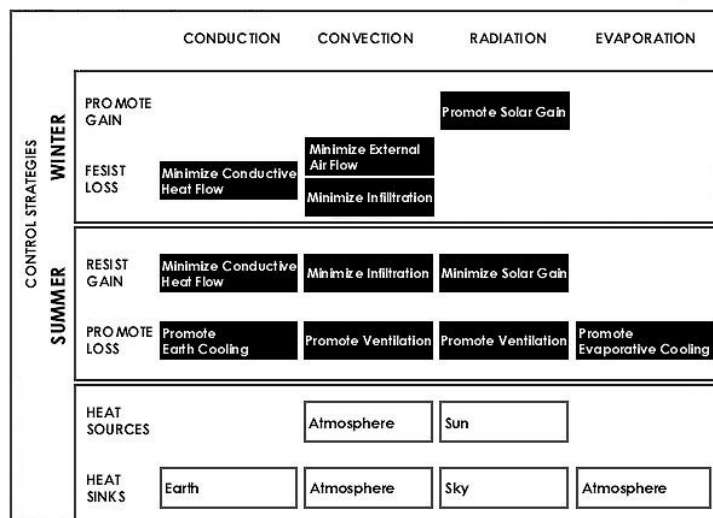
### 1. Strategi umum mengontrol iklim ruangan

Secara umum strategi untuk mengontrol iklim ruangan adalah sebagai berikut :

- Untuk mencapai kenyamanan termal didalam ruang, maka bangunan harus dirancang sedemikian rupa untuk dapat mengontrol perolehan panas matahari sesuai dengan kebutuhannya. Bangunan yang berada pada iklim dingin harus mampu menerima radiasi matahari yang cukup untuk pemanasan, sedangkan bangunan yang berada pada iklim panas, harus mampu mencegah radiasi matahari secukupnya untuk pendinginan.
- Untuk mencapai kenyamanan visual didalam ruang, maka bangunan harus dirancang sedemikian rupa untuk dapat mengontrol perolehan cahaya matahari (penerangan) sesuai dengan kebutuhannya.



- Kontrol Lingkungan Pasif dilakukan untuk mencapai kenyamanan termal maupun visual dengan memanfaatkan seluruh potensi iklim setempat yang dikontrol dengan elemen elemen bangunan (atap, dinding, lantai, pintu, jendela, aksesori, lansekap) yang dirancang secara cermat dan akurat tanpa menggunakan energi (listrik).
  - Kontrol Lingkungan Aktif dilakukan untuk mencapai kenyamanan termal maupun visual dengan memanfaatkan potensi iklim yang ada dan dirancang dengan bantuan teknologi maupun instrumen yang menggunakan energi (listrik).
  - Kontrol Lingkungan *Hibrid* dilakukan untuk mencapai kenyamanan termal maupun visual dengan kombinasi pasif dan aktif untuk memperoleh kinerja bangunan yang maksimal.
- Untuk mencapai sasaran penghematan energi yang optimal, maka prioritas utama adalah kontrol pasif, lalu disusul kontrol hibrid dan kontrol aktif sebagai pilihan akhir.
- Untuk mencapai sasaran penghematan energi yang optimal, maka prioritas utama adalah Aliran panas yang dikontrol secara pasif adalah :
- Jika kondisi dingin tidak nyaman (kurang panas) yang akan terjadi adalah :
    - meminimalisasi kehilangan panas
    - memanfaatkan panas dari matahari atau sumber dari dalam
  - Jika kondisi panas tidak nyaman (terlalu panas) yang akan terjadi adalah :
    - mencegah panas
    - memaksimalkan membuang panas
- Strategi umum seperti pada gambar 6 di bawah.



Gambar 6. Strategi Umum Mengendalikan Iklim ruangan

### 3. Pengendalian iklim ruangan

Pada semua iklim untuk mendapatkan kenyamanan termal dengan menggunakan metoda passive adalah untuk mengurangi peralatan control aktif. Pada iklim dingin atau musim dingin, pemanasan pasif matahari, insulasi yang baik dan mengontrol infiltrasi udara untuk

mengurangi peralatan pemanasan. Pada iklim yang panas gedung *massive*, pendinginan *evaporasi* dan peneduh yang baik dapat dipakai untuk meningkatkan kenyamanan.

Perkecualian lain adalah pada iklim sedang dan humiditas tinggi. Untuk Indonesia, suatu gedung yang didesain dengan metoda *passive cooling* adalah suatu hal

yang sangat mungkin diterapkan. Metode ini dilakukan dengan memaksimalkan **ventilasi silang** yang akan membuat penggunaan *air conditioning* adalah tidak diterapkan. Jika gedung akan dipasang *air conditioning* maka desain yang akan diterapkan adalah sangat berbeda. Hasilnya adalah gedung harus ditutup, dilapisi dan disumbat kebocorannya. Oleh karena itu dalam setiap membuat keputusan baik kontrol pasif atau aktif harus diperhatikan apakah akan menggunakan ventilasi silang atau menggunakan *air conditioning*.

Prosedur untuk iklim yang hangat dan basah dengan membandingkan *psychromatic chart* dengan pergerakan udara pada zona potensial. Jika garis iklim adalah penuh menutup zona, kita dapat katakan masuk dalam desain pasif. Jika tidak, maka ada dua alternative apakah diperlukan *air conditioning* atau dengan gedung tertutup atau batasan kenyamanan dapat dipenuhi.

