

## Kriteria Reka Bentuk Atrium dalam Aspek Sosial dan Persekitaran Bangunan Komersial di Lembah Klang

(Atrium Design Criteria in Social and Environmental Aspects of Commercial Buildings in Klang Valley)

Foo Jessie<sup>a</sup>, Wardah Fatimah Mohammad Yusoff<sup>a</sup> & Ashrifa Amir<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Jabatan Seni Bina dan Alam Bina, Fakulti Kejuruteraan & Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia

<sup>b</sup>Cascade Architects Ltd, Dhaka, Bangladesh

\*Corresponding author: wardahyusoff@ukm.edu.my

Received 11 May 2022, Received in revised form 28 May 2022

Accepted 14 July 2022, Available online 30 October 2022

### ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk mengenalpasti kriteria reka bentuk atrium dan impaknya terhadap aspek sosial dan persekitaran di bangunan komersial yang terletak di kawasan Lembah Klang, Malaysia. Reka bentuk atrium mempengaruhi keadaan sosial dan persekitaran di dalam bangunan. Maka, objektif kajian ini adalah mengenalpasti kriteria reka bentuk atrium pada bangunan komersial yang dipilih, serta mengkaji impak kriteria tersebut kepada aspek sosial dan persekitaran. Terdapat dua kaedah kajian iaitu kajian literasi dan penelitian deskriptif kualitatif. Senarai kriteria reka bentuk atrium dalam bangunan serta impaknya terhadap aspek sosial dan persekitaran telah dihasilkan berdasarkan kajian pustaka dan dokumen. Empat bangunan komersial telah dipilih sebagai kajian kes. Hasil penemuan kajian menunjukkan penggunaan bumbung kaca atrium menggalakkan pencahayaan semula jadi dalam bangunan serta menggalakkan interaksi sosial antara pengguna. Bukaan yang sesuai di ruang atrium pula membolehkan pengudaraan semula jadi yang mampu menjimatkan penggunaan tenaga bangunan. Perabot dan lanskap yang bersesuaian di ruang atrium menggalakkan pengguna untuk menjalankan aktiviti di kawasan tersebut untuk masa yang lebih lama. Ruang atrium yang cukup besar dan terang dapat memuatkan pelbagai persembahan, pameran, bazar dan gerai-gerai kecil untuk menarik aliran pengguna. Selain itu, ruang atrium juga memberi akses visual kepada pengguna untuk memahami sirkulasi keseluruhan bangunan. Kesimpulannya, kajian ini boleh dijadikan sebagai rujukan dalam mereka bentuk atrium pada bangunan yang bersesuaian dengan iklim tropika, dan memahami kriteria reka bentuk atrium yang menyumbang kepada persekitaran dalaman dan sosial yang selesa kepada pengguna.

Kata kunci: Kriteria sosial; kriteria persekitaran; bangunan komersial

### ABSTRACT

The research was conducted to identify atrium design criteria and their impacts on social and environmental aspects at commercial buildings in the Klang Valley area, Malaysia. The design of the atrium affects the social and environmental conditions in the building. Thus, the objectives are to identify the atrium design criteria for the selected commercial buildings and to investigate their impacts on social and environmental aspects. There are two research methods namely literature study and qualitative descriptive research. The lists of atrium design criteria and their impacts on the social and environmental aspects had been produced based on literature and document reviews. Four commercial buildings in Klang Valley were selected as case studies. The findings indicate that the use of glazing roof material at the atrium promotes natural lighting and social interaction between users. Appropriate openings in the atrium space allow natural ventilation which provides energy savings. Appropriate furniture selection and layout, as well as landscaping in the atrium space, encourage the users to execute activities for longer periods of time. The large and bright atrium space allows the accommodation of various presentations, exhibitions, bazaars, and small stalls to attract the flow of users. In addition, the atrium space also provides visual access to users to understand the overall circulation of the building. To conclude, this study can be a reference in designing the atrium in buildings that are suitable for tropical climate, and understanding the atrium design criteria that contribute to the social and comfortable indoor environment for the users.

