

## **MICROCLIMATE ENVELOPE SEBUAH APLIKASI KONSEP ARSITEKTUR BERKELANJUTAN**

Burhanuddin\*

### **Abstract**

*Exploitation of natural resources excessively can lower the quality of other natural resources on earth. Technology and the technology used by humans can cause negative impacts due to exhaust emissions, wastes that pollute the environment. Microclimate Envelope is an application design that create a microclimate in the building through its envelope formation.*

*The use of the concept of "Microclimate envelope" can be an alternative for a design that supports the sustainability movement, where this concept has been proven to integrate architecture with the surrounding environment and produce designs that consume less energy.*

**Keyword:** *Microclimate Envelope, sustainable*

### **1. Pendahuluan**

*Sustainable architecture* (arsitektur berkelanjutan), adalah sebuah konsep terapan dalam bidang arsitektur untuk mendukung konsep berkelanjutan, yaitu konsep mempertahankan sumber daya alam agar bertahan lebih lama, yang dikaitkan dengan umur potensi vital sumber daya alam dan lingkungan ekologis manusia, seperti sistem iklim planet, sistem pertanian, industri, kehutanan, dan tentu saja arsitektur. Kerusakan alam akibat eksploitasi sumber daya alam telah mencapai taraf pengrusakan secara global sehingga lambat tetapi pasti, bumi akan semakin kehilangan potensinya untuk mendukung kehidupan manusia, akibat dari berbagai eksploitasi terhadap alam tersebut.

Dampak negatif dari pembangunan konstruksi sangat beragam, antara lain adalah dieksploitasinya sumber daya alam secara berlebihan. Simak saja, pertambangan sumber daya alam yang dikeruk habis-habisan, penggundulan hutan tanpa penanaman kembali, dimana hal-hal semacam ini dapat menurunkan kualitas sumber daya alam lain di bumi. Tidak hanya itu, teknologi dan hasil teknologi yang digunakan manusia seperti kendaraan, alat-alat produksi dalam sistem produksi barang dan jasa (misalnya pabrik), peralatan rumah tangga dan sebagainya dapat menimbulkan dampak

negatif akibat emisi gas buangan, limbah yang mencemari lingkungan

Tampaknya, sangat tidak mudah untuk menghilangkan sama sekali dampak dari pembangunan dan konstruksi terhadap lingkungan. Tentunya tidak mungkin untuk melarang orang membangun, karena sudah menjadi kebutuhan manusia, sehingga yang dapat dilakukan adalah memasukkan konsep arsitektur berkelanjutan dalam rangka meminimalkan dampak negatif konstruksi terhadap lingkungan. Konsep arsitektur berkelanjutan, yang disampaikan oleh berbagai narasumber dan praktisi ini memiliki banyak persamaan, yaitu menyerukan agar sumber daya alam dan potensi lahan tidak digunakan secara sembarangan, penggunaan potensi lahan untuk arsitektur yang hemat energi, dan sebagainya.

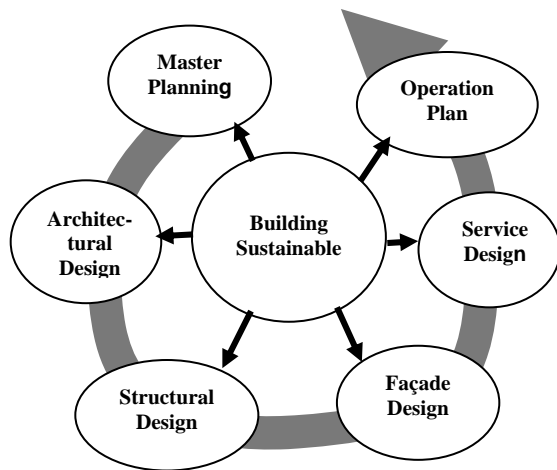
Banyak konsep penerapan dalam mencapai sebuah desain arsitektur yang berkelanjutan seperti : Efisiensi dalam penggunaan energy, efisiensi dalam penggunaan lahan, efisiensi dalam penggunaan material, efisiensi dalam penggunaan teknologi, efisiensi dalam pengolahan limbah. Dan untuk mencapai target penerapan konsep-konsep ini dilakukan dengan berbagai cara, tergantung kebijaksanaan perancang dan pemilik bangunannya.

