

"ENERGY-EFFICIENT ARCHITECTURE" PARADIGMA DAN MANIFESTASI ARSITEKTUR HIJAU

Jimmy Priatman

Staf Pengajar Fakultas Teknik dan Perencanaan, Jurusan Arsitektur, Universitas Kristen Petra

ABSTRAK

Faktor energi menambah suatu pijakan baru untuk memahami perencanaan arsitektur secara lebih baik. Tetapi sebenarnya, subyek arsitektur dan konteks lingkungannya bukanlah suatu hal yang baru., karena tujuan dari suatu disain adalah untuk meningkatkan kualitas dari hasil arsitektur dan lingkungannya. Dalam perspektif lebih luas, lingkungan yang dimaksud adalah lingkungan global alami yang meliputi unsur bumi, udara, air, dan energi yang perlu dilestarikan. Arsitektur Hemat Energi merupakan salah satu tipologi arsitektur yang berorientasi pada konservasi lingkungan global alami. Makalah ini membahas eksistensi arsitektur hemat energi ini dalam konteks wawasan arsitektur hijau (*green architecture*).

Kata kunci: Arsitektur Hemat Energi, Arsitektur Hijau.

ABSTRACT

Energy adds a new standpoint from which to better understand building design. But the subject of study, architecture and its environmental and social context, is not new. The objective of design is to improve the quality of buildings and the environment. On broader perspective, the mentioned environment means global environment encompasses earth, air, water and energy that are needed to be conserved. Energy-efficient architecture is one of that architectural typology focuses on conservation of global environment. The paper discusses the existence of energy-efficient architecture and its contextual to green architecture.

Keywords: Energy-efficient Architecture, Green Architecture.

ARSITEKTUR DAN ENERGI DALAM PERSPEKTIF HISTORIS

Efisiensi energi sebenarnya bukanlah merupakan kriteria baru dalam disain arsitektur. Konteks keberadaan suatu bangunan selalu ditentukan oleh batasan batasan iklim dan material bangunan. Sepanjang sejarah, iklim, energi dan kebutuhan sumber daya merupakan hal hal fundamental dalam seni dan tatanan arsitektur. Bahkan dalam kondisi iklim yang ekstrim sekalipun tidak menghalangi para perancangannya untuk menghadirkan karya arsitektur anggun yang merupakan solusi atas permasalahan lingkungannya.

Ditinjau dari konteks energi, evolusi arsitektur dapat diklasifikasikan dalam periode periode berikut ini :

A. **Arsitektur Pra Industri** (sebelum periode 1800):

- Karakteristik periode ini adalah sumber daya berlimpah dan keterbatasan teknologi

- Sistem struktur yang menjadi andalan konstruksi bangunan pada masa itu adalah konstruksi dinding pemikul, konstruksi busur, dengan ketebalan dinding bata masif, relatif menerus, modul struktur terbatas yang mengakibatkan terbatasnya lebar pembukaan, dengan material utama kayu dan batu.
- Pengendalian lingkungan pada bangunan mengandalkan kemampuan selubung bangunan (dinding dan atap) sebagai mediator utama antara kondisi eksternal dan internal. Kenyamanan dalam ruang diperoleh dari perapian, sedangkan kebutuhan penerangan alami didapatkan dari keterbatasan ukuran dan perletakan jendela dengan suplemen penerangan lampu minyak, obor, lilin.
- Penampilan arsitektur yang dihasilkan adalah bangunan dinding pemikul dengan kualitas isolasi panas baik (iklim dingin, panas kering), dinding kayu/bambu olahan yang semi permanen (iklim panas lembab), akses terbatas untuk iluminasi alamiah,

seperti yang terdapat dalam arsitektur gotik, renaissance, romanesci (iklim *temperate* dan dingin), arsitektur tradisional (iklim panas lembab).

B. Arsitektur Industri (periode 1800-1900):

- Karakteristik periode ini adalah sumber daya berlimpah dan inovasi teknologi.
- Sistem struktur yang dikembangkan pada masa ini adalah sistem rangka dengan konstruksi baja maupun beton bertulang. Modul dan bentang struktur menjadi lebih lebar, pembukaan besar dengan pengembangan teknologi material kaca, dinding bata ringan.
- Kontrol lingkungan menjadi lebih mudah dengan penemuan lampu menggantikan penerangan alami, penemuan AC menggantikan penghawaan alami, penemuan bahan baku refrigeran freon dalam sistem AC, penemuan elevator melengkapi tangga, penemuan dan pengembangan peralatan mekanikal dan elektrikal yang mengandalkan energi disertai dengan pengembangan material beton bertulang, baja, kaca, aluminium.
- Penampilan arsitektur pada masa ini di dominasi oleh arsitektur modern dengan paham internasionalismenya, dimana bangunan arsitektur merupakan hasil produksi manufaktur industri. Komponen komponen bangunan dapat di produksi secara massal dan dipergunakan dimana saja tanpa terlalu mempertimbangkan karakteristik iklim dan budaya lokal dan minimalisasi ornamentasi. Karya arsitektur pada masa ini mengandalkan konsumsi energi secara besar besaran baik pada masa pembangunannya maupun pada masa operasionalnya.

