

STRATEGI “DAYLIGHTING” PADA BANGUNAN MULTI-LANTAI DIATAS DAN DIBAWAH PERMUKAAN TANAH

Danny Santoso Mintorogo

Staf Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Arsitektur – Universitas Kristen Petra

ABSTRAK

Strategi hemat energi sangat erat hubungan dengan faktor penerangan dalam bangunan, lebih-lebih pada bangunan berlantai banyak diatas atau dibawah permukaan tanah. Untuk menghemat pemakaian energi listrik dari penerangan ini, maka strategi-strategi penerangan alami “Daylighting” terus dikembangkan. Tulisan ini bertujuan memaparkan berbagai strategi daylighting pada bangunan yang berlantai banyak yang dibangun diatas maupun dibawah permukaan tanah.

Kata kunci : *daylighting*, energi

ABSTRACT

One of the common factor for Energy Saving on buildings has dealed a lot with the lightings on building, especially for multi level floors above and below grade. In order for saving energy on lightings, many daylighting strategies on multi floors building are being used and under-developed by many architects. This paper discusses the strategies of the daylighting techniques on multi floors building both above and below grade.

Keywords : *daylighting*, energy

PENDAHULUAN

Jika kita banyak berdiskusi atau coba mengaplikasikan berbagai teknik/teori untuk usaha penghematan energi¹ pada bangunan rendah maupun tinggi, jenis dan fungsi bangunan tersebut, maka faktor “penerangan” pada bangunan sangat memegang peranan penting dalam strategi hemat energi. Faktor penerangan akan sangat mempengaruhi kinerja kerja penghuni dan penghematan energi bagi bangunan komersial seperti : perkantoran, apartemen, institusional. Penerangan pada bangunan pada lazimnya dilakukan dengan penerangan aktif-penerangan buatan dengan mengandalkan berbagai jenis lampu dari sumber listrik, sedangkan penerangan pasip- penerangan alami “daylighting” dengan mengandalkan berbagai strategi dan teknik pemantulan sinar/cahaya dari matahari kedalam bangunan guna memperkuat atau mereduksi pemakaian energi penerangan buatan.

Sebuah lembaga “Lawrence Berkeley Laboratory di Amerika meneliti besaran (%) pemakaian energi tahunan dari sebuah bangunan

perkantoran yang berlantai sepuluh di Singapura. Didapatkan bahwa, untuk sistim penerangan sebesar 38%, untuk sistim pendinginan bangunan sebesar 36%, sistim pendukung tata udara sebesar 17.4%, serta sistim pendukung servis bangunan sebesar 8.6%². Ternyata pemakaian energi listrik terbanyak.

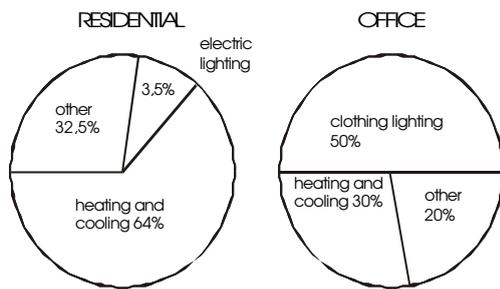
Pandangan dari sudut hemat energi listrik : penerangan buatan — listrik pada bangunan komersial (perkantoran) akan jauh lebih besar mengkonsumsi energi listrik dari pada bangunan perumahan. Maka perencanaan tata cahaya — baik strategi “electric lighting” maupun “daylighting” harus sudah menjadi poin dari arsitektur programming pada tahap awal konsep perancangan.

Chart 1 dibawah ini memberi gambaran besaran konsumsi energi listrik antara unit perumahan dengan unit perkantoran di Amerika sekitar tahun 1980 di mana teknik-teknik daylighting masih terus disempurnakan dan dikembangkan sampai sekarang oleh para arsitek.