Keywords: Social criteria; environmental criteria; commercial buildings

## PENGENALAN

Atrium dalam bangunan telah berkembang daripada idea asalnya sebagai bumbung halaman kepada reka bentuk penyelesaian bangunan yang rumit. Dalam dekad baru ini, penggunaan atrium semakin popular. Penggunaan atrium telah menjadi universal tanpa memperdulikan budaya dan iklim tempatan (Saxon, 1986). Atrium digunakan dalam pelbagai tipologi bangunan seperti institusi, komersial dan bangunan kediaman. Bangunan berskala besar sering menggunakan atrium sebagai konsep reka bentuk mereka. Bangunan atrium telah menjadi suatu norma baharu di seluruh dunia dan dibangunkan dalam pelbagai peringkat serta diterapkan dalam seni bina moden khususnya bangunan berskala besar. Atrium seringkali diaplikasikan di pelbagai tipologi bangunan. Antara kajian terdahulu yang mengkaji atrium di bangunan adalah Abdullah et al. (2009), Abdullah & Wang (2012), Ghasemi et al. (2015), Huang et al. (2015), Mohsenin & Hu (2015), Wang et al. (2017), Yusoff et al. (2019) dan Asfour (2020).

Populariti penggunaan atrium dalam bangunan di Malaysia tidak dapat dinafikan. Terdapat banyak bangunan komersial terutamanya pusat beli-belah yang dibina sejak tahun 1975 mengaplikasikan reka bentuk atrium. Penggunaan atrium dalam kebanyakan bangunan ini adalah disebabkan oleh kualiti ruang (Ahmad & Rasdi, 2000). Terdapat banyak kelebihan atrium yang menyumbang kepada peningkatan penggunaannya. Kriteria-kriteria reka bentuk atrium boleh dibahagikan kepada tiga aspek utama iaitu aspek sosial, aspek persekitaran dan aspek ekonomi. Namun, penggunaan atrium yang berleluasa ini juga menyumbang kepada pelbagai isu seperti keselamatan kebakaran. Dalam keselamatan kebakaran, bukaan melalui pelbagai tingkat ini adalah lebih bahaya berbanding bangunan konvensional yang terdiri daripada petak-petak berasingan. Kebakaran dan asap dapat merebak dengan cepat di ruang atrium yang besar serta ruang bersebelahan. Ini akan mengakibatkan kehilangan nyawa, kecederaan manusia dan kerosakan harta benda (Hung & Chow 2001).

Menurut Hung dan Chow (2001), atrium boleh digunakan sebagai satu reka bentuk untuk menghidupkan kembali bangunan lama. Atrium boleh ditempatkan dalam bangunan sedia ada atau diwujudkan dengan menempatkan bumbung di antara beberapa buah bangunan sebagai satu penyatuan. Sambungan boleh dibuat di aras atas tanah untuk memisahkan laluan pejalan kaki dengan kenderaan seterusnya mengurangkan kadar kemalangan. Sementara itu, tindakan ini mampu memelihara warisan budaya dengan tidak merobohkan bangunan lama. Dalam reka bentuk induk, konsep revitalisasi ini boleh dikembangkan ke kawasan lain seterusnya menghidupkan kawasan persekitaran. Melalui pembaharuan bangunan dan reka bentuk atrium yang bersesuaian, interaksi antara pengguna dapat diwujudkan.

Atrium memainkan peranan sebagai tempat untuk orang ramai berkumpul dan bertukar maklumat. Atrium bukan sahaja kawasan luas yang selesa malah persembahan muzik, pameran, pertunjukan dan acara-acara lain boleh

dijalankan di kawasan atrium, yang berpotensi mengubah kawasan ini sebagai satu pusat pertukaran budaya. Acara-acara ini boleh dijadikan aktiviti utama sesuatu bangunan. Keterbukaan atrium membolehkan pengguna melihat keseluruhan kawasan atrium dan ruang-ruang di sekeliling serta memberikan persepsi yang jelas mengenai akses ke setiap ruang (Hung & Chow 2001).

## DEFINISI ATRIUM

Atrium berasal daripada perkataan Latin yang merujuk kepada ruang bilik utama atau ruang halaman tengah yang mempunyai pendiangan. Ini menyebabkan permukaan dinding sentiasa dipenuhi dengan jelaga hitam selepas suatu tempoh masa lalu gelaran atrium diberi (Moosavi et al. 2014). Namun, reka bentuk atrium pada era moden ini telah mengalami perubahan yang agak besar. Atrium pada zaman kini kebanyakannya menggunakan dinding dan bumbung kaca, menghubungkan ruang galeri serta ruang-ruang yang bersebelahan. Atrium dan laman dalam biasanya terletak di dalam bangunan untuk tujuan pengudaraan dan penyejukan semula jadi. Kedua-dua atrium dan laman dalam membentuk bahagian tengah bangunan, menghubungkan kedua-dua bahagian ini dengan persekitaran luar (Olsen & Chen, 2003). Ini menghasilkan pertukaran udara antara dalam dan luar bangunan lalu menggalakkan pengudaraan dan penyejukan semula jadi (Khan et al. 2008).