C. Arsitektur Pasca Industri (sesudah periode 1900):

- Karakteristik periode ini adalah keterbatasan sumber daya dan pengembangan teknologi lanjutan (*advance technology*).
- Sistem struktur yang berkembang hingga sekarang adalah multi sistem, konstruksi baja, beton pra-tekan, metal, gabungan (*hybrid*), modul dan bentang struktur fleksibel dan lebar dengan konsekuensi pembukaan yang fleksibel pula. Ditunjang pula dengan teknologi material lanjutan yang menghasilkan material baru ber-

kuualitas tinggi seperti kaca, plastik, tekstil, *fiberglass*, serat optik.

- Kontrol lingkungan dicapai dengan integrasi sistem penerangan artifisial maupun alamiah dengan aplikasi teknologi tata cahaya, implementasi teknologi hemat energi untuk sistem tata udara dengan keseluruhan sistem kontrol elektronik, penggunaan material yang hemat energi, peralatan *building automation system* dengan pengendalian komputer, dan peralatan simulasi digital untuk memprediksi *konsumsi* energi sepanjang tahun.
- Penampilan arsitektur dipelopori dengan langgam *post-modern* yang memberi tempat pada aspek iklim maupun budaya regional, ber karakter spesifik sesuai dengan konteks lokal, rekonseptualisasi tentang arti arsitektur ditengah lingkungan global alami, kontemporer, inovasi disain berorientasi pada energi, arsitektur sebagai obyek riset dan eksperimen empiris untuk pengembangan teknologi efisiensi energi, disain sadar energi (*energy conscious design*) mulai mendapat tempat dan parameter hemat energi mulai menjadi salah satu kriteria dalam perancangan arsitektur.

SISTIM OPERASIONAL BANGUNAN

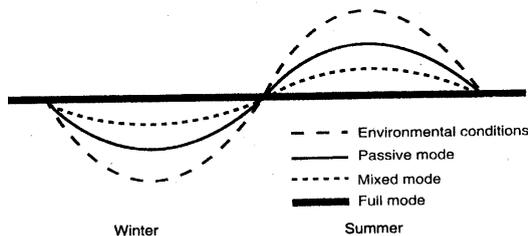
Untuk mencapai kenyamanan thermal maupun visual dalam bangunan, kondisi lingkungan internal (temperatur, kelembaban, tingkat iluminasi) dapat diatur tanpa ataupun dengan menggunakan peralatan teknologi mekanikal elektrikal yang menggunakan energi dari sumber yang tidak dapat diperbarui, yaitu pembangkit listrik dari tenaga uap (minyak bumi, batu bara, gas alam yang merupakan sisa sisa fosil yang telah punah).

Terdapat beberapa tingkat sistem operasional yang digunakan dalam bangunan dengan kategori berikut (*menurut Worthington, J, 1997 yang dikutip dari Yeang, Ken, 1999*) :

- Sistem Pasif (*passive mode*)
Tingkat konsumsi energi paling rendah, tanpa ataupun minimal penggunaan peralatan ME (mekanikal elektrikal) dari sumber daya yang tidak dapat diperbarui (*non renewable resources*)
- Sistem Hybrid (*mixed mode*)
Sebagian tergantung dari energi (*energy dependent*) atau sebagian dibantu dengan penggunaan ME.

- Sistem Aktif (*active mode/full mode*)
Seluruhnya menggunakan peralatan ME yang bersumber dari energi yang tidak dapat diperbarui (*energy dependent*)
- Sistem Produktif (*productive mode*)
Sistem yang dapat mengadakan/ membangkitkan energinya sendiri (*on-site energy*) dari sumber daya yang dapat diperbarui (*renewable resources*) misalnya pada sistem sel surya (fotovoltaik) maupun kolektor surya (termosiphoning).

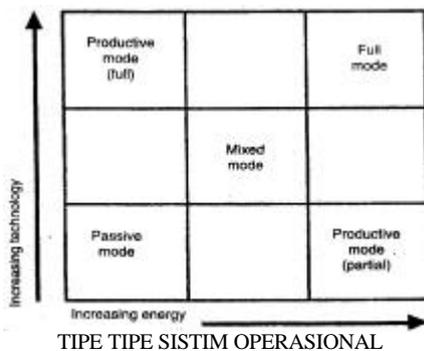
Interval kenyamanan yang akan dicapai dari beberapa tingkat sistem operasional tersebut dapat dilihat pada skema berikut ini:



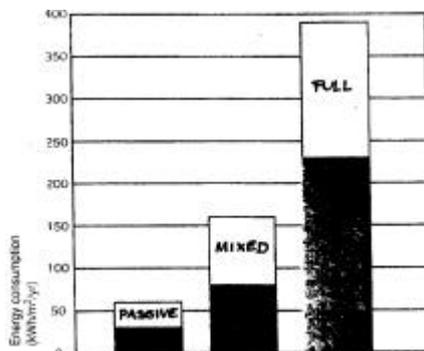
INTERVAL KENYAMANAN SISTEM OPERASIONAL

Dikutip dari: Yeang, Ken, *The Green Skyscraper*, p. 201.

