

KESAN TERHADAP PENGGUNAN SISTEM FASAD KACA PADA BANGUNAN TINGGI

¹Megat Khairur Rasyad Zulkhairi, ¹M.M. Tahir, ²Razali Mahyuddin

¹Program Senibina
Jabatan Seni Bina dan Alam Bina,
Fakulti Kejuruteraan dan Senibina,
Universiti Kebangsaan Malaysia.

²Faculty of Built Environment (FOBE) and Research Development Centre (RDC),
Linton University College (LUC), Mantin

Correspondence e-mail: mazlanmt@ukm.edu.my

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan dengan membuat penelitian bagaimana fasad hijau diterapkan pada bangunan pencakar langit. Kajian ini difokuskan lebih terperinci mengenai pengaplikasian sistem fasad kaca kepada bangunan tinggi. Pelbagai persoalan timbul kebelakangan ini seperti keberkesanan bangunan tinggi di Malaysia yang mengaplikasikan sistem fasad kaca samada untuk menangani permintaan tuntutan tenaga dalam bangunan atau hanya bercirikan estetik. Penghijauan fasad secara umumnya memberikan potensi penyejukan di permukaan bangunan tinggi, yang sangat penting semasa musim panas di iklim panas. Kesan pendinginan fasad hijau juga memberi kesan kepada iklim dalaman di dalam bangunan dengan menghalang pemanasan bangunan. Justeru, tumpuan kajian diberikan kepada pengenalan pelbagai jenis sistem fasad hijau dan analisis kesan sistem fasad kaca pada perubahan suhu dan kesan terma. Kajian ini merupakan keperluan kepada projek Rekabentuk Studio Sarjana Senibina 2 bertemakan bangunan pencakar langit dan bertujuan membantu secara tidak langsung turut memberi gambaran kepada projek studio sarjana senibina 2 bagi projek bangunan pencakar langit dan aplikasi sistem fasad kaca pada sesebuah bangunan tinggi.

Kata kunci: Keberkesanan, Sistem Fasad Kaca, Bangunan Tinggi.

PENGENALAN

Adalah sukar untuk memahami seni bina kontemporari tanpa penggunaan kaca didalam rekabentuk fasadnya. Dalam gabungan dengan teknologi moden dan bahan seperti keluli, konkrit, aluminium dan sebagainya, bahan bangunan terdahulu telah berjaya menyumbang kepada penampilan rupa bangunan yang ada sehingga masa kini. Keberkesanan penggunaan bahan terdahulu tidak terbatas sehinggalah diaplikasikan pada tingkap, fasad dan dinding pembahagi dalaman. Kaca digunakan bagi menghubungkan ruang, meningkatkan kualiti ruang, memancarkan cahaya yang mencukupi, dan jenis kaca kontemporari boleh menyumbang kepada penjimatan tenaga. Manakala penjimatan tenaga merupakan salah satu cabaran pada arkitek yang paling penting di zaman kini. Kehilangan haba melalui permukaan kaca di permukaan hadapan atau bumbung telah dikurangkan dengan ketara untuk teknologi pengeluaran dan pemprosesan kaca moden. Bahan kaca mesti pada masa kini mematuhi piawaian yang tinggi mengenai keselamatan pengguna dan komponen bangunan itu sendiri, oleh itu mereka dibuat agar tahan terhadap kejutan dan perubahan suhu yang mendadak.

Kaca pada masa kini adalah bahagian penting dari banyak fasad dan bumbung. Bahan ini mudah dibentuk dan dipasang, namun selain daripada kriteria estetik, struktur kontemporari mesti memenuhi bilangan kriteria yang diperlukan bagi memastikan keselesaan yang sewajarnya. Untuk meningkatkan keselesaan para penghuni dengan peningkatan kualiti ruang dalaman dan pengoptimuman sumber semula jadi, kita perlu membina sebuah bangunan dengan fasad yang "interaktif" terutamanya ketika jenis dan penggunaan kaca dalam projek, pelbagai jenis kaca berserta fleksibiliti dan pilihan yang meluas. Ketelusan dan translasi dari kaca memberikan kualiti estetik kepada seni bina seperti tiada bahan lain. Ia memberikan bangunan keupayaan untuk berubah, bergerak, dan mewujudkan persekitaran tertentu. Kebolehan cahaya menembusi melalui sekeping kaca dalam bangunan boleh menjadi alat reka bentuk inovatif untuk arkitek. Kaca boleh mencerminkan, membengkokkan, menghantar, dan menyerap cahaya, semua dengan tepat. Kebanyakan kaca seni bina telus sebahagiannya dengan refleksi dan penyerapan yang sedikit.

OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian ini adalah untuk mengenalpasti jenis jenis sistem fasad kaca dan aplikasinya dalam konteks bangunan tinggi. Dalam zaman yang penuh dengan teknologi yang serba canggih, terdapat banyak jenis sistem fasad kaca yang boleh digunapakai dalam pembangunan masa kini. Kesesuaian dan keberkesanan suatu sistem dipengaruhi oleh beberapa faktor antaranya ialah kesesuaian pemilihan sistem yang digunakan dengan faktor cuaca setempat. Selain dari itu, musim suhu sepanjang tahun juga merupakan pemboleh ubah yang mempengaruhi tahap keberkesanan sistem yang digunakan. Kefahaman kepada tahap keberkesanan suatu sistem, dapat menentukan nilai aspek dari segi kelestarian dan kesan terhadap alam sekitar.

KEPENTINGAN KAJIAN

Hasil kajian ini penting untuk memperlihatkan jenis fasad kaca yang ada dan sejauh mana tahap kerkesanan penggunaannya dalam suatu bangunan. Kajian ini juga penting untuk mengetahui kemungkinan dalam menggunakan beberapa sistem fasad kaca dalam sebuah bangunan samada ianya efisien atau hanya menyebabkan pembaziran. Selain itu, kita juga boleh meneliti keberkesanan sesuatu sistem melalui kelestarian terhadap alam semula jadi terutama sejauh manakah sistem fasad kaca itu bertindak balas terhadap persekitarannya. Kajian ini dapat merungkai bukan sahaja dari sudut fizikal bahkan juga dapat menilai dari aspek persekitaran dan kelestarian alam. Setiap keputusan dalam memilih suatu sistem fasad kaca haruslah mempunyai kelebihan yang juga membawa kebaikan kepada pengguna dan persekitarannya.

METODOLOGI KAJIAN

Bagi mencapai objektif, pendekatan kualitatif digunakan dalam kajian ini melalui kaedah kajian kepustakaan. Pencarian bahan rujukan adalah menggunakan pangkalan data ScienceDirect, Google Scholar, serta Mendeley. Pencarian bahan rujukan adalah terhad kepada sistem fasad kaca dalam bentuk artikel akademik. Kata kunci pencarian bahan rujukan ini menggunakan terma yang memberi maksud yang sama dengan kaca. Oleh itu, sebanyak 12 buah artikel bermula pada tahun 2012 hingga 2019 dirujuk sebagai sumber bahan bacaan utama dan dipilih bagi mendapatkan data lebih terperinci mengenai bidang kajian yang dikaji oleh para penyelidik terdahulu. Seterusnya, kajian ini turut juga menggunakan pendekatan kajian kes. Ini kerana penyelidikan didalam penerokaan sistem fasad kaca khususnya adalah terhad. Menjalankan penyelidikan

menggunakan pendekatan ini membolehkan penyelidik untuk mengumpulkan data yang secukupnya.

ISU DAN PERMASALAHAN

Sistem fasad kaca menjadi elemen reka bentuk yang popular sama ada dalam projek kediaman mahupun komersil. Walau bagaimanapun, fasad kaca ini mempunyai beberapa isu yang akan timbul dalam jangka panjang. Dari segi estetik, fasad kaca memerlukan penyelenggaraan teratur untuk memastikan kaca kelihatan sentiasa bersih, ianya penting bukan sahaja dari segi luaran tetapi melibatkan pengguna di dalam bangunan. Seterusnya, dari segi persekitaran, jenis pemilihan kaca yang memantulkan cahaya matahari secara berlebihan akan menyebabkan peningkatan suhu di persekitarannya selain pemantulan silau dalam penggunaan '*reflective glass*' juga harus diambil kira. Akhir sekali, dari segi ekonomi, kos penggunaan sistem fasad kaca yang sangat subjektif bergantung kepada teknologi yang digunakan, setiap satu sistem mempunyai kelebihan dan kekurangan yang perlu diteliti kesesuaiannya dalam penggunaan mengikut konteks yang sedia ada.

SISTEM FASAD KACA

Setiap satu sistem mempunyai kelebihan dan kekurangan yang perlu diteliti kesesuaiannya dalam penggunaan mengikut konteks yang sedia ada bergantung kepada teknologi yang digunakan. Terdapat beberapa pilihan sistem fasad kaca dalam industri masa kini. Antara yang paling banyak digunapakai ialah '*curtain wall*'. Sistem fasad kaca jenis ini banyak digunakan bangunan tinggi kerana pembuatannya yang mudah dan senang di pasang. Namun lambakan penggunaan jenis sistem ini akan menyebabkan bangunan tinggi nampak sama secara keseluruhannya. Di sini khidmat pakar arkitek dan jurutera memainkan peranan amat penting dalam percubaan menggunakan kaedah lain untuk mempelbagaikan lagi reka bentuk fasad dalam konteks bangunan tinggi.