## SEJARAH PERKEMBANGAN ATRIUM

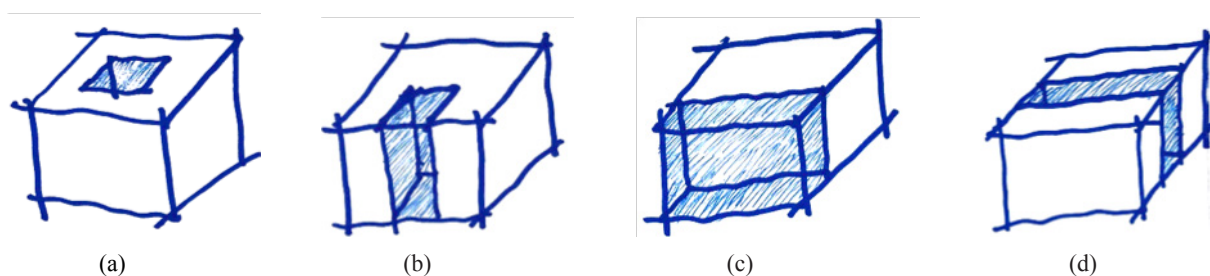
Sejarah atrium tradisional boleh dijejaki semula ke tahun 3000 sebelum Masehi dalam tinggalan arkeologi sebuah rumah yang mempunyai laman dalam yang terletak di Ur, Mesopotamia. Selepas itu, atrium boleh ditemui dalam rumah purba Roma dan Yunani sebagai laman tengah. Atrium bukan sahaja berperanan sebagai pengubah suai iklim tetapi turut sebagai tempat pengguna bangunan bersosial terutamanya di kawasan cuaca panas (Noor, 1986). Di negara beriklim tropika, laman tengah menggalakkan pengudaraan dan pencahayaan semula jadi dalam bangunan kedai (Ahmad & Rasdi 2000). Atrium mula diterapkan dalam reka bentuk bangunan semasa zaman Revolusi Perindustrian selepas adanya bahan binaan seperti besi dan keluli. Namun, reka bentuk atrium dalam bangunan mula tular pada akhir tahun 1950-an sehingga tahun 1960-an. Reka bentuk atrium yang baru ini berasal daripada kawasan iklim sederhana yang terletak di latitud tinggi dimana kewujudan atrium ini membekalkan sebuah ruang yang suhunya boleh dikawal, serta membenarkan kemasukan cahaya matahari pada musim sejuk (Atif 1993). Permintaan terhadap sistem pengudaraan yang membekalkan udara yang berkualiti serta keselesaan terma meningkat sejurus dengan peningkatan bilangan bangunan yang mengaplikasikan reka bentuk atrium, terutamanya dalam bangunan bukan kediaman. Ini membawa kepada penggunaan sistem mekanikal untuk memenuhi permintaan penggunaan tenaga yang tinggi. Pada tahun 1970-an hingga awal tahun 1980-an, kelebihan reka bentuk atrium lebih menonjol apabila berlakunya

krisis terhadap minyak yang semakin berkurang. Namun, penggunaan atrium ini lebih menular di kawasan iklim sederhana (Ahmad & Rasidi 2000).

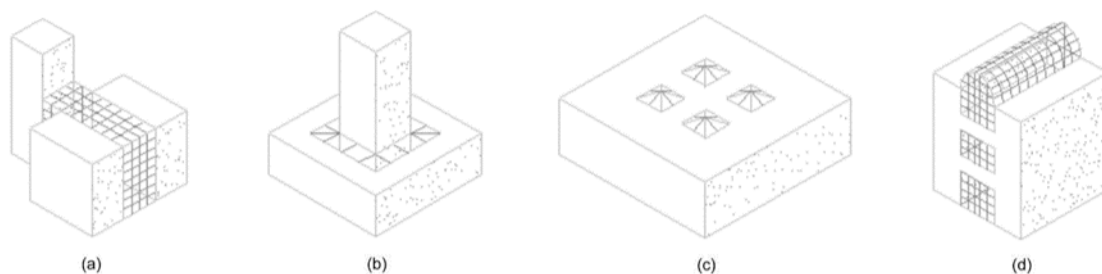
#### JENIS REKA BENTUK ATRIUM

Secara umumnya, reka bentuk atrium adalah berdasarkan pada keadaan cuaca, seni bina, keselesaan terma pengguna serta fungsi bangunan. Penempatan atrium dalam bangunan adalah faktor utama dalam menentukan potensi atrium tersebut. Terdapat empat jenis reka bentuk asas atrium berdasarkan lokasi atrium dalam bangunan iaitu berpusat, separuh bertutup, bersinar tepi dan 'linear' seperti dalam Rajah 1 (Hung & Chow 2001). Setiap jenis atrium mempunyai

