

---

# KESTABILAN EKOSISTEM PEMBANDARAN DALAM BINAAN BANGUNAN TINGGI

<sup>1</sup> M. Nushi Izahar, <sup>1</sup> M.F.I. Mohd-Nor, <sup>1</sup> Zabidi Hamzah, <sup>1</sup> Mastor Surat

<sup>1</sup> Program Senibina  
Pusat Senibina dan Alam Bina Inovatif (SErAMBI),  
Fakulti Kejuruteraan dan Senibina,  
Universiti Kebangsaan Malaysia,  
43600 Bangi, Selangor, Malaysia.

---

## ABSTRAK

Pada zaman serba membangun ini, negara kita tidak terkecuali daripada mengalami proses pembangunan yang pesat demi memenuhi keperluan dan kehendak penduduknya. Jika diperhatikan bidang senibina di Malaysia jugak bergerak maju seiring dengan pembangunan global. Pembinaan bangunan tinggi atau pemandaran yang berlaku secara mendadak di serata bandar telah menimbulkan beberapa kesan yang negatif terhadap alam sekitar serta mengancam ekosistem alam. Pembangunan ini memberi impak yang besar terhadap alam sekitar dari segi iklim serta pencemaran. Menurut laporan yang dikeluarkan oleh Kualiti Alam Sekitar yang menilai kualiti alam sekitar menerusi kaedah kajian saintifik, mereka menerangkan bahawa semakin banyak projek pembangunan dilaksanakan, maka semakin menurun kualiti alam sekitar. Oleh itu, dalam kajian ini akan membincangkan tentang kesan negatif pembinaan bangunan tinggi terhadap alam sekitar dan cara untuk menangani masalah tersebut di samping mengambil beberapa bangunan sebagai kajian kes. Kajian ini akan menyimpulkan bahawa bangunan tinggi yang direka berfungsi untuk menstabilkan ekosistem alam sekitar di tempat ia dibangunkan.

**Kata kunci:** *alam sekitar, ekosistem, bangunan tinggi*

## PENGENALAN

Bangunan tinggi kian pesat membangun dinegara kita terkadang menyebabkan kesan negatif terhadap alam sekitar. Perkembangan ini telah menyebabkan berlakunya proses urbanisasi seperti pertambahan penduduk dan peningkatan kenderaan secara tidak langsung memberi impak kepada alam sekitar. Proses pemandaran yang pesat telah menimbulkan pelbagai permasalahan di kawasan bandar. Antara masalah perbandaran yang hangat diperkatakan dan dialami oleh penduduk bahkan hingga di peringkat antarabangsa adalah isu pencemaran alam sekitar terhadap pembangunan yang dibina atau dibangunkan yang dikhuatiri akan menjejaskan ekosistem alam semulajadi.

Pembangunan bandar jika dirancang dan dikawal dari segi keseimbangan ekosistem dengan baik dapat membantu dalam meningkatkan tahap pembangunan dan taraf hidup yang

sihat kepada penduduk. Sebagai contohnya negara Malaysia telah mencapai tahap pemandaran yang boleh dibanggakan kerana dalam tempoh 50 tahun selepas merdeka sehingga kini, kita telah dapat mewujudkan prasarana lengkap dan berjaya membina suatu sistem pemandaran yang lebih baik dan teratur berbanding negara-negara sedang membangun yang lain. Pembangunan bandar yang pesat ini telah membuktikan kemampuan negara dalam mencapai matlamat pembangunan seperti yang telah dirancang. Akhir-akhir ini telah timbul pelbagai isu dan masalah yang melibatkan kualiti kehidupan disebabkan pembangunan.