¹ Konsumsi energi dari : listrik, thermal, beban pendinginan dan pemanasan, penerangan buatan.

² Priatman, Jimmy. Efisiensi Energi melalui Arsitektur Bangunan Tinggi. Laporan seminar pada Universitas Kristen Petra, Jurusan Teknik Arsitektur, hal 3, Surabaya 1997.

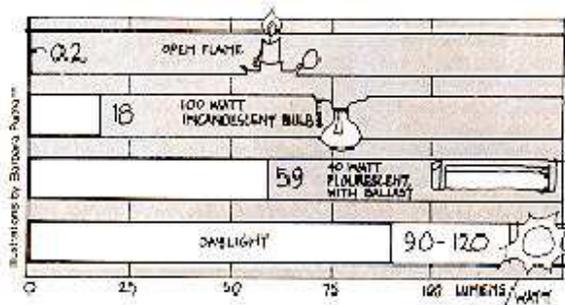
Chart 1. Perbandingan Konsumsi Energi Listrik % per tahun



Sumber : Majalah "Solar Age, p.14, Agustus 1980

Sedangkan dari sudut pandangan hemat energi dari faktor kuat cahaya (lumen per watt) antara berbagai sumber cahaya dengan cahaya matahari, maka kuat penerangan dari "daylight" jauh lebih kuat dari pada sebuah lampu listrik neon (fluorescent) sebesar 40 watt. (lihat Chart 2)

Chart 2. Perbandingan Kuat Cahaya (lumen/watt)



Sumber : Majalah "Solar Age, p.15, Agustus 1980

Cahaya matahari langsung sekitar 10.000 footcandle, atau akan berkisar antara 90 lumen sampai 150 lumen per watt. Kaidah Perancangan Kasar (Rule of Thumb) adalah ± 100 lumen per watt. Dengan *rule of thumb* ini, maka daylighting dapat diaplikasikan dengan tujuan untuk desain dan hemat energi "energy conscious and design conscious".

KLASIFIKASI STRATEGI DAYLIGHTING

Ada 2 strategi daylighting yang sering diaplikasikan, yaitu :

A. Strategi Daylighting Klasik (Classical Daylighting Strategies).

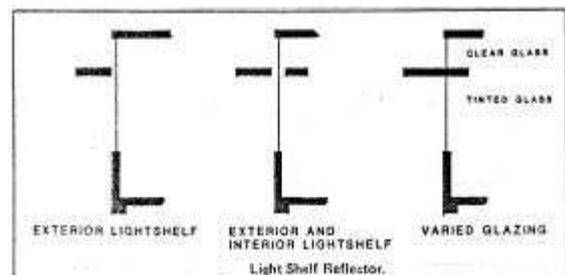
Daylighting ini dalam arsitektur banyak mengandalkan bidang vertikal dari facade

bangunan—jendela dengan kaca, yang berusaha memasukkan cahaya alami (sinar matahari, pantulan langit) sebanyak, sedalam mungkin kedalam suatu ruangan untuk kepentingan pencahayaan general (ambient lighting) atau penguatan pencahayaan suatu aktifitas (task lighting—seperti:membaca, menulis, dan sebagainya). Sinar/cahaya dari matahari dapat dipantulkan, dibelokkan, diteruskan, dan bahkan disebarkan dengan bantuan sebuah bidang datar, cembung, atau cekung. Bidang-bidang tersebut dapat berupa lembaran metal, cermin, lensa, lembaran plastik tipis, fiber optik, solid acrylic bahkan kaca prisma atau diamond.

Strategi daylighting secara klasik ini dapat dilakukan dengan sistim aktif (dengan motor penggerak) atau pasip atau gabungan kedua sistim tersebut.