Target konsumsi energi dari beberapa sistem operasional bangunan dan keterkaitannya dengan teknologi dapat dilihat pada skema berikut ini:



TIPE TIPE SISTEM OPERASIONAL



TARGET KONSUMSI ENERGI TIPE TIPE SISTEM OPERASIONAL

Dikutip dari: Yeang, Ken, *The Green Skyscraper*, p. 198, 201.

ARSITEKTUR HEMAT ENERGI SEBAGAI MANIFESTO DISAIN SADAR ENERGI

Pengaruh konteks energi dalam arsitektur sebenarnya sudah dipahami oleh para arsitek pada awal abad kedua puluh melalui kontribusi karya karyanya dalam gerakan arsitektur modern, dimana sebagai para perancang Bauhaus mereka berpendapat bahwa karya disain arsitektur merupakan hasil akhir dari analisa rasional yang diwujudkan melalui ekspresi formal dari proses dan material konstruksi baru. Terbilang Walter Gropius dengan *sun-tempered home*, Keck brothers dengan *Crystal House*, Buckminster Fuller dengan *Dymaxion house* yang berdasarkan konsep efisiensi energi dan produksi industri, Le Corbusier dengan proposal *Mediterranean House*, dan kontribusi akademik dari Olgyay bersaudara dalam publikasi ilmiahnya *Design with Climate* memberikan justifikasi keterlibatan para arsitek dalam isu efisien Arsitektur Bioklimatiksi energi, meskipun gaungnya teredam oleh euforia revolusi industri dan *international movement* dari arsitektur modern.

Embargo minyak 1973 merupakan suatu momen kebangkitan kesadaran energi dimana eskalasi harga minyak bumi yang membubung menimbulkan dampak krisis energi pada negara negara maju yang *energy dependent*. Seluruh potensi riset dan pengembangan dikerahkan untuk mengatasi krisis tersebut yang tentunya juga termasuk sektor bangunan gedung maupun perumahan yang tentunya akan menentukan perancangan arsitektur. Rekonseptualisasi perancangan arsitektur perlu dilakukan dengan pertimbangan pertimbangan efisiensi energi, mengingat 36-45% kebutuhan energi nasional terserap dalam sektor bangunan. Krisis energi ini ternyata memacu perkembangan arsitektur baru dengan disain sadar energi (*energy conscious design*) yang berdasarkan paradigmanya dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

- Arsitektur Bioklimatik (*Bioclimatic Architecture/Low Energy Architecture*)

Arsitektur yang berlandaskan pada pendekatan disain pasif dan minimum energi dengan memanfaatkan energi alam iklim setempat untuk menciptakan kondisi kenyamanan bagi penghuninya.

Dicapai dengan organisasi morfologi bangunan dengan metode pasif antara lain konfigurasi bentuk massa bangunan dan peren-

canaan tapak, orientasi bangunan, disain fasade, peralatan pembayangan, instrumen penerangan alam, warna selubung bangunan, lansekap horisontal dan vertikal, ventilasi alamiah.

Tercatat para arsitek pelopor disain bioklimatik antara lain Ken Yeang, Norman Foster, Renzo Piano, Thomas Herzog, Donald Watson, Jeffry Cook.

- **Arsitektur Hemat Energi**
(*Energy-Efficient Architecture*)

Arsitektur yang berlandaskan pada pemikiran “meminimalkan penggunaan energi tanpa membatasi atau merubah fungsi bangunan, kenyamanan maupun produktivitas penghuninya “ dengan memanfaatkan sains dan teknologi mutakhir secara aktif..

Meng-optimasikan sistim tata udara-tata cahaya, integrasi antara sistim tata udara buatan-alamiah, sistim tata cahaya buatan-alamiah serta sinergi antara metode pasif dan aktif dengan material dan instrumen hemat energi. *Credo form follows function* bergeser menjadi *form follows energy* yang berdasarkan pada prinsip konservasi energi (*non-renewable resources*). Para pelopor arsitektur ini tercatat Norman Foster, Jean Nouvel, Ingenhoven Overdiek & partners.

- **Arsitektur Surya (Solar Architecture)**

Arsitektur yang memanfaatkan energi surya baik secara langsung (radiasi cahaya dan termal), maupun secara tidak langsung (energi angin) kedalam bangunan, dimana elemen elemen ruang arsitektur (lantai,dinding,atap) secara integratif berfungsi sebagai sistim surya aktif ataupun sistim surya pasif.

Diawali dengan arsitektur surya pasif yang memanfaatkan atap dan dinding sebagai kolektor panas dan dikembangkan dengan sistim surya aktif yang meng implementasikan keseluruhan sistim surya termosiphoning dan berintegrasi penuh dengan keseluruhan elemen arsitektur. Inovasi teknologi lanjutan dalam sel photovoltaik menghasilkan prototipe arsitektur baru yang spesifik.