Gambarajah 1: Contoh pengadaptasian "*curtain wall*" dalam rekabentuk bangunan – Bauhaus, Dessau

(Sumber: <https://regiopia.com/europe/germany/dessau/bauhaus.html>)

Sistem fasad kaca kedua ialah sistem “*point support glazing*”. Sistem ini lebih kurang sama dengan sistem ‘*spider glazing*’ tetapi bezanya kadangkala ianya disokong dengan ‘*space truss*’ bagi menambah kekuatan setiap titik lekapan kaca. Sistem ini juga disokong dengan kabel rod yang saling berantainya antara setiap panel. Kelebihan sistem ini terletak pada perincian yang halus serta kekemasan yang amat tinggi. Panel kaca selalunya datang berasingan bergantung pada saiz dan bukaan yang ditentukan.



Gambarajah 2: Contoh “*point support glazing*” dalam rekabentuk bangunan. KIA Store Point Support Glass Façade - Ensanada, Mexico.
(Sumber: <https://www.cnmorn.com/kia-store-point-support-glass-facade.html>)



Gambarajah 3: Contoh “*Spider System*” dalam rekabentuk bangunan. KIA Store Point Support Glass Façade - Ensanada, Mexico.
(Sumber: <https://www.cnmorn.com/kia-store-point-support-glass-facade.html>)

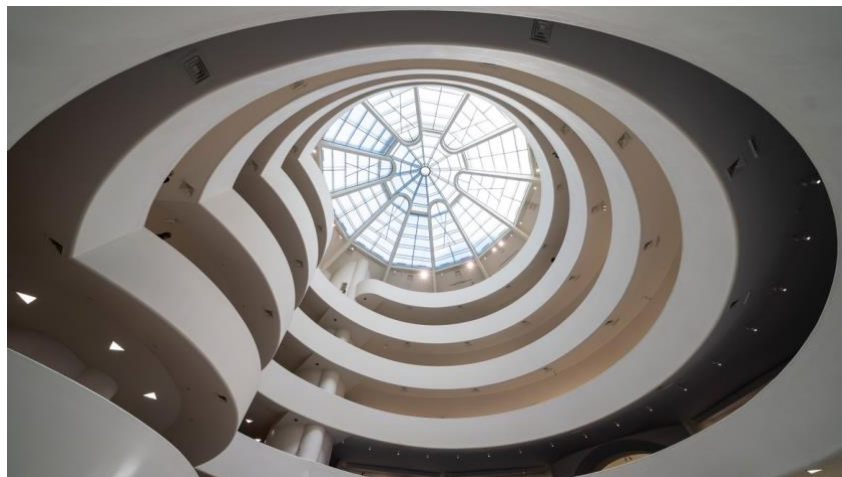
Terdapat juga sistem fasad kaca yang dipanggil “*glazing on cable truss*” yang menggabungkan dua kombinasi struktur iaitu sistem kabel rod dan kekuda atau “*truss*” sistem. Gabungan dua elemen ini dapat menambahkan kekuatan struktur yang memegang fasad kaca di bahagian paling luar. Banyak rekabentuk kekuda moden yang

boleh digabungkan dengan rod kabel untuk menyokong fasad kaca. Sistem ini membolehkan ruang lega yang optimum untuk pemasangan dan juga kerja kerja pembersihan dilakukan. Sistem fasad kaca ini sesuai digunakan untuk menahan angin kuat dari luar kerana rekabentuknya yang kukuh serta daya tanggung beban yang tinggi.



*Gambarajah 4: Contoh "Glazing on Cable Truss" dalam rekabentuk bangunan. Harvard Medical Building: New Research Building
(Sumber: <https://enclos.com/project/harvard-medical-school-new-research-building/>)*

Selain sistem itu, terdapat satu lagi sistem fasad kaca yang selalu digunpakai dalam rekabentuk bahagian tampah hadapan atau rekabentuk bahagian tengah bangunan iaitu atrium. Atrium kebiasannya merupakan satu ruang yang besar dan dilitupi dengan fasad kaca bertujuan menggalakkan cahaya matahari masuk secara semula jadi justeru dapat mengurangkan kegunaan lampu secara mekanikal atau aktif. Sistem in dapat menjimatkan penggunaan lampu dalam jangka masa yang panjang.