Elemen-elemen strategi daylighting klasik dapat berupa :

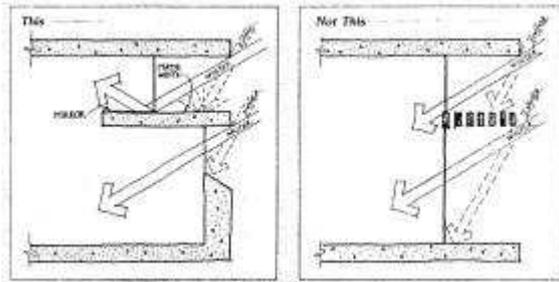
a. **Light Shelf** (bidang datar sebagai pemantul cahaya/sinar matahari); dapat dilakukan secara ekterior maupun interior, atau menerus (lihat gambar 1).



Sumber : SunWorld, Vol.10, No. 1, p.11, 1986

Gambar 1. Variasi Sistim Light Shelves

Jika light shelf didesain pada ekterior bangunan, maka dapat juga berfungsi sebagai bidang penahan sinar matahari yang melindungi facade jendela kaca dari panas thermal matahari. Terkadang dijumpai beberapa desainer merancang bidang penahan sinar matahari "oversteak" yang berbentuk kisi-kisi (terputus-putus) dengan harapan udara panas yang terjebak di dekat jendela kaca dapat tertiuap udara melalui kisi-kisi tersebut, tetapi hal ini justru tidak membantu dalam aplikasi "daylighting" yang memanfaatkan bidang atas oversteak memantulkan cahaya matahari jauh kedalam ruangan pada bagian jendela kaca atas—cleastory. (lihat gambar 2).

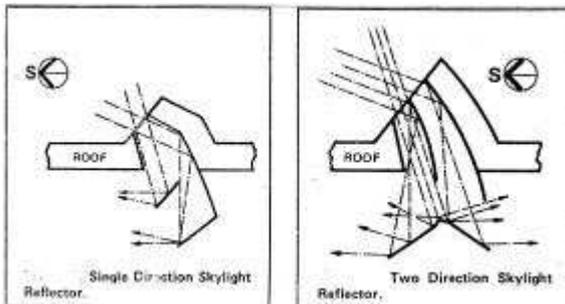


Sumber : SunWorld, Vol.10, No. 1, p.11, 1986

Gambar 2. Aplikasi Sistem Light Shelf dan Oversteak yang Benar

Strategi Eksterior Light Shelf juga dapat diterapkan pada bangunan tinggi dengan ruangan perkantoran sistem “terbuka” atau “tertutup” dengan pembatas ruangan sebelah dalam bagian atas berupa jendela kaca (untuk jalur cahaya).

b. Reflektor (cermin pemantul/pengumpul/penyebar cahaya/sinar matahari); dapat dilakukan pada sisi-sisi bidang facade bangunan vertikal—sidelighting atau pada bidang atap—top lighting (lihat gambar 3).



Sumber : SunWorld, Vol.10, No. 1, p.11, 1986

Gambar 3. Single & Two Direction Skylight Reflector

Teknik Reflektor ini dapat juga dikatakan sebagai strategy direct beam daylighting³, karena menggunakan cermin-cermin reflektor yang memantulkan sinar/cahaya matahari ke alat penerus atau penyebar cahaya.