Pusat bandar berkepadatan tinggi dengan banyak bangunan tinggi biasanya mengalami suhu udara yang lebih tinggi daripada sekitarnya (pulau panas) kerana haba solar yang terkumpul dari antara refleksi dan radiasi semula dari permukaan tanah, bangunan sampul dan permukaan dinding (Abdul Majid Ismail. 2000). Hampir kesemua bandar-bandar besar di seluruh pelusuk dunia dipenuhi oleh struktur-struktur pencakar langit, gedung-gedung dan infrastruktur-infrastuktur seperti laluan kenderaan, laluan pejalan kaki dan perhidmatan-perhidmatan bangunan & kejuruteraan. Keadaan yang sama juga terdapat di negara kita, hampir kesemua bandar-bandar kita juga dipenuhi oleh hutan konkrit yang kaku dan punca kepada banyak masalah persekitaran fizikal, tidak ketinggalan juga masalah sosial dan budaya (Abdul Majid Ismail. 2000). Konsep bandar dalam taman dikemukakan bagi mengimbangi kekakuan landskap bandar agar keseluruhan bandar tidak hanya dipenuhi oleh hutan konkrit sahaja tetapi dipenuhi juga oleh pohon-pohon kayu, bunga-bunga dan rumput-rumpai. Hasilnya ialah sebuah bandar yang indah dengan persekitaran yang nyaman dan sesuai dihuni oleh manusia. Perancangan dan reka bentuk bandar-bandar masa depan kita di kawasan tropika harus mempertimbangkan konsep hijau menegak untuk menghasilkan persekitaran bandar yang lebih kondusif dan selesa bagi kesejahteraan penduduk bandaraya keseluruhan.

## OBJEKTIF KAJIAN

Objektif penulisan ini adalah untuk mengenalpasti strategi untuk menstabilkan ekosistem dalam konteks pemandaran apabila terbinanya bangunan tinggi. Metodologi kajian ini adalah berdasarkan pembacaan dan rujukan dari kajian-kajian sebelumnya yang berkaitan dengan alam sekitar serta kestabilan ekosistem dalam konteks pemandaran terutama bagi binaan bangunan tinggi. Dari segi aspek pengajaran dan pembelajaran pula, kajian ini dapat membantu dalam mengaitkan teori, konsep dan keperluan asas bangunan tinggi serta teknikal rekabentuknya dalam menghasilkan rekabentuk bangunan tinggi yang mengambil kira faktor alam sekitar. Bangunan tinggi adalah penyumbang terbesar dalam pencemaran serta penggunaan tenaga. Di dalam konteks pemandaran, banyak bangunan tinggi biasanya mengalami suhu udara yang lebih tinggi daripada sekitarnya (pulau panas) kerana haba solar yang terkumpul dari antara refleksi dan radiasi semula dari permukaan tanah, bangunan sampul dan permukaan dinding (Abdul Majid Ismail. 2000). Aspek-aspek yang menyebabkan kesan negative bangunan pencakar langit adalah seperti pemanasan global, banjir kilat dan pencemaran udara. Antara strategi prinsip rekabentuk bangunan tinggi yang penting untuk mencapai kestabilan ekosistem dalam konteks pemandaran adalah penggunaan kaedah penanaman pokok serta menggunakan bahan binaan

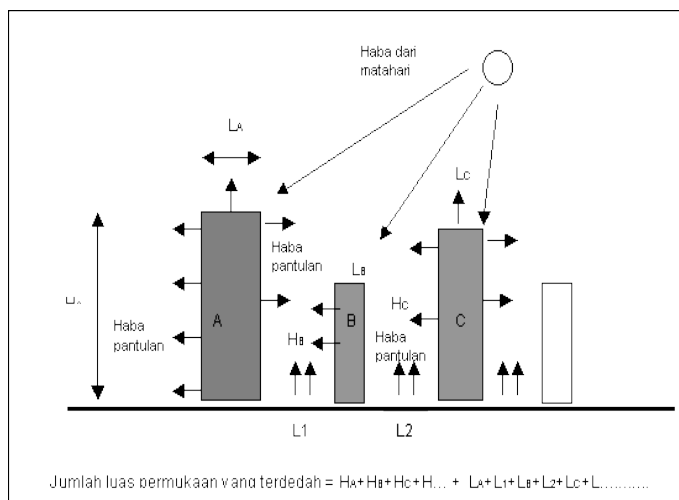
daripada sumber asli. Aspek-aspek tersebut akan mempengaruhi pelaksanaan pembinaan bangunan tinggi untuk menstabilkan ekosistem dalam konteks pemandaran.

## METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan pemerhatian, pembacaan literatur dan kajian terdahulu. Terdapat beberapa perbincangan dalam menjalankan kajian ini. Pertama, pembacaan literatur tentang kesan bangunan tinggi terhadap alam sekitar. Seterusnya mengambil kajian terdahulu dalam menyelesaikan masalah ketidakstabilan ekosistem dalam konteks pemandaran dalam mendapat jalan terbaik untuk pembinaan bangunan tinggi.

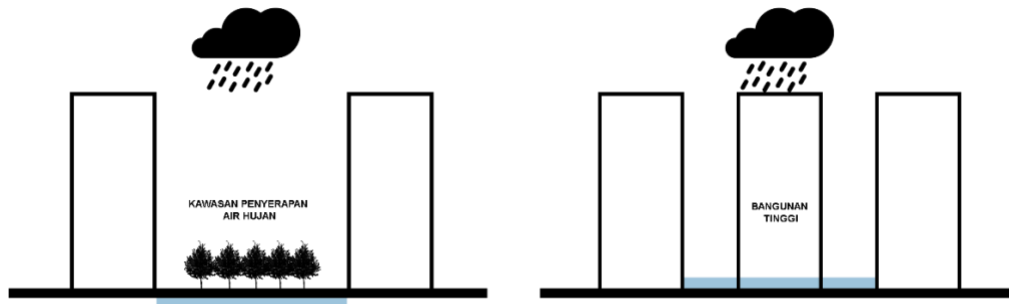
## PEMANASAN GLOBAL

Sebagaimana yang telah dinyatakan sebelum ini, pusat-pusat bandar kini hampir kesemuanya dipenuhi oleh bangunan-bangunan tinggi. Bangunan tinggi sebenarnya memiliki kadar keluasan komponen menegak (dinding luar) yang amat besar berbanding dengan komponen mendatar (bumbung) yang terdedah terus kepada elemen iklim seperti panas, hujan dan angin, berbanding dengan bangunan rendah (Ismail A.M. 1996). Sekiranya bangunan tinggi didirikan dalam keadaan yang padat, secara relatifnya luas ruang terbuka antara bangunan juga menjadi kecil berbanding dengan jumlah keseluruhan ruang menegaknya. Oleh itu, permasalahan utama hasil dari keadaan ini ialah jumlah komponen haba matahari yang diterima dan dipancar semula oleh dinding (haba pantulan) menjadi lebih besar disamping haba yang dipancar semula oleh bumbung dan ruang antara bangunan. Oleh itu jumlah keseluruhan peningkatan haba persekitaran menjadi lebih tinggi di kawasan yang dipenuhi oleh bangunan-bangunan tinggi. Sekiranya kebanyakan dinding luar bangunan ini pula dibuat daripada kaca dan bahan lain yang memiliki daya serap dan pantul haba yang tinggi, jumlah tambahan haba yang akan terhimpun dalam persekitaran menjadi teramat tinggi. Rajah 1 menunjukkan perbandingan jumlah keluasan permukaan menegak dan mendatar yang terdedah yang menjadi punca peningkatan haba matahari.



## BANJIR KILAT

Banjir adalah fenomena alam semulajadi yang pernah berlaku hampir meliputi kebanyakan negara di dunia (Beyer 1974). Namun begitu terdapat juga kejadian banjir yang berlaku akibat daripada kecuaiannya manusia menjaga alam sekitarnya sendiri. Perubahan dalam struktur permukaan tanah yang merupakan sumber asli yang berfungsi menyerap air ditukarkan ke bangunan yang bersifat rigid. Tindakan manusia yang mengubah struktur permukaan dan sub-permukaan tanah yang menyebabkan imbalan hujan-air larian terganggu. Di kawasan bandar misalnya, manusia banyak mengubah permukaan tanah daripada kawasan telap air kepada kawasan-kawasan tidak telap air melalui pembinaan jalan raya, bangunan, zon letak kereta dan sebagainya (Ikhwani, 2000).