*Gambarajah 5: Contoh "Atrium" dalam rekabentuk bangunan. Frank Lloyd Wright – Solomon R. Guggenheim Museum, New York.
Sumber: (<https://www.guggenheim.org/the-frank-lloyd-wright-building>)*

MANFAAT DAN ANCAMAN PENGGUNAAN SISTEM FASAD KACA

Kualiti alam sekeliling mampu ditingkatkan secara keseluruhan dengan wujudnya bantuan penyelesaian dari penggunaan sistem fasad kaca yang betul. Penerapan fasad kaca yang betul membawa kebaikan kepada penghuni, bangunan dan bandar itu sendiri. Pelbagai manfaat ini boleh membantu para arkitek dan jurutera bangunan dalam mempromosikan teknologi sistem fasad kaca yang pelbagai kepada pelanggan tersendiri dengan lebih yakin iaitu orang awam, pembuat dasar dan para pemaju.

Manfaat sistem fasad kaca boleh dibahagikan kepada tiga kategori iaitu ekonomi, persekitaran dan estetik.

KATEGORI	MANFAAT
EKONOMI	<ul style="list-style-type: none"> - Menyusutkan beban penyejukan bangunan menerusi penebat kaca melalui sistem yang betul - Menaikkan kualiti bunyi dalam sesebuah ruang. - Memberi kenaikan pada nilai harta tanah.
PERSEKITARAN	<ul style="list-style-type: none"> - Melegakan kesan buruk pulau haba dan menjaga iklim mikro. - Menaikkan kualiti udara sesebuah kawasan dengan menyerap pencemaran dan menurunkan kesan rumah hijau. - Memberi ruang kerja dalaman yang selesa serta kurang panas - Menjadi penebat tambahan pada fasad bangunan.
ESTETIK	<ul style="list-style-type: none"> - Kawasan ruang awam lebih berkualiti. - Menyaring dan menumpukan pandangan. - Menaikkan kualiti seni bina sesebuah bangunan ikonik. - Melapangkan pandangan bangunan dan memberi penghijauan dalam bandar.

Sistem fasad kaca harus dipilih dengan bijak, iaitu bersesuaian dengan iklim, anggaran dan kriteria reka bentuk. Jika tidak, ia boleh mendatangkan ancaman yang tersendiri. Antaranya ialah:

KATEGORI	ANCAMAN
EKONOMI	<ul style="list-style-type: none"> - Kos pemasangan yang tinggi kerana memerlukan tenaga buruh yang ramai dan keperluan mekanisma yang mahal. - Kos penyelenggaraan yang tidak memadai kerana tidak dititikberatkan sewaktu proses mereka bentuk
PERSEKITARAN	<ul style="list-style-type: none"> - Kawasan persekitaran menjadi panas dan menyebabkan bangunan sekitar terganggu. Kesan jangka masa panjang yang buruk.
ESTETIK	<ul style="list-style-type: none"> - Tumbuh-tumbuhan mengambil masa lama untuk menutup fasad sepenuhnya, selalunya melebihi satu dekad. - Memerlukan penyelenggaraan teratur untuk memastikan fungsi fasad sentiasa berada dalam keadaan maksima

KAJIAN KES DALAM NEGARA

1. Diamond Building / NR Architects

NR Architects & Interiors yang eksploratif, kreatif, individualistik, telah menjadi salah satu firma seni bina dan reka bentuk terkemuka di Kuala Lumpur selama hampir 20 tahun, menawarkan kepakaran dari pasukan berdedikasi dan berdaya saing dari pelbagai latarbelakang, budaya, dan bakat. NR Architect telah ditubuhkan pada tahun 2000 sebagai sebuah pusat sehenti bersepadu untuk perkhidmatan seni bina, perancangan dan reka bentuk dalaman. pada tahun 2001, Reka Bentuk Interior NR kemudiannya ditubuhkan untuk menjalankan kerja reka bentuk dalaman yang besar. Diketuai oleh prinsipalnya, Nafisah Radin, amalan ini adalah antara amalan kepunyaan tunggal yang sederhana sederhana yang berjaya kekal berdaya saing dengan amalan perkongsian dan amalan korporat yang lain.