Pelaksanaan desain sebuah karya arsitektur yang berkelanjutan tentunya melalui

---

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

tahapan-tahapan analisa perbagian yang saling berkaitan untuk mencapai target sasaran. Dimulai dengan Perencanaan *Master Plan*, Perencanaan Arsitektural, Perencanaan Struktur, Perencanaan *Fasad*, Perencanaan sarana penunjang, dan kemudian Perencanaan operasionalnya.



Gambar 1. *Sustainable Building Design Concept*  
Sumber : Andrew K C Chan

Konsep perencanaan akan diterapkan dengan proses yang juga menggunakan analisis-analisis bagi faktor-faktor berkelanjutan (sustainability) yang akan dipertimbangkan. Seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sustainable Building Design Proses

<i>Conceptual Design</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Setup Sustainable Design Targets</i></li> <li>• <i>Holistic Sustainable Design Plan</i></li> <li>• <i>Define Life Cycle Concept</i></li> <li>• <i>Master-planning</i></li> <li>• <i>Microclimate Study</i></li> <li>• <i>Built-form Optimization</i></li> </ul>
<i>Schematic Design</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Indoor Environmental Quality</i></li> <li>• <i>Thermal Comfort</i></li> <li>• <i>Natural Ventilation Design</i></li> <li>• <i>Daylighting</i></li> <li>• <i>Energy Efficient Design Elements</i></li> <li>• <i>Initial Building Performance Assessment</i></li> </ul>

Tabel 1. (lanjutan)

<i>Preliminary Design</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Energy Efficient System Designs</i></li> <li>• <i>Building Façade Optimization</i></li> <li>• <i>Building Energy Simulation</i></li> <li>• <i>Building Material Selection</i></li> <li>• <i>Life Cycle Assessment</i></li> <li>• <i>Preliminary Building Performance Assessment</i></li> </ul>
<i>Construction</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Environmental Monitoring</i></li> <li>• <i>Construction Waste Handling Requirements</i></li> <li>• <i>Construction IAQ Control Guidance</i></li> <li>• <i>Commissioning Strategy</i></li> <li>• <i>Measurement &amp; Verification</i></li> </ul>

Jika dilihat secara menyeluruh proses desain berkelanjutan memerlukan sebuah pemikiran mengenai *microclimate* yang jelas akan mempengaruhi konsep perancangan.

## 2. Tinjauan Umum *Microclimate Envelope*

Apa itu *Microclimate Envelope*? *Microclimate* atau Iklim Mikro merupakan keadaan iklim pada satu daerah, atau suatu lokasi atau suatu ruang. Sedangkan *envelope* merupakan bentuk, bangunan yang dikenal sebagai selubung bangunan, terdiri dari dinding, atap dan pondasi, yang merespon pertimbangan fungsi, struktur dan estetika. Selubung ini menentukan batasan area dan akses tertentu untuk mencapainya. Selubung memfasilitasi sekaligus membatasi pemandangan. Selubung juga menghasilkan kesatuan struktur bangunan dan melindunginya dari cuaca. Fungsi terakhir ini perlu untuk didiksusikan karena selubung dalam desain tradisional dianggap sebagai lapisan kepompong yang memisahkan interior bangunan dengan lingkungan.

Terdapat argumen yang kuat tentang kesadaran bahwa selubung tidak hanya dilihat sebagai perlindungan tapi juga penghubung dengan lingkungan. Keterhubungan ini dicapai dengan menyatukan pencahayaan, pengondisian udara dan sistem pengendalian. Dengan selubung itu sendiri, konsep kesatuan sering kali diaplikasikan untuk meningkatkan efisiensi konstruksi sembari mengurangi penggunaan energi. Sub-sistem selubung menyatukan beberapa fungsinya seperti

perlindungan thermal, struktur dan perlindungan terhadap cuaca menjadi satu kesatuan komponen yang efisien dalam pembiayaan.