kelebihan tertentu mengikut keadaan persekitaran, pengudaraan dan pencahayaan. Contohnya, dalam negara yang beriklim sederhana, kedudukan reka bentuk atrium biasanya di bahagian tepi bangunan seperti dalam Rajah 1(c). Ini adalah untuk membolehkan kemasukan cahaya matahari yang memberi haba pada musim sejuk. Fasad kaca akan diguna pakai bagi memaksimumkan pemandangan sekeliling. Bagi negara yang beriklim panas dan lembap, atrium jenis berpusat dan 'linear' seperti dalam Rajah 1(a) dan Rajah 1(d) adalah paling efektif dalam mengawal kadar perubahan suhu terutamanya semasa musim panas (Yunus et al. 2011). Oleh itu, atrium jenis berpusat dan 'linear' merupakan jenis reka bentuk yang paling biasa digunakan di negara yang beriklim panas.



RAJAH 1. Empat jenis reka bentuk asas atrium a) berpusat, b) separuh bertutup, c) bersinar tepi dan d) *linear* (Hung & Chow 2001)



RAJAH 2. Empat jenis reka bentuk kompleks atrium a) *bridging*, b) *podium*, c) *multiple lateral* dan d) *multiple vertical* (Saxon 1983)

Menurut Saxon (1983), konfigurasi atrium yang berbeza dapat digunakan untuk menghasilkan pelbagai reka bentuk bangunan. Konfigurasi bentuk kompleks adalah seperti dalam Rajah 2. Konfigurasi kompleks digunakan untuk menyelesaikan isu setempat serta fungsi bangunan yang tertentu. Atrium jenis '*bridging*' menghubungkan beberapa ruang bangunan yang dihuni. Atrium '*podium*' pula terletak di bawah bangunan yang dihuni. Atrium '*multiple lateral*' pula merupakan atrium yang tersebar ke seluruh pelan bangunan. Atrium '*multiple vertical*' pula ialah atrium yang terletak di antara tingkat-tingkat sesebuah bangunan menara.

#### KRITERIA SOSIAL REKA BENTUK ATRIUM

Kriteria sosial adalah penting dalam reka bentuk atrium. Kriteria sosial meliputi aspek kebolehsampaian melalui perhubungan fizikal dan visual, serta fungsi atrium tersebut. Tangga merupakan elemen yang menghubungkan setiap tingkat secara fizikal. Selain tangga, ruang atrium harus

mengandungi lif yang boleh dicapai. Reka bentuk ruang atrium hendaklah fleksibel untuk menampung keperluan kebolehsampaian pengguna selaras dengan perubahan penggunaan ruang tersebut (Gritch & Eason 2016).

Menurut Hung (2003), ruang atrium juga boleh dijadikan ruang untuk pertemuan tidak rasmi dimana perbincangan intelektual atau sosial boleh berlaku. Kemas tahan lama harus ditentukan untuk menampung aliran pejalan kaki yang tinggi (Hung 2003). Dalam merekabentuk atrium, arkitek perlu memutuskan lebih awal penggunaan dan jenis aktiviti di dalam ruang atrium dan di ruang-ruang yang berdekatan. Aktiviti ini terdiri daripada pelbagai acara seperti pertunjukan muzik dan tarian, lobi, ruang penerimaan tetamu serta ruang transisi antara dua ruang. Fungsi asas ruang atrium serta ruang-ruang yang berdekatan dengan atrium akan mempengaruhi pertimbangan sistem akustik ruang atrium.

Perkara pertama yang perlu dipertimbangkan termasuklah tahap kebisingan yang boleh diterima.

Sekiranya konfigurasi atrium mempunyai kubah atau permukaan bulat lain, maka bahan yang mempunyai ciri-ciri reflektif dan penyerapan akustik mesti dipertimbangkan dengan teliti. Pertunjukan muzikal memerlukan kesan gema yang lebih tinggi untuk menyokong persembahan muzik. Manakala aktiviti lain pula memerlukan kesan gema yang lebih rendah untuk privasi perbualan yang lebih baik. Parameter akustik seperti gema dan kejelasan pertuturan mesti dipertimbangkan untuk fungsi atrium. Aktiviti penting seperti acara korporat harus mempunyai gema yang rendah dan kejelasan pertuturan yang tinggi (Gritch & Eason 2016).