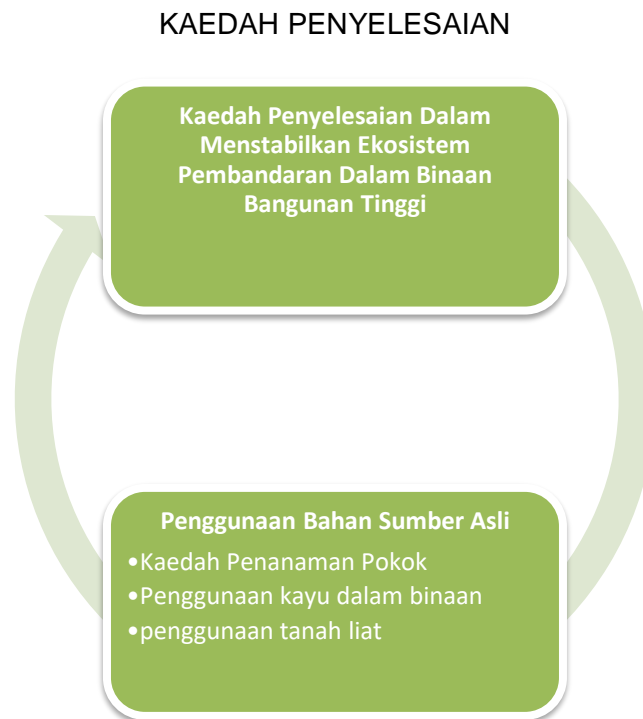
**Gambarajah 2** Permukaan tanah daripada kawasan telap air kepada tidak telap air seperti pembinaan bangunan, tempat letak kereta dan sebagainya.

(Sumber: M. Nushi Izahar, 2018)

## PENCEMARAN UDARA

Pencemaran udara bermaksud satu keadaan yang melibatkan bahan kimia, jirim zarah yang terkandung dalam udara sehingga berlakunya perubahan dan ketidakselesaan. Bahan-bahan tersebut berada di udara dan telah memberi kesan negative kepada manusia, tumbuhan dan haiwan. Menurut Wark dan Warner (1901) pencemaran udara adalah gabungan satu atau lebih bahan yang telah tercemar didalam atmosfera dalam kuantiti tertentu pada suatu jangka waktu yang boleh menyebabkan kerosakan kepada kehidupan manusia, haiwan dan tumbuhan. Pencemaran udara berlaku akibat daripada pelbagai punca. Antaranya ialah aktiviti perindustrian dan pembangunan, kenderaan bermotor, aktiviti harian, pembakaran terbuka dan penjaan kuasa. Perkembangan ekonomi Malaysia bergantung kepada industri pembuatan, terutamanya elektronik, kimia dan juga getah. Malaysia, sebagai sebuah negara sedang membangun yang kaya, ekonomi Malaysia berkembang pesat dengan wujudnya industri pembuatan, terutamanya elektronik, kimia dan juga getah. Namun kadar pengeluaran yang kian

meningkat menyebabkan penambahan pada pelepasan pencemaran gas organik dan bukan organik, bahan kimia dan juga habuk (Jabatan Alam Sekitar, 2011). Kemerosotan kualiti alam sekitar berpunca dari keinginan manusia untuk memenuhi agenda pembangunan yang menyebabkan gangguan kepada alam sekitar (Jamaluddin Md. Jahi, 2001). Sesetengah bahan pencemar, terutamanya karbon dioksida adalah merupakan gas rumah hijau yang amat memudaratkan boleh mengakibatkan perubahan iklim seluruh dunia. Pencemaran dan pembebasan karbon dioksida banyak berlaku disebabkan oleh pembangunan iaitu sebanyak 47 % dan diikuti 33% kenderaan manakala 19% sektor industri (Michael Green).