Pendekatan yang lebih menarik adalah dengan mengganti konsep kepompong dengan konsep membran yang beriringan dengan alam serta terwujudnya interaksi antara interior dan lingkungan yang menghasilkan rendahnya penggunaan energi dan meningkatkan kenyamanan. Konsep ini yang juga merupakan bagian dari penerapan konsep ecodesign dalam mendukung konsepsi sustainability dalam arsitektur dikenal dengan konsep “*Microclimate Envelope*”.

*Microclimate Envelope* merupakan sebuah penerapan desain yang menciptakan sebuah iklim mikro pada bangunan melalui bentuk dan selubungnya. Dimana daerah ini akan menjadi daerah yang memberikan reaksi positif terhadap ruang dalam dan ruang luar bangunan Seperti ungkapan Gilles Paraudin,

*“The microclimatic envelope reacts to internal and external conditions. It opens up and closes. It remains in close contact with the external environment due to its transparency, and its role as an intermediary climatic space, both functionally and socially”*

Pada prinsipnya konsep *microclimate envelope* atau dapat kita bahasakan sebagai selubung pencipta iklim mikro pada bangunan ini adalah bagaimana membuat kondisi transisi antara ruang luar (lingkungan) dan ruang dalam bangunan sehingga kondisi antara keduanya tidak memiliki perbedaan yang tajam. Ada beberapa arsitek yang telah menerapkan konsep ini pada rancangannya antara lain Paraudin dan Ken Yeang.

### **3. Konsep *Micro-climate Envelope* dalam Karya Gilles Perraudin**

Setiap proyek yang dibahas Perraudin memiliki konsep masing-masing, berhubungan dengan spesifikasinya. Namun dari kesemuanya dapat ditarik benang merah dalam ide utama yaitu “*microclimatic envelope*”.

Proyek pertama berupa selubung kedua bangunan secara keseluruhan melindungi bangunan utama. Konsep ini menjawab perlindungan lingkungan seperti pengurangan konsumsi energi, penggunaan bahan-bahan ekologis, pendaurulangan air hujan dan pencegahan kontaminasi tanah. Selain memperhatikan energi, konsep ini juga menawarkan cara lain penggunaan area, hubungan

alternatif antara bangunan dan lingkungan, antara pengguna dan sekelilingnya. Batasan antara dalam dan luar tidak lagi menjadi sesuatu yang tegas tapi berubah-ubah sesuai dengan kondisi iklim.

Prinsip pada proyek kedua adalah meletakkan bangunan di dalam bangunan, atau dikenal sebagai prinsip Rochand; area transisi, dobel fasad, penutup total atau struktur pelindung. Prinsip ini sendiri memberikan lapisan hirarki dalam area yang dihuni meliputi interior, area yang sangat tertutup dan area eksterior. Hal tersebut dicapai dengan pengaturan secara sistematis perubahan tingkat ketertutupan area yang digunakan seperti penggunaan material yang berbeda pada tiap area. Selubung pada inti rumah disesuaikan dengan kebutuhan iklim.

Proyek ketiga adalah rumah dengan struktur kayu yang memberikan ruang tinggal yang beragam sepanjang musim. Rumah ini memisahkan area inti dan tambahan. Ruang-ruangan ini dibedakan materialnya berdasarkan fungsi dan disesuaikan dengan waktu peruntukannya. Hal tersebut membawa gaya hidup nomaden dari satu area ke area yang lain sesuai dengan tingkat kenyamanan yang dibutuhkan sesuai dengan aktivitas yang dilakukan.



Gambar 2. Rumah Tinggal di Lyon-Vaise

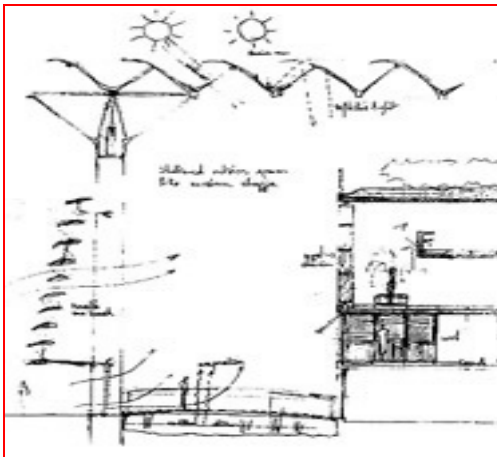
Sumber:

[http://perso.orange.fr/perraudinarchitectes/projets/maison\\_vaise/maison\\_vaise.html](http://perso.orange.fr/perraudinarchitectes/projets/maison_vaise/maison_vaise.html)

Secara garis besar, dengan konsep ‘*micro-climate envelope*’, Perraudin menempatkan area penyangga [buffer zone] antara selubung [envelope] dengan dinding bangunan utama yang

akan menjembatani ekstrimitas iklim antara eksterior dan interior. Area penyangga bisa berupa taman atau area publik yang memungkinkan pengguna untuk berkegiatan di luar ruang meskipun pada cuaca yang kurang baik.

Konsep tersebut dapat berupa dobel fasad dengan dinding pasif yang adakalanya dilengkapi dengan panel-panel untuk memasukkan udara secara alami. Perubahan atau penyesuaian karakter selubung untuk beradaptasi dengan keadaan cuaca eksternal bisa jadi dalam hitungan jam. Hal tersebut mengakibatkan bentuk selubung secara terus menerus berubah, sehingga rancangannya bukan sesuatu yang sudah jadi dan seolah terpisah dari pengaruh alam lingkungan.



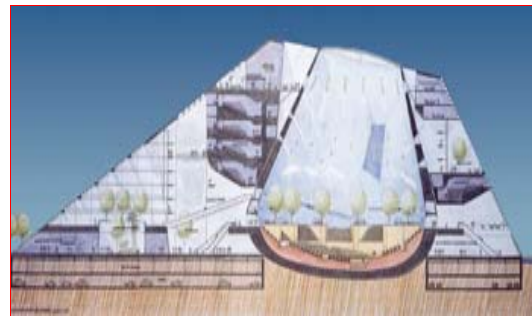
Gambar 3. Indira Gandhi, National Centre of Arts  
 Sumber:  
<http://perso.orange.fr/perraudinarchitectes/projets/ignca/ignca.html>



Gambar 4. Sekolah Arsitektur di Lyon  
 Sumber:  
<http://perso.orange.fr/perraudinarchitectes/projets/eal/eal.html>

Selubung ganda ini, dengan area antaranya, terbukti memiliki beberapa kelebihan seperti pengurangan konsumsi energi maupun area publik yang ditawarkan, yang memungkinkan aktivitas *indoor* dan *outdoor* dapat dilakukan dengan adanya perlindungan terhadap kondisi cuaca luar. Selubung juga mengeksplorasi sinar matahari pada musim panas untuk dimanfaatkan pada musim dingin selain menjadi area penahan ekstrimitas cuaca di musim dingin.

Selubung dari kaca juga memberikan area yang cukup luas dan terlindung yang memungkinkan aktivitas luar ruangan yang dinamis meskipun di musim dingin. Selain itu selubung mengurangi konsumsi energi untuk pemanas dan pendingin ruangan, pelindung dari angin di musim dingin, mengatur temperatur di musim panas dengan penggunaan ventilasi *stacked effect*, *sun shading*, pendinginan uap air dan pemanfaatan tumbuh-tumbuhan.

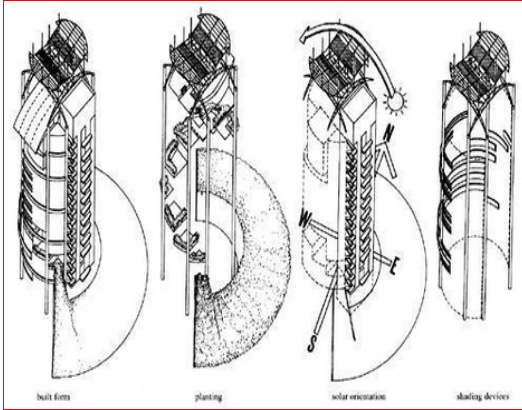


Gambar 5. Potongan Gedung Parlemen Eropa, Strasbourg  
 Sumber:  
[http://perso.orange.fr/perraudinarchitectes/projets/parlement\\_europeen/parlement.html](http://perso.orange.fr/perraudinarchitectes/projets/parlement_europeen/parlement.html)