Gambarajah 6: Sistem fasad kaca yang menggunakan “double glazing” secara condong. NR Architect – Diamond Building, Putrajaya, Malaysia

(Sumber: <https://inhabitat.com/malaysias-green-diamond-building-wins-southeast-asia-energy-prize/>)

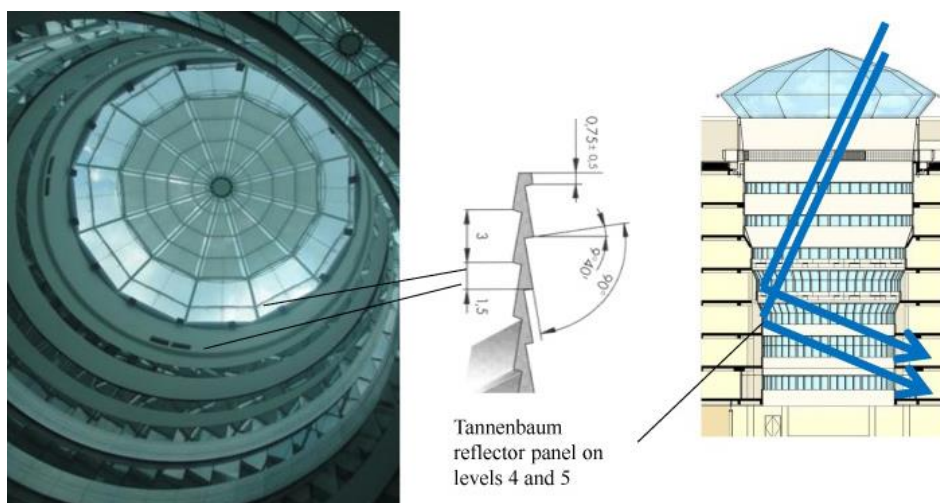
Bangunan Ibu Pejabat Suruhanjaya Tenaga Malaysia atau dikenali sebagai ‘Bangunan Berlian (*Diamond Building*)’ mempunyai senibina yang unik dan mencerminkan objektif utama Suruhanjaya Tenaga ditubuhkan. Bangunan ini terletak di Presint 2, Putrajaya bersebelahan dengan Bangunan Jabatan Imigrasi, ia telah mula dibina pada 13 September 2007 dan siap sepenuhnya pada 15 Mac 2010. Bangunan Berlian ini mempunyai 8 tingkat dan 14,230-meter persegi ruang lantai kasar (GFA). Kos untuk

membina bangunan Berlian ini ialah sebanyak RM64.6 juta. Bangunan ini telah direka oleh NR Architect yang berpangkalan di Kuala Lumpur dengan kerjasama Dr. Soontorn Boonyatikam, arkitek dari Thailand.

Ibu Pejabat Suruhanjaya Tenaga Malaysia ini dikenali dengan Bangunan Berlian adalah disebabkan bentuk seni bina dan konsep idea reka bentuk yang diambil daripada sebiji berlian. Bentuk berlian dipilih kerana mempunyai bentuk yang unik dan menyerlah. Selain itu, bentuk berlian ini memberikan simbolik nilai, kualiti, ketahanan dan ketulusan. Pemilihan bentuk berlian juga adalah disebabkan pendekatan reka bentuk pasif yang optimum untuk mencapai penggunaan tenaga yang lebih efisien.

Kecondongan fasad bangunan sebanyak 25 darjah yang berbentuk seperti piramid terbalik itu dapat menghalang daripada cahaya matahari untuk menembusi ke dalam bangunan secara terus. Ini dapat mengurangkan kadar haba yang menembusi ke dalam bangunan dan dalam masa yang sama cahaya masih boleh diterima. Dengan penggunaan dinding kaca 'Low-E Glazing' dapat membantu mengurangkan penerimaan haba secara terus terutama untuk fasad di sebelah barat dan timur bangunan. Ia telah memberikan penggunaan cahaya semula jadi oleh bangunan sebanyak 50%. Konsep piramid terbalik atau berlian ini juga memberikan ruang bumbung yang lebih besar untuk pemasangan solar panel dan ruang tanah yang lebih luas untuk 'ruang hijau' (greenery). Dengan memperbanyakkan ruang hijau, ia dapat mengurangkan pantulan haba ke dalam bangunan sekaligus dapat mengurangkan tenaga yang diperlukan untuk menyejukkan bangunan tersebut. Bangunan ini juga telah menggunakan bahan-bahan kitar semula seperti pada 'dry wall', papan siling, karpet dan kemasan lantai.