**Carta 1** Kaedah Penyelesaian Dalam Menstabilkan Ekosistem Pemandaran Dalam Binaan Bangunan Tinggi

(Sumber: <http://www.hbp.usm.my/ventilation/Penghijauan%20menegak.htm>)

### KAEDAH PENANAMAN POKOK

Sepertimana telah dinyatakan sebelum ini, terdapat dua masalah persekitaran dalam konteks tajuk yang dibincangkan. Masalah peningkatan haba dan pencemaran udara merupakan dua masalah utama hasil terus dari pembinaan bangunan tinggi terhadap persekitaran bandar. Penyelesaian secara terus dan tidak terus masalah-masalah ini telah dilaksanakan dan sebahagian lagi masih perlukan kajian secara terperinci. Penanaman pokok dan penghijauan

bandar merupakan salah satu kaedah penyelesaian yang baik dan berkesan (Yeang K. 1989). Pokok-pokok yang ditanam boleh ditanam menggunakan dua kaedah berikut:

- Kaedah penanaman pokok paras tanah.(kaedah konvensional)
- Kaedah penanaman pokok secara menegak

### **Kaedah penanaman pokok paras tanah.(kaedah konvensional)**

Penghijauan secara mendatar ini sebenarnya telah dapat menyelesaikan sebahagian daripada masalah peningkatan haba bahangan hasil pemanasan permukaan keras yang mendatar (Brenda & Vale. 1991). Pengurangan kawasan keras dan bertambahnya kawasan hijau di bandar telah sedikit-sebanyak mengurangkan sinaran semula haba dari matahari di samping menambahkan bekalan oksigen untuk pernafasan. Kawasan hijau ini juga berupaya meningkatkan daya serapan air hujan dan dengan itu dapat mengurangkan berlakunya banjir kilat. Pohon-pohon rendah juga menjadi peneduh semula jadi yang berkesan kepada manusia dan aktiviti serta sebahagian daripada bangunan (Ismail A.M. 2000). Keberkesanan pohon-pohon untuk menjadi peneduh asli terhad oleh batasan ketinggian matangnya. Apabila manusia mula menghuni bangunan tinggi, kesan pokok secara terus tidak dapat dirasai lagi. Oleh sebab itu manusia mula membawa tumbuh-tumbuhan naik ke atas bangunan. Namun penerapannya amat terbatas sekali iaitu hanya untuk memenuhi cita rasa peribadi sahaja.

Dalam konteks bangunan tinggi, jelaslah kita juga perlu menanam dan menumbuhkan pokok dan tumbuh-tumbuhan pada bangunan ini sama ada pada sebahagian dinding luar, pada lantai atau pada bumbung agar matlamat penghijauan semula bumi dapat dicapai sepenuhnya, disamping memenuhi kehendak asasi manusia yang perlukan interaksi dengan tumbuh-tumbuhan dan haiwan. Isu utama untuk memenuhi keperluan ini ialah bagaimana untuk menumbuhkan pokok di atas bangunan. Hal ini perlukan para arkitek yang kreatif dan cintakan kehijauan dalam hasil ciptaannya.

### **Kaedah Penerapan Konsep Penghijauan Secara Menegak**

Konsep asas penghijauan secara menegak ialah dengan menempatkan pokok-pokok secara bertingkat tingkat seolah-olah ia menegak seperti konsep bangunan tinggi. Gambar 3 di bawah menjelaskan bagaimana pokok-pokok bunga yang disusun menegak kelihatan seperti sebuah bangunan tinggi.

Untuk penghijauan bangunan tinggi, khususnya komponen menegaknya, beberapa pilihan kaedah boleh difikirkan. Sebahagian kaedah ini telah pernah dilaksanakan dengan jayanya dan ada yang kurang berjaya dan perlu kajian semula. Namun usaha-usaha untuk memperkenalkannya masih perlu diteruskan dan dikembangkan demi kesejahteraan persekitaran bandar kita. Tiga konsep penghijauan secara menegak yang boleh diterapkan pada bangunan tinggi adalah seperti berikut (Prof Madya Dr Osman Mohd Tahir.2016 ) :

- a. Penghijauan pada dinding luar (fasad) bangunan.