#### 4. Selubung *Microclimate* dalam Karya Ken Yeang

Konsep yang sama diterapkan oleh Ken Yeang pada rancangan Menara Mesiniaga meskipun tidak setotal yang digunakan oleh Perraudin. Bangunan tersebut mengaplikasikan area transisi pada tengah dan sekeliling sebagai *space* untuk udara dan atrium yang menjadi area antara interior dan eksterior. Fungsinya sebagaimana beranda rumah toko atau selasar semi terbuka pada rumah tropis abad 19. Teras-terras ini dilengkapi dengan tanaman yang diletakkan secara spiral. Kisi-kisi eksternal digunakan sebagai penghalang sinar matahari [*sun shades*] dan sisi utara dan selatan

bangunan yang tidak menerima sinar matahari langsung menggunakan dinding penghalang dari kaca.



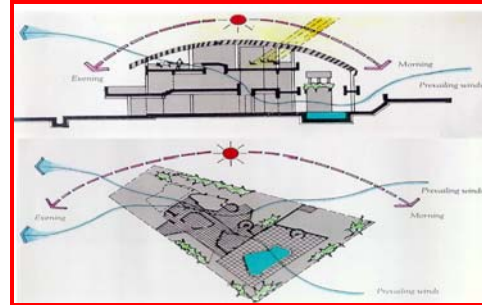
Gambar 6. *Microclimate Envelope* (Menara Mesiniaga)  
 Sumber:  
[http://jetsongreen.typepad.com/jetson\\_green/images/iaa0291\\_1.jpg](http://jetsongreen.typepad.com/jetson_green/images/iaa0291_1.jpg)

Untuk atrium tidak tertutup total dan diletakkan pada area antara ini. Atasnya dapat ditutup dengan atap berkisi-kisi yang memungkinkan angin berhembus diantaranya dan berfungsi sebagai penangkap angin yang dapat menjaga penghawaan alami di dalam bangunan.

Karya Ken Yeang lain yang menerapkan *microclimate envelope* adalah rancangan untuk rumahnya sendiri yang dikenal dengan *Roof Roof House*. Selubung yang menciptakan iklim mikro dalam bangunan berupa atap dengan kisi-kisi sehingga memasukkan sinar matahari dengan efektif. Selain itu, dindingnya dibuat masif dengan bukaan-bukaan pada tempat yang tepat.



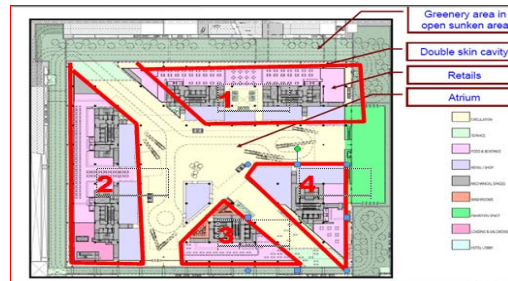
Gambar 7. Roof Roof House  
 Sumber:  
[http://www.topenergy.org/data/upload/photo/200672814135717\\_XymtBVTXvuaQ.jpg](http://www.topenergy.org/data/upload/photo/200672814135717_XymtBVTXvuaQ.jpg)



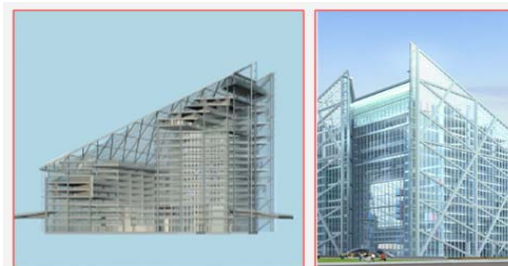
Gambar 8. Skema Micro-climatic Envelope dari Roof Roof House  
 Sumber:  
[http://courses.arch.hku.hk/envctrl3/past/case\\_daylight/9522656a/d12.jpg](http://courses.arch.hku.hk/envctrl3/past/case_daylight/9522656a/d12.jpg)

### 5. Penerapan pada Beijing Parkview Green Plaza

Gedung Beijing Parkview Green Plaza ini adalah gedung berlantai banyak dengan multi fungsi sebagai kantor, pertokoan dan juga hotel. Gedung ini berlokasi di Beijing China dengan massa bangunan berjumlah 4 unit dengan luasan lahan ± 200.000 m<sup>2</sup>. Gedung ini selesai pembangunannya pada tahun 2008.