#### KRITERIA PERSEKITARAN REKA BENTUK ATRIUM

Menurut Gritch & Eason (2016), pencahayaan semula jadi merupakan elemen asas kepada reka bentuk atrium. Pencahayaan di dalam ruang atrium dan pencahayaan di ruang-ruang yang bersebelahan dengan atrium perlu di pertimbangkan dalam proses reka bentuk. Cahaya semula jadi yang menembusi ke dalam ruang atrium dipengaruhi oleh beberapa faktor iaitu purata kecerahan langit tempatan, orientasi bumbung kaca dan pemantulan permukaan dinding.

Bukaan yang mencukupi di fasad atrium penting bagi memastikan cahaya semula jadi sampai ke bahagian bawah ruang atrium. Komponen yang membentuk fasad atrium termasuklah dinding, bumbung dan permukaan curam yang berfungsi untuk mengelakkan air hujan masuk ke dalam ruang dalaman atrium. Selain itu, jenis kaca, sama ada lut sinar atau separa lut sinar akan mempengaruhi jumlah dan kualiti cahaya semula jadi yang menembusi ke dalam ruang atrium. Bukaan pada fasad atrium harus dihadkan kepada bahagian yang berperanan untuk pengudaraan dan pelepasan asap pada bahagian atas dan bawah atrium, serta laluan akses penghuni pada bahagian bawah atrium (Gritch & Eason, 2016). Akses atau jalan keluar pengguna adalah melalui pintu putar atau pintu gelongsor di ruang hadapan bangunan. Ini akan dapat mengawal suhu udara di dalam bangunan kesan daripada aliran udara dalam ruang atrium yang besar. Fasad atrium juga harus bertindak balas terhadap kerangka struktur bangunan. Selain pencahayaan dan pengudaraan semula jadi, elemen lanskap juga penting bagi keadaan persekitaran atrium. Kawasan yang sesuai untuk penanaman lanskap di ruang atrium perlu diberi perhatian.

Berdasarkan kajian pustaka yang telah dijalankan, kriteria asas reka bentuk atrium boleh dibahagikan kepada dua aspek iaitu aspek sosial dan persekitaran. Kedua-dua aspek ini penting dalam menentukan penggunaan atrium secara optimum. Kajian yang diketengahkan dalam artikel ini adalah untuk mengenalpasti kriteria reka bentuk atrium pada bangunan komersial yang dipilih, serta mengkaji impak kriteria tersebut dalam aspek sosial dan persekitaran.

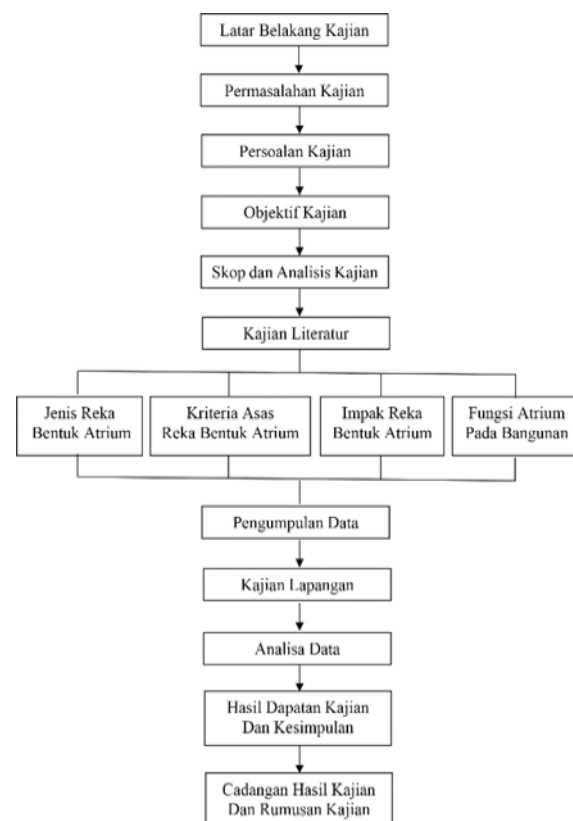
#### METODOLOGI

Kaedah bagi kajian ini adalah penilaian deskriptif kualitatif. Namun, sebelum penilaian kualitatif deskriptif dilakukan, senarai semak kriteria reka bentuk atrium dari aspek sosial

dan persekitaran telah dihasilkan melalui kajian pustaka. Kriteria yang telah dikenalpasti melalui kajian pustaka telah disenaraikan seperti yang ditunjuk pada Jadual 1 dan Jadual 2, pada bahagian Keputusan dan Perbincangan. Kriteria ini penting bagi menilai impaknya terhadap aspek sosial dan persekitaran pada bangunan komersial yang dipilih.