Di tingkat 8, terdapat beberapa elemen bumbung hijau yang diaplikasikan ke dalam bangunan ini iaitu pemasangan panel PV (panel solar) yang menjadikan cahaya matahari sebagai sumber alternatif di dalam penjanaan tenaga elektrik sebanyak 10%. Selain itu, pembinaan kubah kaca di atrium bangunan dan dapat mengelakkan penggunaan lampu ketika waktu siang. Seterusnya, mengimplementasikan sistem pengumpulan air hujan untuk kegunaan lain dapat menjimatkan sebanyak 70% hingga 80% penggunaan air. Terdapat juga laman hijau yang direka di atas bumbung untuk mengelakkan penerimaan haba dari matahari secara terus ke atas bangunan. mengintegrasikan sistem penyejukan bangunan dengan menanam saluran air di dalam pembuatan konkrit dapat mengekalkan suhu siling dan lantai di antara 19 celcius dan 20 darjah celcius. Ini dapat mengurangkan penggunaan penghawa dingin untuk menyejukkan bangunan.



Gambarajah 7: Diamond Building Putrajaya - Atrium kaca dan konsep Tannebaum
(Sumber: http://bmktcn.com/index.php?option=com_content&task=view&id=6217&Itemid=97)

Penumbuhan fasad hijau di antara konkrit dan kaca, bangunan tinggi ini mempunyai permukaan keluli tahan karat (25,490-meter persegi) yang menggalakkan penumbuhan kepelbagaian biologi. Dengan batas menanam pada setiap tingkat (sejumlah 1,793 kotak penanam), bertujuan bagi membungkus Oasia dalam lapisan dedaunan hijau dengan pelbagai bunga cerah.

Kesimpulannya, mengaplikasikan rekabentuk pasif dan aktif yang mesra alam dapat memberikan impak positif yang besar terhadap sesebuah bangunan. Ia bukan sahaja dapat menjimatkan kos dan tenaga, malah dapat mewujudkan sebuah kelestarian alam yang memberikan hubungan baik di antara manusia dan alam sekitar. Kepentingan rekabentuk bangunan hari ini yang dapat mengurangkan kesan terhadap alam sekitar adalah amat penting kerana manusia amat memerlukan alam di dalam meneruskan kehidupan di atas muka bumi ini.

KAJIAN KES LUAR NEGARA

2. Seoul City Hall / IARC Architects

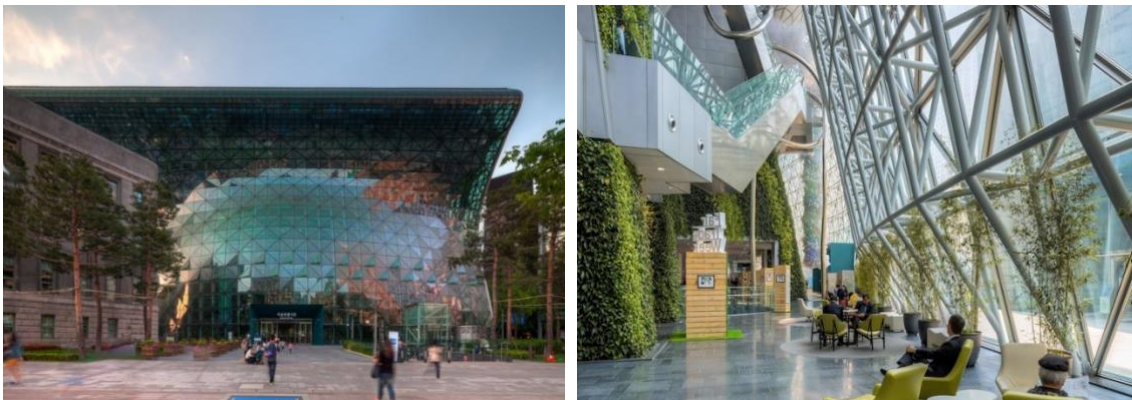
Merupakan arkitek praktik yang berpusat di Seoul, Korea Selatan, diketuai oleh tiga rakan kongsi; Kerl Yoo AIA, Jeongim Kim dan Tesoc Hah. IARC mewujudkan topografi baru dalam reka bentuk seni bina Korea. Bangunan ini menempatkan pejabat pentadbiran tempatan bersama-sama dengan pelbagai fungsi awam yang lain. Bentuk uniknya adalah iklim yang responsif kepada bandar kerana ia bersudut untuk memaksimumkan jumlah cahaya matahari yang diserap masuk ke ruang lobi dan peredaran sambil menghadkan jumlah cahaya langsung untuk mengurangkan penggunaan tenaga.