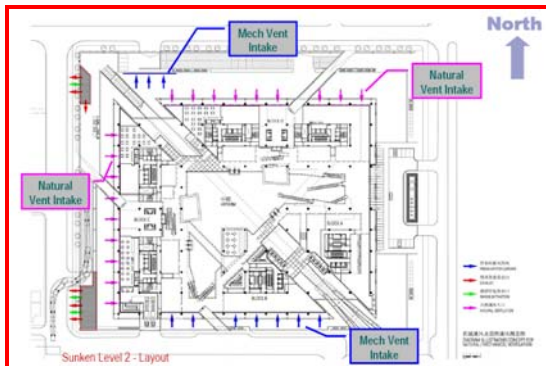


Gambar 9. Denah perletakan empat unit gedung pada satu lokasi dengan sistem selubung ganda yang menyatukan



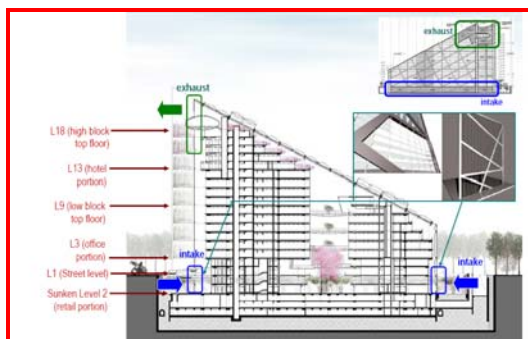
Gambar 10. Tampak Selubung Luar yang membungkus keempat unit gedung menjadi satu

Keempat gedung dikelilingi oleh satu selubung iklim mikro yang memberikan satu kesatuan dari dari keempatnya. Dimana pada selubung iklim mikro ini telah didesain sedemikian bukaan –bukaan untuk masuk keluarnya aliran udara.



Gambar 11. Denah yang memperlihatkan system bukaan bagi aliran udara masuk dan keluar

Bukaan-bukaan ini akan memiliki fungsi yang berbeda untuk setiap musim. Disini juga diperlihatkan fungsi ruang antara selubung luar dan selung dalam serta dalam ruang atriumnya dimanfaatkan untuk landscaping, yang menjaga ekstrimitas iklim luar dan dalam bangunan.



Gambar 12. Potongan yang memperlihatkan sistem selubung dan bukaan bagi aliran udara masuk dan keluar

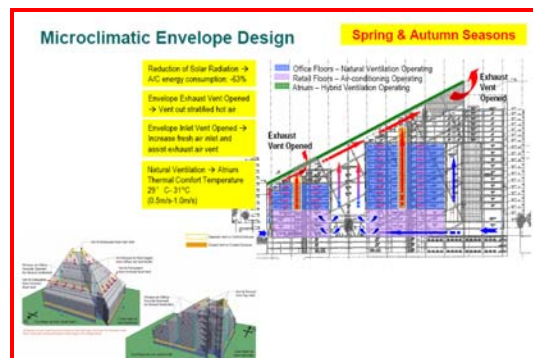
Selain bukaan ventilasi bagi aliran udara, penggunaan sel surya pada bagian selubung luar juga dilakukan untuk menangkap energy panas matahari pada musim panas, semi dan gugur serta akan melepaskannya pada musim dingin.

Selubung Iklim Mikro (micro climate envelope) pada gedung ini juga memiliki

pencapaian fungsi yang berbeda pula untuk setiap musimnya.