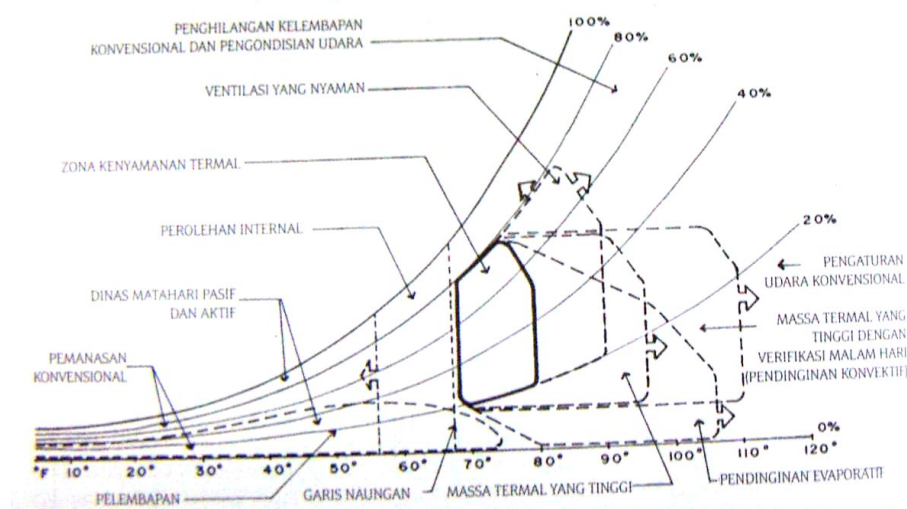
Panjang garis iklim dibawah *zona control potensial* mengindikasikan proporsi waktu seperti *over heat* yang dimungkinkan.

#### 4. Strategi desain iklim yang hangat dan basah

Pada iklim hangat dan basah, pada malam hari umumnya hangat dan perbedaan suhu tidak terlalu tinggi (kurang dari 5 °C). jika humiditas tinggi maka evaporasi pada kulit sebaiknya tidak terjadi. Pendinginan evaporatif akan efektif akan meningkatkan humiditas.

Perancang harus yakin bahwa suhu dalam ruangan tidak akan naik dibanding suhu luar. Ventilasi yang cukup diharapkan mampu memindahkan kelebihan input panas, tapi tidak cukup. Untuk itu kenaikan suhu pada atap dapat diatasi dengan :

- Menggunakan atap/genteng yang reflektif
- Ada jarak yang cukup pada atap dan plafon
- Ventilasi yang cukup pada atap/plafon
- Menggunakan permukaan yang reflektif pada atap dan juga plafon
- Menggunakan insulasi yang mempunyai tahanan tinggi



Gambar 7. Strategi desain iklim

Keseluruhan gedung mempunyai konstruksi ringan untuk mempermudah pendinginan pada malam hari. Dinding timur dan barat harus minimal atau tidak ada jendela untuk menghindari sudut rendah matahari timur dan barat. Jika diperlukan dinding tersebut diinsulasi atau reflektif. Sedangkan untuk dinding arah selatan dan utara diharapkan dibuka untuk memungkinkan ventilasi silang. Dengan demikian diperlukan perancangan yang menghindari ruangan yang ganda. Spasi ruangan harus diperhatikan untuk menghindari angin yang tidak lancar. Bukaan yang ada membutuhkan peneduh dari matahari dan hujan tetapi juga serangga seperti nyamuk. Pada saat orientasi untuk angin dan matahari yang diperlukan saling bertentangan, maka orientasi matahari adalah prioritas, dimana masih ada jalan untuk mengarahkan arah angin. Dengan memindahkan angin melalui sayap dinding akan menjadikan zona tekanan positif.

Pada bagian atas dinding akan menciptakan zona tekanan negatif. Kombinasi tersebut akan menimbulkan ventilasi silang.

## VI. PENUTUP

Tulisan ini diharapkan dapat memberikan gambaran secukupnya tentang Selubung Bangunan Dan Lingkungan Luar (Passive Cooling), sehingga bermanfaat bagi pengguna Bangunan Gedung.

Diharapkan tulisan ini dapat memberikan sumbangan pada program penghematan energi pada Bangunan Gedung dan dapat disempurnakan lagi dengan masukan-masukan dari pembacanya.

Kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat membantu dalam penyempurnaan tulisan ini diwaktu mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

1. SNI selubung bangunan
2. Energy conservation text book, JICA training for trainers 1995
3. EERE (U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy), "Elements of an Energy-Efficient House," (Washington, DC: EERE, July 2000)
4. Lawrence Berkeley National Laboratory, "Cool Roofs," (Berkeley, CA: LBNL, 27 April 2000), A. Wilson, J. Thorne & J. Morrill, Consumer
5. Guide to Home Energy, 8th ed. (Washington, DC: ACEEE, 2003)
6. EERE. Energy Savers: Tips on Saving Energy and Money at Home. (Washington, DC: EERE)

\*) Penulis adalah Pejabat Fungsional Widyaiswara Pusdiklat Migas