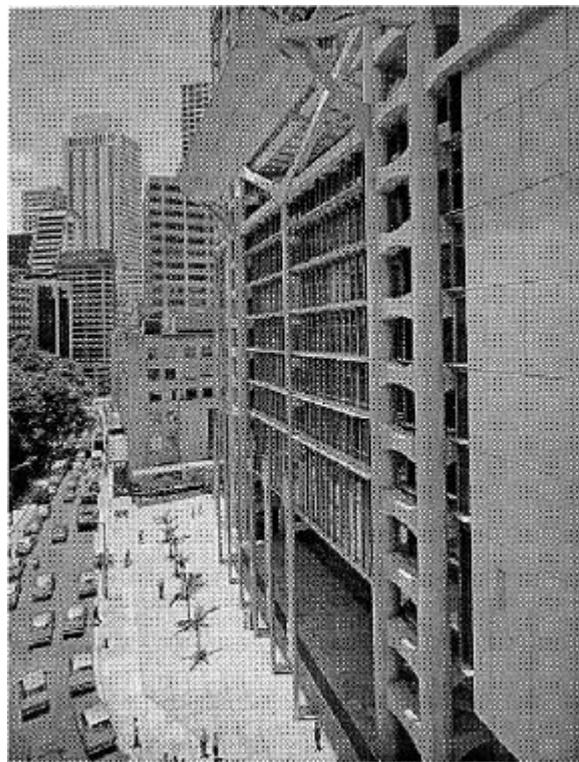
Teknik sistem reflektor ini dapat atau masih layak diterapkan pada bangunan tinggi untuk menerangi lantai paling bawah dengan melalui sistem atrium⁴. (lihat lampiran 1).

³ penggunaan bidang datar/cekung/cembung untuk meneruskan sinar matahari secara langsung ke segala penjuru dalam bangunan atau ruangan.

⁴ berfungsi sebagai “Sumur Cahaya” untuk memantulkan cahaya matahari dari skylight ke ruang-ruang diperimeter atrium;

Atrium ditinjau dari sudut “Energy Strategies” :

Contoh Bangunan yang menetrapkan High Technology Struktur - Energi-Daylighting yaitu : “HongKong Bank”, dengan arsitek: Sir. Norman Foster, di HongKong yang berlantai 47; dimana Atrium sebagai Banking Entrance Hall setinggi 11 lantai dan ingin menghadirkan efek “celebration of Daylight” di Atrium tersebut (lihat lampiran 2), maka konsep “Skylighting” diterapkan, tetapi karena kedudukan atrium masih dibawah lantai-lantai ruangan perkantoran, sehingga digunakan Panel Reflektor — “Sunscoop”⁵ yang dipasang di eksternal bangunan maupun internal di atas atrium untuk memantulkan sinar matahari kebawah atrium (lihat gambar 4 & 5 dan lampiran 3).

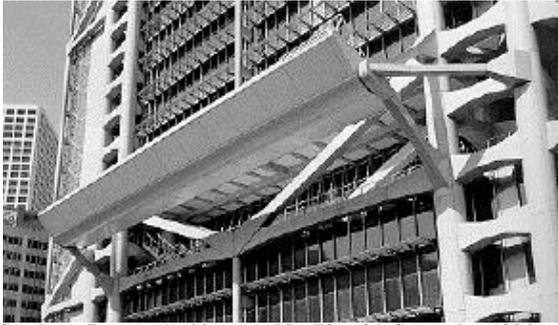


Sumber : Process Architecture, No. 70, p.78, September 1986

Gambar 4. Eksternal Sunscoop pada Bagian Selatan Bangunan

- berfungsi sebagai “Daylighting Control”
- berfungsi sebagai “Climate Control”
- berfungsi sebagai “ Fire Control”

⁵ 1 buah eksternal Sunscoop terbuat dari lempengan cermin-cermin, dan 1 buah internal sunscoop dari lempengan cermin juga, yang terpasang diatas atrium.