Untuk musim semi dan musim gugur, target fungsi yang tercapai adalah :

- Bukaan ventilasi alami, tingkatkan kenyamanan yang berkenaan dengan panas di Atrium dan Sky-gardens
- Bukaan ventilasi alami -kurangi konsumsi tenaga untuk Office airconditioning sistem
- Kurangi konsumsi tenaga sistem pengkondisi udara untuk daerah-daerah yang lain Yaitu. Hotel dan Retail oleh keuntungan masuknya panas matahari



Gambar 13. Sistem pengaliran udara pada gedung pada musim semi dan musim gugur

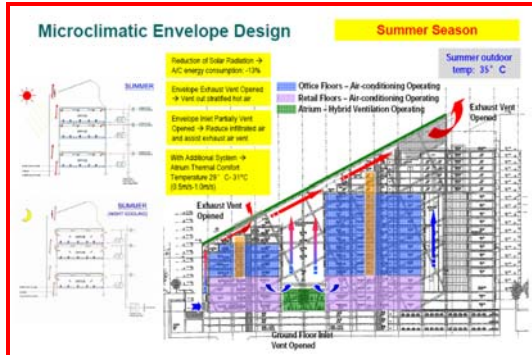
Pada musim ini terlihat, adanya reduksi energy panas matahari yang dimanfaatkan bagi konsumsi energy sebesar 63 %, Pembukaan ventilasi pembuangan untuk mengalirkan udara panas keluar, Pembukaan ventilasi untuk masuknya udara segar pada gedung hingga ruang atrium sehingga didapatkan kenyamanan termal pada ruang atrium 29 – 31 derajat celcius

Untuk musim Panas, target fungsi yang tercapai adalah :

- Kurangi konsumsi energi sistem pengkondisian udara untuk semua daerah, Yaitu. Kantor, Hotel dan Retail oleh penggerusan keuntungan masuknya panas matahari
- Bukaan ventilasi alami -Tingkatkan gerakan udara di dalam atrium dan kenyamanan termal ruangan.

Pada musim ini terlihat, adanya reduksi energy panas matahari yang dimanfaatkan bagi konsumsi energy sebesar 13 %, Pembukaan ventilasi pembuangan untuk mengalirkan udara panas keluar, Pembukaan ventilasi untuk masuknya

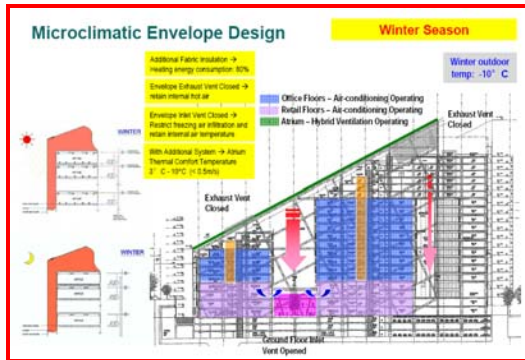
udara segar pada gedung hingga ruang atrium sehingga didapatkan kenyamanan termal pada ruang atrium 29 – 31 derajat celcius.



Gambar 14. Sistem pengaliran udara pada gedung pada musim panas

Untuk musim Dingin, target fungsi yang tercapai adalah :

- Menghalangi dari lingkungan suhu udara dingin dan peningkatan kenyamanan termal ruang
- Kurangi konsumsi energi sistem pemanasan oleh adanya reduksi pelepasan panas.



Gambar 15. Sistem pengaliran udara pada gedung pada musim dingin

Pada musim ini terlihat, adanya reduksi energy panas matahari yang dimanfaatkan bagi

konsumsi energy sebesar 80 %, Penutupan ventilasi pembuangan untuk mengalirkan udara panas ke dalam, Penutupan ventilasi untuk masuknya udara dingin pada gedung hingga ruang atrium sehingga didapatkan kenyamanan termal pada ruang atrium 3 – 10 derajat celcius

Pencapaian target pengurangan konsumsi energy pada gedung Beijing Parkview Green Plaza ini dapat dilihat pada Tabel 2.

## 6. Penutup

Arsitektur sebagaimana mesin, tergantung pada lingkungan. bangunan dipengaruhi iklim lingkungan setempat dan bangunan-bangunan di sekelilingnya dan bentuk bangunan itu sendiri, maka walaupun sosial, kultural dan aspek ekonomi penting, bangunan berhutang dari bentuk hasil faktor-faktor tersebut.