Perkembangan arsitektur surya di USA dipresentasikan dengan Skytherm System of Harold Hay, Steve Baer’s Zome House dan dilanjutkan di Eropah dengan Hysolar Institute Stuttgart di Jerman, Achen power utilities dan Flachglas AG headquarter merupakan demonstrasi panel photovoltaik sebagai fasade bangunan tinggi.

Arsitektur surya ini bertitik tolak dari prinsip diversifikasi energi yang meng-eksplorasi sumber daya yang dapat diperbarui (*renewable energy*).

ARSITEKTUR HIJAU DAN HEMAT ENERGI

Dekade 1980-1990 merupakan tonggak bersejarah dimana dalam masa ini terjadi pengungkapan saintifik tentang fenomena kerusakan pada planet bumi dan atmosfer yang akan terus berlanjut. Jurnal saintifik (1985) melaporkan terjadinya lubang besar pada lapisan ozon di atmosfer diatas Antartica yang selanjutnya dikenal dengan fenomena *Ozone Depletion* (pelubangan ozon). Fenomena ini terjadi akibat konsentrasi gas CFC (chlorofluorocarbon) di atmosfer yang akan terus menerus terjadi apabila tidak ada langkah langkah pencegahan yang serius.

Tahun 1988 para ahli klimatologi sepakat menyatakan bahwa suatu problema riil sedang terjadi. Pengukuran di volkano di Hawaii membuktikan adanya peningkatan suhu bumi yang terus berlangsung yang menimbulkan peningkatan temperatur global yang akan mempengaruhi pola iklim dan merusakkan serius pada bumi. Gejala yang dikenal dengan istilah *Global Warming* atau *Greenhouse Effect* ini merupakan akibat dari peningkatan polusi udara berasal dari industri manufaktur, transportasi , bangunan dan penggunaan energi secara besar besaran pada semua sektor untuk menunjang kehidupan modern manusia. Mengingat 50% konsumsi energi fosil dunia adalah berhubungan dengan kebutuhan energi bangunan, bearti 50% gas buang karbon dioksida yang menimbulkan kontaminasi udara, atau 25% dari seluruh gas *greenhouse* berasal dari bangunan. Keprihatinan ini yang mendorong timbulnya pemikiran baru dalam perancangan arsitektur yang kemudian dikenal sebagai arsitektur hijau.

- **Arsitektur Hijau (Green Architecture)**

Arsitektur yang berwawasan lingkungan dan berlandaskan kepedulian tentang konservasi lingkungan global alami dengan penekanan pada efisiensi energi (energy-efficient), pola berkelanjutan (sustainable) dan pendekatan holistik (holistic approach).

Bertitik tolak dari pemikiran disain ekologi yang menekankan pada saling ketergantungan (*interdependencies*) dan keterkaitan (*inter-*

connectedness) antara semua sistim (artifisial maupun natural) dengan lingkungan lokalnya dan biosfer.

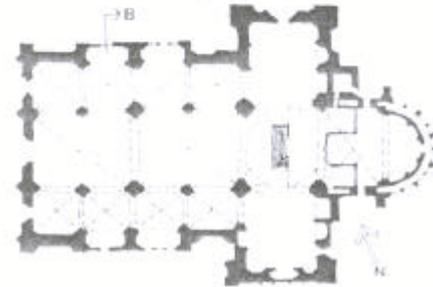
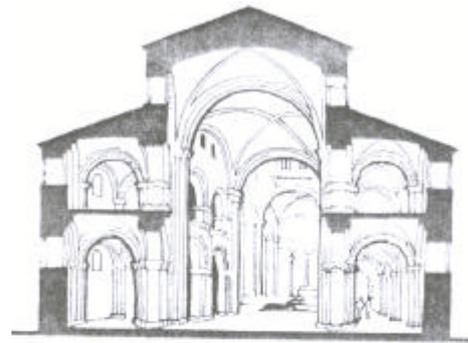
Credo form follows energy diperluas menjadi *form follows environment* yang berdasarkan pada prinsip *recycle, reuse, reconfigure*.

Karya karya arsitektur hijau yang terkemuka antara lain NMB Bank (arsitek Ton Alberts-Amsterdam), Four Times Square (Fox & Fowle architects), The Helicoidal Skyscraper (proposal Prof. Manfredi Nicoletti), Frankfurt 'Max' Tower, Nagoya 2005 Tower, Bishopsgate Tower, Elephant and Castle Tower yang kesemuanya merupakan *vertical urban design* karya T.R. Hamzah & Yeang, Glasshouse (LOG ID/Dieter Schempp,Fred Mollring) Germany, 17-18 Apartments, Les Garennes,France (L. Bouat et al), Audubon House, New York City (Croxtan Collaborative Architects).