Sumber : Process Architecture, No. 70, p.94, September 1986

Gambar 5. Structure of External Sunscoop

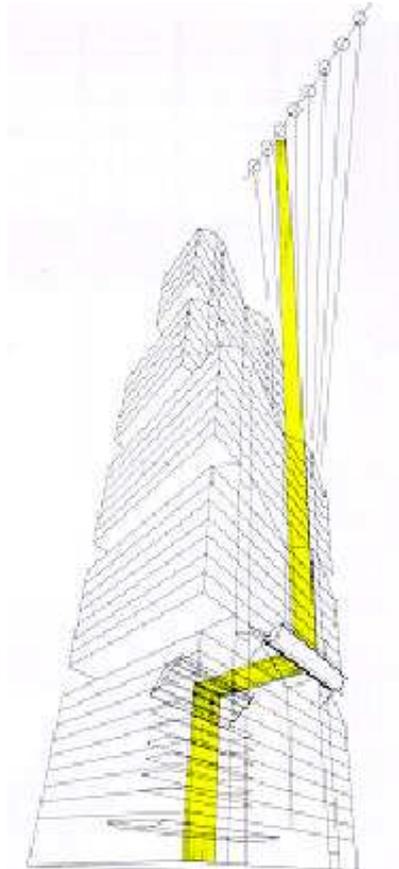
Ada 2 Sunscoop, eksternal dan internal. Ukuran eksternal suscoop—panjang 30, lebar 5, dan tebal 1,5 meter, yang terbagi dalam 20 bagian yang tiap bagiannya terdiri dari 24 lempengan cermin yang posisinya dipasang berdasarkan study matahari sepanjang tahun dengan bantuan komputer (lihat gambar 6 dan 7). Sunscoop ini pasip tidak digerakkan dengan pelacak matahari, untuk menghindari biaya yang mahal.



Sumber : Process Architecture, No. 70, p.95, September 1986

Gambar 7. Zoom of External Sunscoop

Internal Sunscoop berfungsi meneruskan pantulan sinar matahari dari cermin-cermin eksternal sunscoop ke Atrium. Internal sunscoop juga terdiri dari lempengan cermin-cermin yang dibuat dan diatur sedemikian posisinya agar sinar/cahaya matahari dapat mencapai dengan tepat disekitar dan dasar lantai Atrium (lihat gambar 8 dan 9)



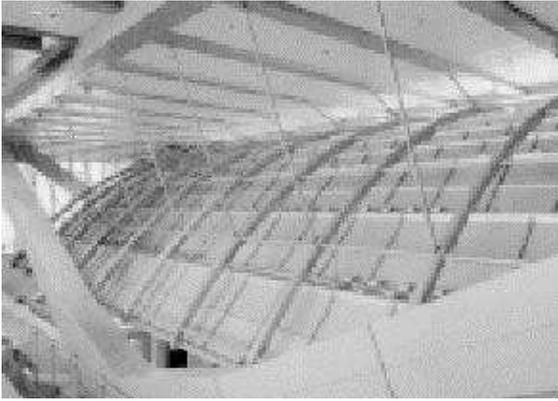
Sumber : Process Architecture, No. 70, p.94, September 1986