- b. Penghijauan pada lantai tingkat-tingkat tertentu di atas bangunan.
- c. Penghijauan pada ruang awam dalam bangunan (atrium).

### **Penghijauan pada dinding luar (fasad) bangunan**

Penghijauan pada dinding luar (fasad) bangunan lazimnya dapat dilakukan dengan menyediakan balkoni atau anjung pada setiap tingkat bangunan dengan petak-petak untuk ditanami dengan pokok-pokok bunga yang bersesuaian. Kaedah ini memerlukan perincian yang betul agar pokok-pokok boleh ditempatkan dengan mudah, senang diselenggara (pembajaan, pemangkasan dan pengairan) dan bahagian akar pokok dapat dikawal agar tidak merosakan struktur bangunan. Jenis-jenis pokok yang boleh ditempatkan pula perlu dipilih sama ada berdasarkan kecantikan bunganya atau keupayaan menghijau sepanjang masa atau menjuntai dan memanjat. Untuk kecantikan bunganya, bunga kertas (*bougainvillea*) sering dipilih kerana ia berupaya berbunga sepanjang tahun. Pokok-pokok seperti (*scindapsus aureus*) dan (*passiflora violace*) pula kerap dipilih kerana berupaya memanjat dan menjuntai. Untuk menerapkan pokok-pokok memanjat, jejaring yang dapat dijadikan panjatan pokok perlu diterapkan. Apabila balkoni setiap tingkat bangunan tinggi ini ditanami sepenuhnya dengan pokok, ia akan kelihatan seolah-olah keseluruhan dinding luar bangunan telah dipenuhi oleh pokok. Terdapat juga cadangan menanam pokok secara berlingkar "spiral" daripada bahagian bawah bangunan sehingga kebahagian atas bumbung bangunan tinggi (Yeang K. 1994). Gambar-gambar di bawah ini menjelaskan lagi bagaimana konsep ini diterapkan secara praktikal.



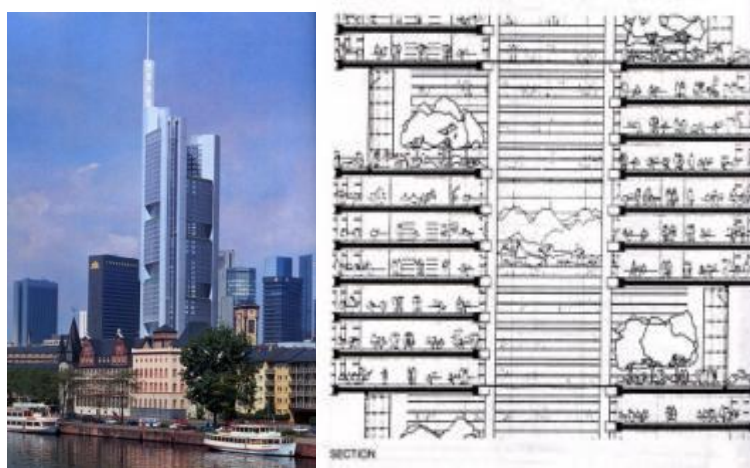
**Gambarajah 3** Contoh penerapan elemen landskap pada Bangunan G Tower

(Sumber: <http://theyumlist.net/2015/03/gtower-hotel-kuala-lumpur.html>)

### **Penghijauan pada lantai tingkat-tingkat tertentu di atas bangunan**

Rekabentuk berteraskan iklim untuk bangunan tinggi perlu menggabungkan aspek penangkisan elemen iklim yang keterlaluan disamping memasukan elemen iklim yang berfaedah. Haba dan