*Gambarajah 8: Fasad luar bangunan Seoul City Hall.
(Sumber: <https://www.archdaily.com/457570/seoul-new-city-hall-iarc-architects>)*

Seoul City Hall merupakan satu bentuk seni bina masa depan yang selari dengan rupa bumi Korea yang menyesuaikan diri dengan emosi kebudayaan warga Seoul. Barisan seni bina mendatar dan bumbung yang besar adalah bentuk yang sesuai untuk rupa bumi dan iklim Korea. Hubungan spatial antara seni bina dan struktur bandar Seoul sangat berbeza dengan yang barat. Reka bentuk ini diilhamkan dari dataran Seoul. Dataran Seoul adalah simbol kepada Seoul dan ruang awam yang sedia ada.

Seoul City Hall mempunyai fasad hijau dalaman yang sangat besar yang dicatatkan oleh Guinness World Record sebagai fasad hijau menegak terbesar di dunia pada tahun 2013. Direka oleh iArc Architects, fasad setinggi tujuh tingkat bangunan telah direka dengan beberapa ciri mesra alam. Kira-kira 65,000 tumbuhan daripada 14 spesies yang berlainan tumbuh di fasad dalaman, yang meliputi kawasan lebih besar daripada 17,000 kaki persegi.



Gambarajah 9 & 10: Fasad Kaca yang berbentuk organic dari tampak hadapan menegak dalam bangunan Seoul City Hall.

(Sumber: <https://www.archdaily.com/457570/seoul-new-city-hall-iarc-architects>)

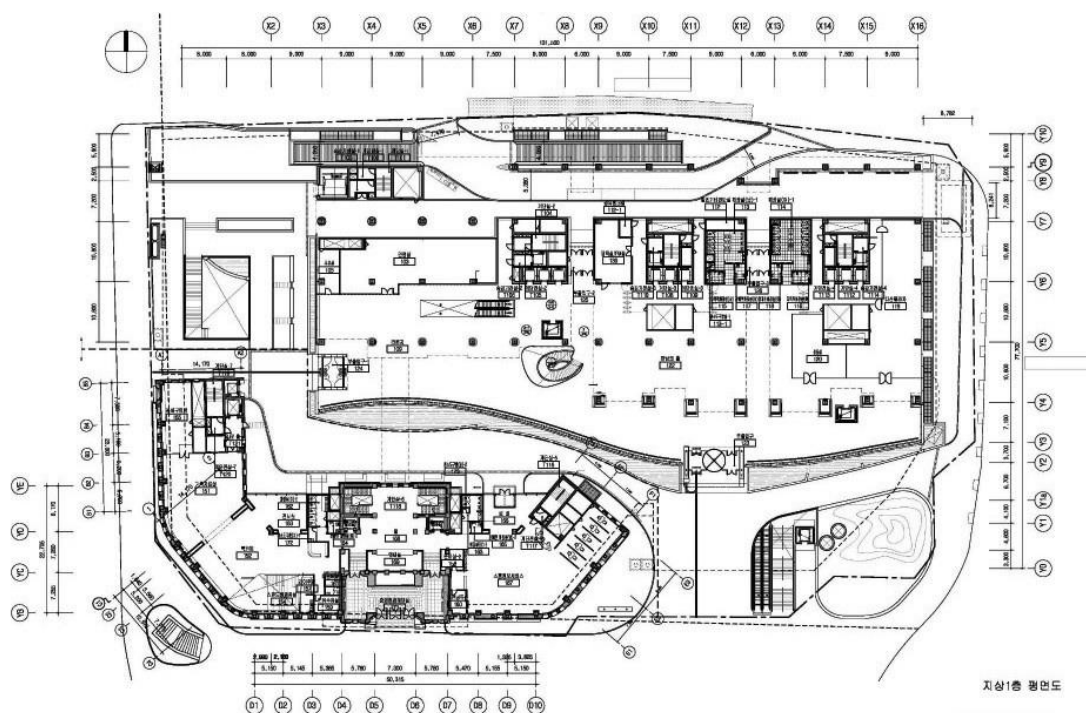
Ketika Seoul City Hall yang baru dibuka pada tahun 2012, bangunan kaca moden melengkung ini mencetuskan kontroversi kerana ketidakpadanan dengan gaya senibina Seoul City Hall yang lama, dimana struktur batu zaman penjajahan yang dipelihara yang terletak bersebelahan dan telah diubahsuai menjadi Perpustakaan Awam. Pada tahun berikutnya, pihak perbandaran menerapkan fasad hijau ke dalam bangunan dengan harapan untuk melembutkan penampilan kaca dan keluli dan memperkukuh reka bentuk bangunan mesra alam dan penjimatan tenaga.