Gambar 6. Computer Model of Sun-Study for Sunscoop System



Sumber : Sir Norman Foster, Taschen, p.71, 1997

Gambar 8. Internal Sunscoop over Atrium

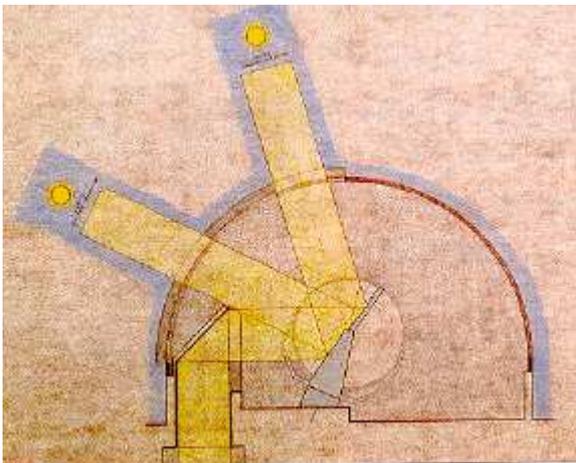


Sumber : Process Architecture, No. 70, p.95, September 1986

Gambar 9 . Detail Back of Internal Sunscoop

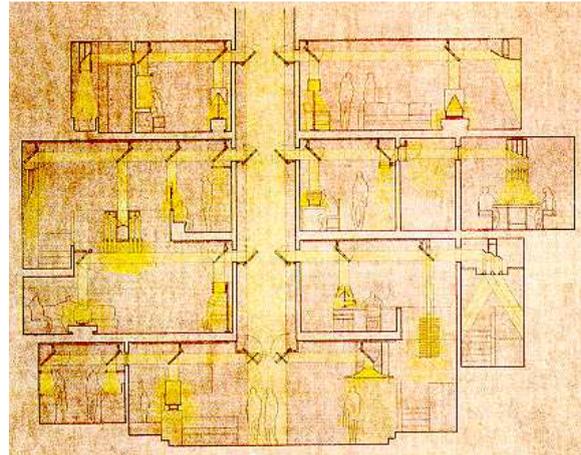
**B. Strategi Daylighting Teknologi
(Technology Daylighting Strategies).**

Strategi ini dapat diterapkan untuk bangunan multi lantai diatas maupun dibawah permukaan tanah—underground. Strategi daylighting ini banyak menggunakan reflektor aktif—”Sun Tracking System” yang lazimnya disebut : “**Heliostat**”⁶ (dilengkapi motor pelacak lintasan matahari) (lihat gambar 10 dan 11), sebagai pemantul sinar matahari langsung maupun pemantulan pemandangan sekitar bangunan keruang perkantoran atau ruang laboratorium bawah tanah (lihat gambar 12 dan lampiran 4).



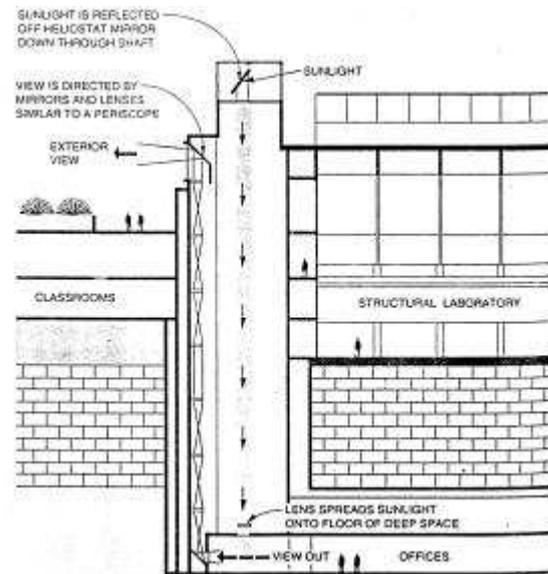
Sumber : SolarAge, Vol. 5, No. 8, p.28, Agustus 1980

Gambar 10. Diagram of Heliostat



Sumber : SolarAge, Vol. 5, No. 8, p.28, Agustus 1980

Gambar 11. Diagram of Light Distribution Systems



Sumber : Underground Space Design. Carmody, John. p.252, 1996

Gambar 12 . Underground Daylighting Strategic

Core Daylighting Systems merupakan salah satu kategori daylighting teknologi tinggi dalam pengontrolan daylight ke ruang-ruang interior bangunan; sistim ini sangat mengandalkan posisi matahari langsung untuk mendapatkan sinar /cahaya matahari dari alat pelacak pemantul sinar matahari melalui shaft/core/sumur cahaya dalam bangunan, ke ruang-ruang.

Elemen-elemen yang dibutuhkan untuk sistim ini :

1. sistim kolektor sinar matahari (heliostst)
2. sistim jalur transport cahaya
3. sistim penerima/penyebar cahaya

Sistim kolektor ini berdasarkan baik cermin datar/cekung atau lensa untuk memantulkan, memfokuskan sinar matahari