hujan perlu ditangkis tetapi cahaya dan angin perlu dimasukkan. Penerapan konsep ini memerlukan rekabentuk bangunan yang kreatif dengan menyediakan bahagian terbuka dan juga bahagian yang tertutup. Contoh bangunan yang berjaya menerapkan kaedah ini dalam rekabentuknya ialah Bangunan Commerzbank Pusat di bandaraya Frankfurt, German. Bangunan ini menyediakan ruang terbuka berlandskap (ditanami dengan pokok) yang berperanan sebagai perangkap angin untuk membawa masuk angin secara semula jadi ke dalam atrium diselangseli pula dengan ruang tertutup (pejabat) bangunan (Architectural Review. 1993). Konsep ini juga sesuai untuk bangunan tinggi di kawasan tropika yang memerlukan aliran masuk dan keluar angin yang mengalir menerusi kawasan hijau di atas bangunan. Ruang berlandskap juga boleh digunakan sebagai ruang rekreasi awam diatas bangunan. Gambar dibawah menunjukkan contoh penerapan elemen landskap di Kompleks Bangunan Commerzbank Pusat.



**Gambarajah 4** Contoh penerapan elemen landskap pada Kompleks Bangunan Commerzbank Pusat, Frunkfurt, German (Tracy M. 1992)

(Sumber: <http://www.hbp.usm.my/ventilation/Penghijauan%20menegak.htm>)

### **Penghijauan ruang awam dalam bangunan (atrium)**

Atrium merupakan ruang perantara yang menyerupai laman dalam disediakan didalam bangunan sederhana tinggi dan tinggi. Untuk bangunan tinggi atrium berperanan bukan sahaja sebagai ruang tambahan untuk rekreasi, malahan dapat digunakan sebagai perangkap angin, penapis iklim yang berkesan dan ruang aktiviti (Sexon R. 1986). Terdapat berbagai bentuk atrium yang boleh diterapkan berdasarkan kepada kesesuaian rekabentuk bangunan. Atrium yang berlandskap berupaya meransangkan lagi keindahan ruang dalaman bangunan. Atrium berlandskap juga dapat diterapkan dibahagian atas, sisi atas bangunan tinggi sebagai komponen ruang rekreasi diatas bangunan. Gambar dibawah menunjukkan bagaimana atrium berlandskap berjaya menghidupkan suasana ruang awam dalam bangunan tinggi.





**Gambarajah 5** Sebuah ruang awam berlanskap dengan pokok-pokok berjantai ditanam pada lantai balkoni di Hotel Equatorial, Pulau Pinang.

(Sumber:

<http://www.hbp.usm.my/ventilation/Penghijauan%20menegak.htm>)

## MENGGUNAKAN BAHAN BINAAN BERASASKAN KAYU

Bahan kayu merupakan sumber asli yang dapat diperbaharui. Penggunaan kayu juga dapat menggantikan penggunaan konkrit dalam binaan yang berasaskan batu kapur merupakan bahan sumber asli yang tidak dapat diperbaharui. Selain itu, penggunaan kayu juga dapat menyerap karbon dioksida dimana 1 meter isipadu dapat menyerap 1 tan karbon dioksida (Michael Green). Bahan binaan kayu boleh menghirup, menyerap dan melepaskan kelembapan untuk persekitaran dalaman yang sihat ( Kirsten E. Silven, 2011).



**Gambarajah 6** Bangunan Pusat Maklumat Pelancongan Budaya Asakusa menggunakan kayu sebagai fasad bangunan.

(Sumber:

<https://www.dezeen.com/2012/06/25/asakusa-culture-tourist-information-center-by-kengo-kuma-associates/>)



**Gambarajah 7** Bangunan tinggi kayu W350 Tokyo "Matlamat utama projek berkenaan adalah membina bangunan tinggi yang mesra alam sekitar, diperbuat daripada kayu, bagi 'mentransformasikan bandar raya Tokyo menjadi hutan'," (Syarikat Sumitomo Forestry Co Ltd. 2017).