Prinsip dasar perancangan tipologi arsitektur sadar energi dan arsitektur hijau dapat di formulasikan dalam matriks berikut ini :

PARAMETER	PRINSIP PRINSIP PERANCANGAN ARSITEKTUR				
	BIOKLIMATIK	HEMAT ENERGI	SURYA	HIJAU	LAIN LAIN
DSAIN ARSITEKTUR	Bioclimatic Architecture	Energy-efficient Architecture	Solar Architecture	Green Architecture	Architecture
Konfigurasi Bangunan	Dipengaruhi iklim	Dipengaruhi iklim	Dipengaruhi Matahari	Dipengaruhi Lingkungan	Pengaruh lainnya
Orientasi Bangunan	Krusial	Krusial	Sangat Krusial	Krusial	Relatif tidak penting
Fasade Bangunan	Responsif iklim	Responsif iklim	Responsif Matahari	Responsif Lingkungan	Pengaruh lainnya
Sumber Energi	Natural Non renewable	Pembangkit Non renewable	Pembangkit Renewable	Natural + Pembangkit Renewable & Non renewable	Pembangkit Non Renewable
Energy Lost	Krusial	Krusial	Krusial	Krusial	Tidak penting
Sistem Operasional	Passive + Mixed	Active + Mixed	Productive	Passive+Active+ Mixed + Productive	Passive+Active
Tingkat Kenyamanan	Variabel	Konsisten	Konsisten	Variabel Konsisten	Konsisten
Konsumsi Energi	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi/Medium
Sumber Material	Tidak penting	Tidak penting	Tidak penting	Minimum dampak lingkungan	Tidak penting
Material Output	Tidak penting	Tidak penting	Tidak penting	Reuse-Recycle- Reconfigure	Tidak penting
Biologi Tapak	Penting	Penting	Penting	Krusial	Tidak penting

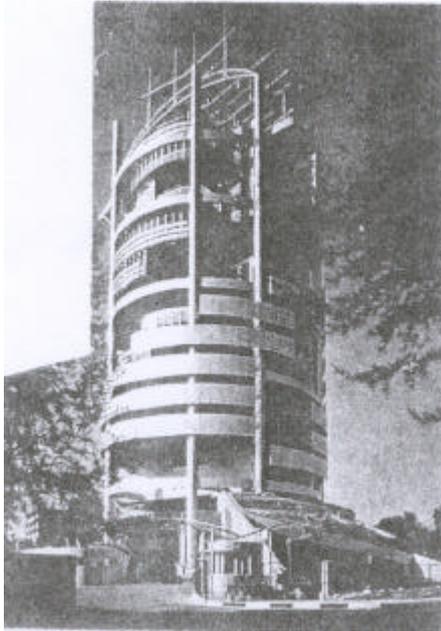
(Sumber : The Green Skyscraper, Ken Yeang, p. 12 dengan penambahan dari penulis)



CHURCH OF THE HOLY APOSTLES-GREECE
ARSITEKTUR PRA INDUSTRI



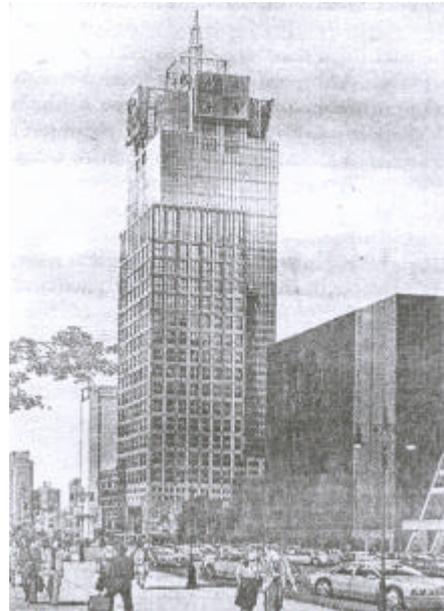
CIVIC CENTER, CHICAGO (SOM)
ARSITEKTUR INDUSTRI



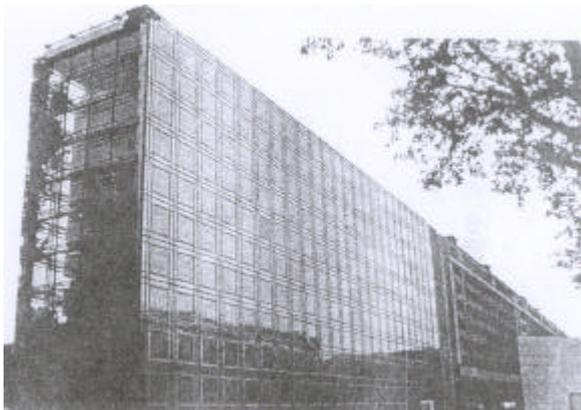
MENARA MESINIAGA, MALAYSIA (Ken Yeang)
ARSITEKTUR BIOKLIMATIK
(Bioclimatic Architecture)



NMB BANK ,AMSTERDAM (Ton Alberts)
ARSITEKTUR HIJAU
(Green Architecture)