Iklim, menghasilkan sesuatu yang mudah diobservasi dalam bentuk arsitektur. Semua makhluk hidup bergantung sepenuhnya pada iklim untuk keberadaan mereka dan mengadaptasikan diri mereka pada pengaruh lingkungan. Beberapa makhluk merekayasa lingkungan mereka untuk menghasilkan iklim mikro yang diminati.

Arsitek sering kali tertarik pada hal-hal baru dan modern dalam hal inovasi dan teknologi, tapi dia gagal menyadari bahwa bentuk akan mempunyai makna hanya ketika bersesuaian dengan konteks lingkungannya. Arsitek pada dasarnya memberikan elemen baru pada lingkungan yang sudah eksis dalam keseimbangan yang sudah berlangsung cukup lama. Seorang arsitek hendaknya bertanggung jawab pada apapun yang terjadi pada sekeliling site, dan bila si arsitek melupakan tanggung jawab ini dan melakukan kelalaian pada lingkungan dengan membangun tanpa memperhatikan lingkungan sekitar maka dia akan dianggap telah melakukan kejahatan pada dunia arsitektur dan masyarakat luas.

Tabel 2. Function of microclimate envelope – reduce system energy consumption

	System cooling/heating load (without microclimate envelope)	System cooling/heating load (with microclimate envelope)	Total AC energy saving
Spring & Autumn	Office = 10300 MWh Hotel = 530 MWh Retail = 4100 MWh	Office = 1700 MWh Hotel = 470 MWh Retail = 3300 MWh	63% (cooling)

Tabel 2. (lanjutan)

	<b>System cooling/heating load (without microclimate envelope)</b>	<b>System cooling/heating load (with microclimate envelope)</b>	<b>Total AC energy saving</b>
Summer	Office = 9100 MWh Hotel = 540 MWh Retail = 3300 MWh	Office = 8000 MWh Hotel = 470 MWh Retail = 2700 MWh	13% (cooling/heating)
Winter	Office = 4000 MWh Hotel = 340 MWh Retail = 1400 MWh	Office = 800 MWh Hotel = 70 MWh Retail = 280 MWh	80% (cooling/heating)

Perlunya lebih banyak promosi bagi arsitektur berkelanjutan adalah sebuah keharusan, mengingat kondisi bumi yang semakin menurun dengan adanya degradasi kualitas atmosfer bumi yang memberi dampak pada pemanasan global. Semakin banyak arsitek dan konsultan arsitektur yang menggunakan prinsip desain yang berkelanjutan, semakin banyak pula bangunan yang tanggap lingkungan dan meminimalkan dampak lingkungan akibat pembangunan. Dorongan untuk lebih banyak menggunakan prinsip arsitektur berkelanjutan antara lain dengan mendorong pula pihak-pihak lain untuk berkaitan dengan pembangunan seperti developer, pemerintah dan lain-lain. Mereka juga perlu untuk didorong lebih perhatian kepada keberlanjutan dalam pembangunan ini dengan tidak hanya mengeksploitasi lahan untuk mendapatkan keuntungan sebanyak-banyaknya tanpa kontribusi bagi lingkungan atau memperhatikan dampak lingkungan yang dapat terjadi

Penggunaan konsep “*Microclimate envelope*” dapat menjadi salah satu alternatif bagi sebuah desain yang mendukung gerakan sustainability, dimana konsep ini telah terbukti dapat mengintegrasikan karya arsitektur dengan kondisi lingkungan sekitarnya dan menghasilkan desain yang mengkonsumsi sedikit energy.

## 7. Daftar Pustaka

- Fathy, H. 1986, *Natural Energy and Vernacular Architecture; Principles and Examples with Reference to Hot Arid Climates*, The University of Chicago Press. London
- Khan, H. U. 1995, *Contemporary Asian Architects*, Taschen, Koln

Perraudin, G., n.d., *The Micro Climate*

Stitt, F. A. 1999, *Ecological Design Handbook; Sustainable Strategies for Architecture, Landscape Architecture, Interior Design and Planning*, McGraw-Hill, New York