Diperbuat daripada timbunan yang jatuh dari tumbuh-tumbuhan subur, sistem fasad hijau terus ini berfungsi sebagai penapis udara dalaman yang menyedut udara tercemar dan debu halus. Fasad hijau menegak juga membantu menjimatkan kos tenaga dengan mengawal suhu dan kelembapan dalaman bangunan. Ciri-ciri cekap tenaga tambahan termasuk penukar haba dan sistem pam yang kompleks yang memenuhi hampir separuh daripada pemanasan dan keperluan penyejukan bangunan. Panel bumbung fotovoltaiik bersepadu menyediakan 29% daripada tenaga bangunan melalui tenaga solar.



Gambarajah 11 & 12: Fasad Kaca yang menggunakan sistem 'curtain wall' menegak dalam bangunan Seoul City Hall.

(Sumber: <https://www.archdaily.com/457570/seoul-new-city-hall-iarc-architects>)



Gambarajah 13: Pelan lantai dalam bangunan Seoul City Hall.

(Sumber: <https://www.archdaily.com/457570/seoul-new-city-hall-iarc-architects>)

KESIMPULAN

Berdasarkan pemerhatian dan kajian kes yang telah dikemukakan, penggunaan sistem fasad kaca di dalam atau di luar negara mampu mengurangkan impak negatif pencemaran udara, peningkatan haba serta banjir kilat di kawasan berketumpatan tinggi dan kawasan yang terdapat banyak bangunan tinggi. Kaedah pemilihan sistem fasad kaca yang betul merupakan konsep yang dapat mendekatkan penghuni bandar bersama dengan alam semulajadi serta mengurangkan kekakuan bandar disamping dapat menghasilkan udara yang segar serta pengurangan terhadap pencemaran udara pada persekitaran bandar. Pemilihan dan pengaplikasian jenis jenis sistem fasad kaca ke dalam sebuah reka bentuk bangunan haruslah dititik beratkan dan memerlukan tenaga pengkhususan supaya sistem yang dipilih akan berfungsi seperti yang dirancang dan membawa manfaat kepada pelbagai pihak.

RUJUKAN

- [1] Afrin, S. (2009), Green Skyscraper: Integration of Plants into Skyscrapers Green Skyscraper: Integration of Plants into Skyscrapers, Kungliga Tekniska Högskolan.
- [2] Aksamija, A. (2013). Sustainable facades: Design methods for high-performance building envelopes. John Wiley & Sons.
- [3] Chiang, K., & Tan, A. (Eds.). (2009). Vertical greenery for the tropics (First Edit.). Singapore: National Parks Board.
- [4] Jaafar, B., Said, I., Reba, M. N. M., & Rasidi, M. H. (2013). Impact of vertical greenery system on internal building corridors in the tropic. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 105, 558-568.
- [5] Jaafar, B. and Said, I. (2011), Evaluating the Impact of Vertical Greenery System on Cooling Effect on High Rise Buildings and Surroundings: A Review, In Skudai, Johor, Malaysia: Senvar 12 2011. Available at: www.epublication.fab.utm.my/180/1/SENVAR1201.pdf.
- [6] KÖHLER, M. (2008): Green facades a view back and some visions. *Urban Ecosyst* 11:423-436.
- [7] Krushe P, Krushe M, Althaus D, Gabriel I. *Ökologisches Bauen* Herausgegeben vom Umweltbundesamt. Wiesbaden und Berlin: Bauverlag; 1982.
- [8] Odum, H.T., 1995. Scales of ecological engineering. *Ecol. Eng.* 6 (1996), 7-19.
- [9] Pekkanen J, Timonen KL, Tiittanen P, Vallius M, Lanki T, Sinkko H., (2000). Exposure and Risk Assessment for Fine and Ultrafine Particles in Ambient Air. National Public Health Institute.
- [10] Sheweke, S. M., & Mohamed, N. M. (2012). Green facades as a new sustainable approach towards climate change. *Energy Procedia*, 18, 507-520.
- [11] Hopkins, G., & Goodwin, C. (2011). *Living architecture: Green roofs and walls*. Australia: CSIRO Publishing
- [12] Mesda, Y. (2013). Analytical Study of the Cable-Truss Systems on the Glass Curtain Walls with Vertical Uses, Scientific Research.
- [13] Wong, N. H., Tan, A. Y. K., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P. Y., Chan, D., Chiang, K., et al. (2010). Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*, 45(3), pp 663–672.
- [14] Mohammed, Yousif Hussien Suleiman. (2014) Appropriate opening and layout for daylighting of office spaces: The case of EMU faculty of architecture office building. Semantic Scholar