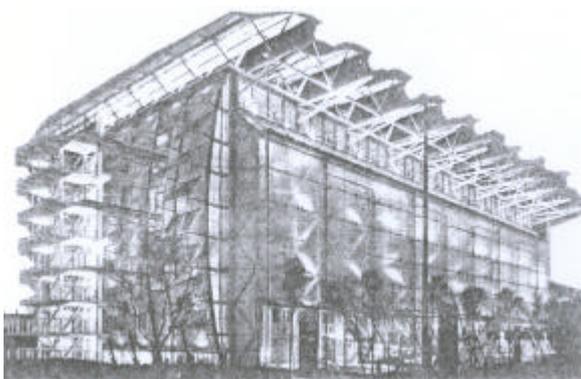


4 TIMES SQUARE,NEW YORK
(Fox & Fowle Architects)

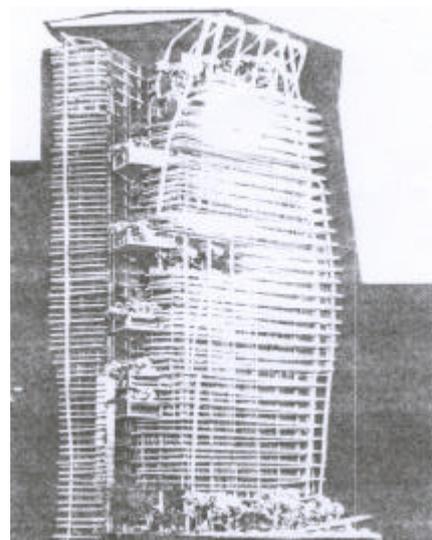


INSTITUT DU MONDE ARABE,FRANCE(J.Nouvel)
ARSITEKTUR HEMAT ENERGI
(Energy-efficient Architecture)

ARSITEKTUR PASCA INDUSTRI



THE BRITISH PAVILION,SEVILLE(N.Grimshaw)
ARSITEKTUR SURYA
(Solar Architecture)



SHANGHAI ARMOURY TOWER,CHINA(K.Yeang)
ARSITEKTUR HIJAU (Green Architecture)

FASADE ARSITEKTUR HEMAT ENERGI

Untuk mencapai efisiensi energi, Indonesia (maupun negara negara Asean) menetapkan suatu kriteria konservasi energi untuk fasade yang didalam istilah tekniknya disebut sebagai "Overall Thermal Transfer Value (OTTV)" atau "Harga Perpindahan Termal Menyeluruh", yaitu suatu nilai yang ditentukan sebagai kriteria perancangan untuk membatasi perolehan panas akibat radiasi matahari lewat selubung bangunan (fasade).

Standar Nasional Indonesia 2000 mengenai Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung, harga dari OTTV setiap bidang dinding dihitung sebagai berikut :

$$OTTV_i = \alpha \{U_w \times (1-WWR)\} \times TDeq + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T)$$

Sedangkan harga OTTV untuk seluruh dinding luar dihitung sebagai berikut:

$$OTTV_i = \frac{(A_{o1} \times OTTV_1) + (A_{o2} \times OTTV_2) + \dots + (A_{oi} \times OTTV_i)}{A_{o1} + A_{o2} + \dots + A_{oi}} \leq 45W/m^2$$

Sedangkan harga RTTV untuk atap dengan orientasi tertentu dihitung sebagai berikut:

$$RTTV_i = \frac{\alpha (A_R \times U_R \times TD_{EK}) + (A_s \times U_s \times \Delta T) + (A_s \times SC \times SF)}{A_o} \leq 45W/m^2$$

dimana :

$OTTV_i$ = Nilai Perpindahan Termal Menyeluruh dinding luar i pada arah tertentu (W/m^2)

α = Absorptansi radiasi matahari untuk dinding/atap yang tidak tembus cahaya

U_w = Transmittansi termal dinding tak tembus cahaya ($W/m^2 \cdot ^\circ K$)

U_f = Transmittansi termal fenestrasi ($W/m^2 \cdot ^\circ K$)

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

TD_{eq} = Beda suhu ekivalen antara luar dan dalam ($^\circ K$)

SF = Faktor Radiasi Matahari (W/m^2)

SC = Koefisien Peneduh dari sistim fenestrasi/skylight

ΔT = Selisih temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam ruang ($^\circ K$)

A_{oi} = Luas Total dinding + jendela pada bagian dinding luar i (m^2)

$OTTV$ = Nilai Perpindahan Termal Menyeluruh seluruh dinding luar (W/m^2)

A_R = Luas atap yang tidak tembus cahaya (m^2)

A_s = Luas atap yang tembus cahaya (skylight) (m^2)

A_o = Luas atap total (m^2)