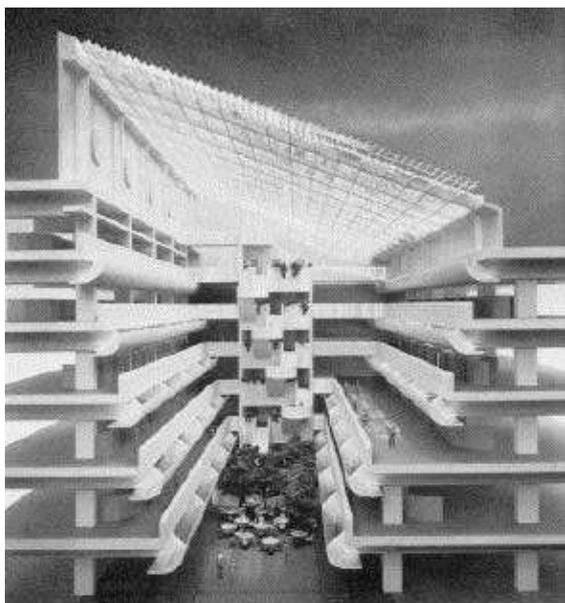
⁶ Berupa panel cermin bundar berderet pada ruang kaca yang memantulkan sinar matahari ke “shaft cahaya”; perbandingan ratio yang baik antara lebar cahaya distribusi dengan diameter cermin heliostst = 30 cm : 60 cm.

langsung ke jalur-jalur sistim transport sinar matahari. Dengan mengandalkan rancangan alat pelacak posisi matahari yang digerakkan motor AC atau DC, yang umumnya ditempatkan di atap bangunan agar tidak terhalangan bayangan bangunan sekitar bangunan—dapat diatur dalam "Right of the SolarTime"; dalam ruangan/shelter dari kaca khusus yang dilengkapi filter infra-red transparan untuk menghilangkan/memantulkan spektrum solar dari sinar matahari yang akan diteruskan ke bangunan.

Sistim transportasi sinar/cahaya matahari dari heliostast pada core sistim ini dapat berupa:

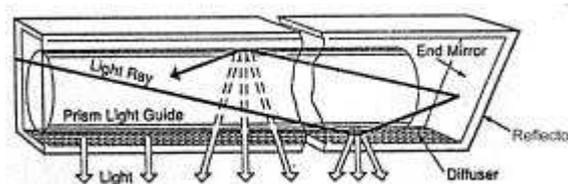
1. open light well or atria (atrium sebagai sumur/shaft cahaya yang terbuka). Agar cahaya/sinar matahari dari atap atrium menembus lebih dalam ruang-ruang, maka reflektor atau lensa/cermin dapat ditempatkan pada sisi-sisi bidang overstack yang kemiringannya didesain khusus agar pemantulan sinar/cahaya matahari mencapai ruang-ruang lebih dalam (lihat gambar 13).

2. a hollow reflective light guides, yaitu sebuah pipa berbentuk segi-empat yang berisi pipa transparan beserta beberapa prisma kecil panjang, dan dipasang sejajar pipa hollow, kemudian diujung pipa diberi sebuah lensa untuk memantulkan kembali sinar matahari ke feature-feature lampu secara diffuse (lihat gambar 14).



Sumber : SolarAge, Vol.5, No. 8, p.30, August 1980

Gambar 13 : Atrium Study for Daylighting



Sumber : Passive Solar Commercial and Institutional Buildings, Hastings, S.R, p.204, 1994

Gambar 14. Plastic Light Pipe

3. optical fibers guides, dengan mengambil hukum dasar pemantulan internal dari bahan transparan atau air. Sistim optical fiber ini paling mahal dalam pelaksanaan "direct core lighting" tetapi keuntungannya hanya membutuhkan sedikit ruangan untuk utilitas pipa-pipa fiber dan dapat dengan mudah beradaptasi dengan sistim struktur suatu bangunan karena bentuk fiber optic tersebut.