(Sumber:

<http://www.hbp.usm.my/ventilation/Penghijauan%20menegak.htm>)

## MENGGUNAKAN BAHAN BINAAN BERASASKAN TANAH LIAT

Bagi manusia tanah sangat berperan penting dalam mempercepat proses penyerapan. Di perkotaan selalu terjadi banjir kerana tanahnya sudah tidak ada untuk dijadikan kawasan penyerapan air. Namun tanah turut membantu penyerapan air lebih cepat dilakukan sehingga air hujan yang turun, tidak terlalu lama tergenang sehingga menyebabkan banjir. Sifat tanah juga yang kurang menyimpan haba dapat menyejukkan lagi bangunan oleh itu dapat mengurangkan pemansan global. Penggunaan tanah dalam bata menurut Taylor (2002), memberikan beberapa kelebihan kepada bata ini, antaranya:

- i. Tenaga yang diperlukan dalam penghasilan bata ini adalah sangat rendah.
- ii. Mempunyai rintangan haba dan bunyi yang baik.
- iii. Pembuangan sisa bahan, pada penghujung hayat penggunaan adalah mudah dan selamat.
- iv. Mempunyai sifat kestabilan termal yang dapat mendorong kestabilan suhu kepada sesuatu ruang yang dibina.



**Gambarajah 8** Bangunan Hans Kollhoff, Berlin menggunakan bahan binaan sumber asli iaitu menggunakan batu bata dari tanah liat

(Sumber:

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Hans\\_Kollhoff](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hans_Kollhoff))

## KESIMPULAN

Berdasarkan hujah-hujah serta contoh-contoh yang telah dikemukakan, penghijauan semula bandar-bandar adalah amat penting bagi mengurangkan kesan negatif peningkatan haba, pencemaran udara dan banjir kilat di kawasan berketumpatan tinggi dan kawasan yang terdapat banyak bangunan tinggi. Penghijauan secara konvensional iaitu dengan menanam pokok renek dan pohon kayu pada aras tanah masih tidak dapat menyelesaikan keseluruhan masalah yang berpunca daripada bertambahnya bilangan bangunan tinggi ini. Tiga kaedah penghijauan secara menegak yang merangkumi penanaman pokok pada bahagian dinding luar bangunan, penanaman pokok pada beberapa bahagian lantai bangunan tinggi dan pelandskapan ruang atrium dan ruang awam merupakan konsep yang dapat mendekatkan penghuni bangunan tinggi dengan alam semulajadi serta mengurangkan kekakuan bandar disamping dapat menghasilkan udara yang segar serta pengurangan terhadap pencemaran udara pada persekitaran bandar.

---

**RUJUKAN**

- Khor M. "Integrating Environment and Development: An Overview of Some Key Issues", State of The Environment in Malaysia. Consumers, Association of Malaysia.pp.3-15. 1996
- Ismail A.M. "Isu-Isu Seni Bina Tropika: Pokok-Pokok Besar Sebagai Peneduhan Semula Jadi Yang Dipinggirkan". Journal of HBP.2000.
- Yeang K. The Tropical Verandah City: Some Urban Design Ideas for Kuala Lumpur, Longman. London.1989.
- Ismail A.M. Wind Driven Natural Ventilation In High-Rise Office Buildings With Special Reference To The Hot-Humid Climate Of Malaysia. Unpublished PhD Thesis. UWCC.1996.
- Tracy M. "The Downtown of Frankfurt". Architectural Record.Vol.180,No.6.USA.June 1992.
- Yeang K. "The Tropical Skyscraper: Design Principles & Agenda for Designing Tall Buildings In The Hot Humid Tropics". Majalah Arkitek, pp.103/11/91. Nov./Dec.1992.
- Straut J. Greener Building – Environmental Impact of Property. The Macmillan Press Ltd. England.1993.
- Brenda & Vale R. Green Architecture – Design For Sustainable Future. Thames & Hudson. London. 1991.
- Saxon R. Atrium Buildings, Design and Development. 2nd.Ed.The Architectural Press:London. 1986.
- Kavanagh T.C et.al. Planning and Environmental Criteria for Tall Buildings. Council on Tall Buildings and Urban Habitat.1997.
- Yeang K. Bioclimatic skyscrapers. Ellipes London Ltd. 1994.
- Dobney S. T.R Hamzah Selected Works. The Image Publishing Group Pty.Ltd.1998.