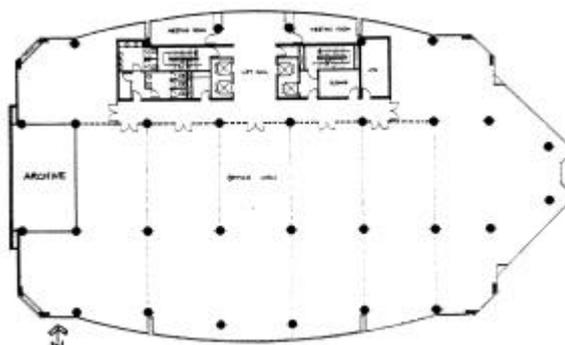
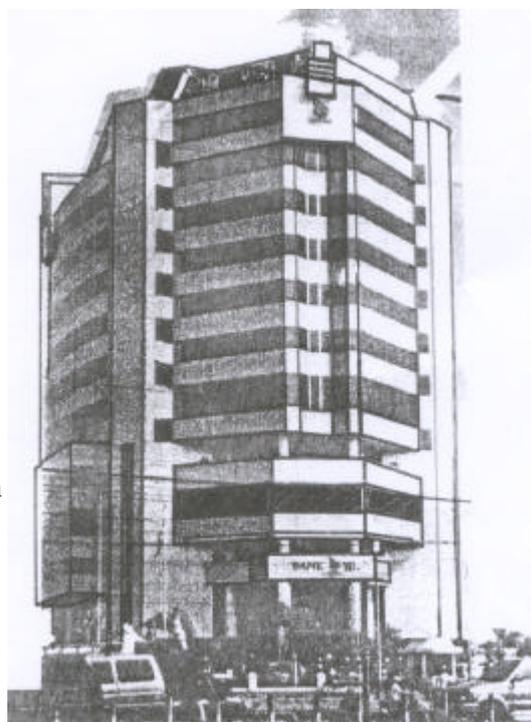
U_R = Transmittansi Termal atap tidak tembus cahaya ($W/m^2 \cdot ^\circ K$)

U_s = Transmittansi termal atap tembus cahaya (skylight) ($W/m^2 \cdot ^\circ K$)

$RTTV$ = Nilai Perpindahan Termal Menyeluruh seluruh atap (W/m^2)

Sumber : Standar Nasional Indonesia SNI 03-6389-2000

Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung



ARSITEKTUR HEMAT ENERGI
GEDUNG GRAHA PANGERAN SURABAYA

Kriteria OTTV untuk dinding fasade diatas dapat dipergunakan sebagai tolok ukur efisiensi energi pada bangunan tinggi. Penelitian mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai OTTV, semakin besar pula penggunaan energi yang diperlukan oleh sistim tata udara (pendinginan) pada bangunan tersebut. Disini diperlukan kreativitas para perancang bangunan untuk menampilkan komposisi material masif maupun transparan , warna, tekstur dengan karakter termalnya masing masing, silhouete terang dan gelap, pembayangan dan ratio kaca-dinding untuk memenuhi kriteria tersebut disamping pertimbangan pertimbangan estetika umumnya.

Pada contoh Gedung Graha Pangeran, komposisi bentuk dan material selubung bangunan diambil sedemikian rupa melalui *modelling* serangkaian kombinasi variabel variabel bentuk bangunan dan material yang harus memenuhi perhitungan OTTV yang dipersyaratkan sehingga didapat hasil akhir sebagai berikut :

OTTV DINDING BARAT	= 39,38 W/M ²
OTTV DINDING TIMUR	= 21,36 W/M ²
OTTV DINDING UTARA	= 23,84 W/M ²
OTTV DINDING SELATAN	= 19,30 W/M ²
OTTV TOTAL	= 24,20 W/M ²
RTTV TOTAL	= 24,25 W/M ²
Energy Efficiency Index	= 144,40 Kwh/M ² /Thn.

dengan spesifikasi material sebagai berikut :

Material Cladding Aluminium *Alpolic 3 mm*:

$$U_w = 2,12 \text{ W}^\circ\text{C.M}^2$$

Material Kaca *Cool-Lite Blue 6mm*:

$$U_f = 2,94 \text{ W}^\circ\text{C.M}^2$$

Koefisien Peneduh Kaca:

$$SC = 0,55$$

Material Atap Beton:

$$U_R = 1,41 \text{ W}^\circ\text{C.M}^2$$

Ratio Kaca – Dinding Total:

$$WWR = 0,25$$

Faktor absorpsi dinding metal aluminium:

$$\alpha = 0,12$$

Beban Pendinginan AC rata rata :

$$\text{Cooling} = 0,0365 \text{ TR/M}^2 \text{ Load}$$

AGENDA KONSERVASI DALAM DISAIN ARSITEKTUR HEMAT ENERGI

Tidak dapat diragukan lagi bahwa para perancang memainkan peran sentral untuk menjamin suatu masa depan yang berkesinambungan. Papanek (1985) dalam bukunya: *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change* mengemukakan bahwa :

“In this age of mass production when everything must be planned and designed, design has become the most powerful tool with which man shapes his tools and environments. This demands high social and moral responsibility from the designer “

Wells (*Gentle Architecture, 1984*) mengumandangkan hal yang sama bahwa ,

“....if ever we needed great designers, it is now ! The environmental architecture of America is almost without exception depressingly ugly.....”

Disain bioklimatik dan ekologis sering diimplementasikan tanpa mengintegrasikan gaya arsitektur. Sebenarnya kesempatan terbaik untuk meningkatkan kinerja lingkungan suatu bangunan terjadi pada masa masa proses disain. Jelaslah bahwa kita harus membuat bangunan bangunan tidak saja tanggap lingkungan namun juga menyenangkan secara estetika jika diinginkan disain berwawasan lingkungan akan bertahan lama. Para arsitek semasa studinya pernah mempelajari peraturan proporsi dan langgam arsitektur klasik dari kuil kuil zaman purbakala. Sekarang bumi adalah kuil itu, dan peraturannya adalah bahwa kita tinggal dan hidup diantara batas batas keseimbangan sumberdaya dan energi dunia.