KOMENTAR

1. Aplikasi Daylighting sudah dikembangkan sampai taraf teknologi tinggi hampir 10 tahun silam dengan tujuan menghemat energi baik pada bangunan-bangunan yang menggunakan banyak energi listrik maupun dalam skala hemat energi Nasional.
2. Daylight level pada lokasi Stature Square dapat mencapai 120.000 lux dan pada Quen Road kira-kira 100.000 lux. Tersedianya sinar matahari antara 9 AM sampai 5 PM pada tahun 1981 yang dapat memerangi Atrium sebanyak 966 jam per tahun. Sedangkan jika di hitung secara kasar jumlah sinar matahari di Surabaya (2 musim; sedangkan HongKong 4 musim) yang dapat dimanfaatkan antara 8 AM sampai 4 PM selama 6 bulan (Mei s/d Oktober) pada musim kemarau, maka akan didapat kira-kira (6 x 26 hari kerja x 8 jam = 1248 jam/tahun).

Jumlah jam "Sun-light" ini tidak dimanfaatkan secara "optimal" oleh "kita—designer" di Surabaya-Indonesia untuk mengaplikasikan berbagai macam strategi daylighting pada bangunan komersial maupun institusi lainnya.

Ironisnya, sampai sekarang, kita masih sulit menjumpai bangunan di Surabaya bahkan Nasional yang secara sadar "desain hoslitik sains"; mengetrapkan berbagai "Aplikasi Daylighting" baik strategi daylighting klasik, apalagi strategi daylighting teknologi pada "middle atau high-rise buildings.

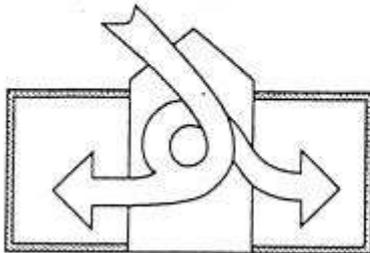
DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson, Bruce., *SolarAge*, Manchester, SolarVision Inc., Vol.5, No. 8, 1980.
2. Bunji, Murotami, *Process Architecture, Foster Tower: HongKong Bank, A Re-evaluation of Tall Buildings*, Tokyo, Process Architecture Publishing Co. Ltd., No. 70, 1986.
3. Carmondy, John and Reymond Sterling., *Underground Space Design, A Guide to Subsurface Utilization and Design for People in Underground Spaces*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1996.
4. Carroll, Debra D. and Everett D. Howe., *SunWorld*, Victoria, International Solar Energy Society, Vol. 10, No.1, 1986.
5. Hastings, S.R., *Passive Solar Commercial and Institutional Buildings, A Sourcebook of Examples and Design Insights*, New York, John Wiley & Sons, 1994.
6. Jodidio, Philip., *Sir Norman Foster*, Koln, Benedikt Taschen Verlag Gmbh, 1997

Lampiran 1

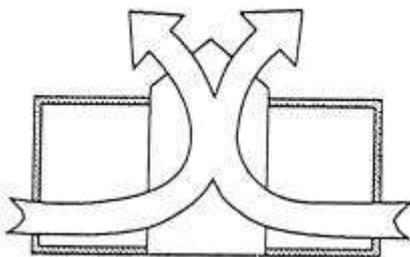
ATRIUM ----- }
ENERGY STRATEGIES [• Climate Control
• Daylighting Control
• Fire Control

• Heating



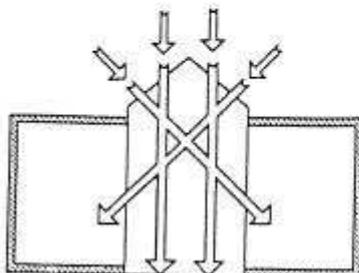
- As Green House Effect
- As Buffer to reduce transmission Losses

• Cooling



- As Stack Effect to max use of Cross Ventilation
- As Air Shaft (exhaust vents/fans on the top)

• Daylighting



- As Light-Well to distribute Daylighting deeper into rooms along the atrium.
(curved overhang as reflectors along atrium side)