Adalah hal yang menarik untuk disimak, tepat pada masa dimana gerakan disain sadar energi mulai tumbuh, suatu gerakan arsitektur lainnya juga muncul kepermukaan. Langgam *postmodern* merupakan suatu reaksi terhadap kejemuatan visual arsitektur modern, dimana langgam ini mengumandangkan kebangkitan ornamen, warna dan karakteristik organisasi ruang dari masa sebelumnya. Postmoderisme menawarkan suatu kekayaan dan variasi yang merupakan pelepasan yang diharapkan dari kungkungan arsitektur modern yang steril. Mungkin saja, arah arsitektur masa depan akan timbul sebagai kombinasi kekayaan visual postmodernisme dengan kesadaran penggunaan energi. Ornamen dinding exterior postmodernisme bisa saja merupakan suatu selubung bangunan yang sensitif terhadap lingkungan iklimnya. Respons kontekstual bisa saja menampilkan estetika baru yang melibatkan material baru yang *“compatible”* dengan iklimnya. Hal ini meminta para perancang mempunyai pengertian lebih dalam tentang bagaimana bangunan menggunakan energi untuk kebutuhan penghawaan dan penerangannya dan strategi pasif dengan pengolahan selubung bangunan untuk tujuan tersebut.

Diperlukan beberapa langkah untuk mengimplementasikan agenda konservasi energi dalam arsitektur. Dari segi teknis, yang paling mudah, adalah dengan menggunakan kriteria dan patokan teknis untuk mereduksi pemborosan energi. Dalam tahap ini hanyalah persoalan aplikasi. Tahap berikutnya dari sisi institusional, memfasilitasi pola-pola fundamental penggunaan energi dalam lingkungan buatan dengan peningkatan kualitas disain bangunan, sistem transportasi dan produksi-produksi konsumen dalam spektrum yang lebih luas, misalnya melalui perencanaan kawasan dan perkotaan dengan tujuan untuk meminimalkan penggunaan energi secara makro. Dan tahap yang paling sulit adalah memupuk etika konservasi dalam diri masing-masing untuk menggunakan energi secara bijaksana dan memegang komitmen untuk melakukannya. Perancangan arsitektur hemat energi secara pragmatis dapat diterapkan apabila para perancang memahami perilaku iklim dimana bangunan tersebut didirikan dan menerapkan pengetahuan tentang penghawaan-penerangan alami atau buatan secara tepat pada tempat yang tepat pula. Dengan demikian arsitektur hemat energi merupakan wadah yang dapat berperan lebih banyak untuk meningkatkan kualitas energi, kualitas lingkungan dan kualitas hidup manusia melalui kualitas disain sadar energi (*energy conscious design*), seperti Peters Hayes (*The Circle of Innovation*, 1997) mereferensikan pentingnya suatu nilai disain dalam strategi kompetitif bisnis sebagai berikut ini :

*"Fifteen years ago, companies competed on price. Today it is quality.
Tomorrow it is design...."*

DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. *"Standard 90.1-2001: Energy Efficient Design of New Building, except Low Rise Residential Buildings*. American Society of Heating, Refrigerating, Air Conditioning Engineers, 2001.
- Behling, Sophia and Stefan. *"SOL POWER. The Evolution of Solar Architecture"*. Prestel Munich-New York, 1996.
- Binder, Georges. *"Tall Buildings of Asia & Australia"*. Images Publishing, 2001.
- Daniels, Klaus. *"The Technology of Ecological Building"*. Birkhauser Verlag, 1997.

- Davies, Colin et al. *"Commerzbank Frankfurt. Prototype for an Ecological High Rise"*. Birkhauser Verlag, 1997.
- Department of Primary Industries and Energy. *"Energy Efficient Australian Housing"*. Australian Government Publishing Service. Canberra 1997.
- Mobbs, Michael. *"Sustainable House"*. *Living for our future*. Choice Books, Australia, 1999.
- National Audubon Society. *"Audubon House"*. *Building the Environmentally Responsible, Energy-Efficient Office*. John Wilwy & Sons, Inc. 1994.
- Richards, Ivor, *"TR. Hamzah & Yeang : Ecology of the Sky"*, Images Publishing, 2001
- Vale, Brenda and Robert, *"Green Architecture"*. *Design for an Energy-conscious Future*. Thames and Hudson Ltd. London. 1991.
- Watson, Donald. *"The Energy Design Handbook"*. The AIA Press, Washington 1993.
- Wines, James. *"Green Architecture"*. Benedikt Taschen Verlag GmbH 2000.
- Yeang, Ken. *"The Green Skyscraper"*. *The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*. Prestel Verlag. New York, 1999.
- Yeang, Ken. *"Bioclimatic Skyscrapers"*. Artemis, London, 1994.