#### KAEDAH PENELITIAN DESKRIPTIF KUALITATIF

Kaedah penilaian deskriptif kualitatif dijalankan dengan melakukan pemerhatian pada bangunan komersial yang dipilih terutamanya di ruang atrium bangunan. Senarai semak kriteria sosial dan persekitaran reka bentuk atrium bangunan serta impaknya telah dijadikan panduan semasa kajian lapangan di bangunan komersial yang dipilih. Terdapat empat bangunan komersial yang telah dipilih sebagai kajian kes iaitu KL Getaway Mall, Platinum Sentral, 1 Mon't Kiara Mall dan Publika Mall. Semua bangunan ini terletak di Kuala Lumpur. Bangunan-bangunan ini dipilih disebabkan kepelbagaian reka bentuk atriumnya. Proses kajian ini ditunjukkan pada Rajah 3.



RAJAH 3. Carta aliran kaedah kajian

Kajian ini adalah merupakan kajian awalan. Oleh itu, untuk kajian ini, terdapat limitasi iaitu kriteria yang diperoleh adalah terhad kepada penemuan daripada kajian pustaka, dan penilaian dilakukan melalui kajian tapak. Untuk kajian akan datang, kaedah kajian dicadangkan untuk dikembangkan kepada validasi kriteria yang diperoleh tersebut dengan pihak yang berkepakaran dalam reka bentuk atrium.



## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Hasil kepada kaedah penilaian deskriptif kualitatif dipersembahkan dan dibincangkan mengikut bangunan kajian. Di akhir perbincangan, impak positif dan negatif bagi kriteria-kriteria reka bentuk setiap atrium bangunan kajian kepada aspek sosial dan persekitaran telah dirumuskan dalam Jadual 1 dan 2. Pada jadual tersebut, impak positif menunjukkan bahawa kriteria tersebut telah diaplikasikan di atrium bangunan kajian, dan ia memberi kesan yang baik kepada aspek sosial atau persekitaran. Manakala impak negatif menandakan bahawa kriteria tersebut tidak dititik beratkan dalam reka bentuk atrium bangunan kajian, dan ia perlu disediakan atau ditambah baik.

## BANGUNAN KAJIAN 1: KL GATEWAY MALL, KUALA LUMPUR

KL Gateway Mall terletak di Jalan Kerinchi, Kuala Lumpur. Ia mudah dikunjungi kerana lokasinya yang dihubung oleh Lebuh raya Persekutuan, Kerinchi Link dan Lebuh raya Baru Pantai. Bangunan komersial ini direka oleh 10 Design Architects Hong Kong dan CHY Architects Sdn Bhd. Bangunan ini mempamerkan elemen reka bentuk moden yang berkonsep gaya jalanan dan enam benua yang berbeza di dunia. Ia mempunyai keluasan lantai seluas 500,000 kaki persegi yang dilengkapi dengan restoren, kedai fesyen dan pusat pendidikan kanak-kanak. Terdapat sebuah atrium di bangunan tersebut yang mempunyai reka bentuk asas berpusat. Lokasi atrium yang terletak di tengah bangunan telah menjadi titik pertemuan pelbagai aktiviti kesenian, kraf, serta hiburan tempatan dan antarabangsa.

Di sekeliling atrium ini terdapat lanskap hijau, pusat beli-belah, taman rekreasi dan taman tropika. Atrium ini dibina menggunakan sistem bumbung kekuda keluli. Bumbung atrium diliputi lapisan '*ethylene tetrafluoroethylene*' (ETFE). ETFE adalah bahan pelapis yang juga digunakan di arena renang Water Cube yang terkenal untuk Sukan Olimpik Beijing. Kanopi ETFE ini dicetak dengan corak yang unik. Corak uniknya berpandukan bentuk kelopak bunga kebangsaan Malaysia.

Cahaya semulajadi yang menembusi bumbung atrium telah mewujudkan suatu persekitaran yang memberi inspirasi kepada peniaga dan pengunjung seperti dalam Rajah 4. Bukaannya yang mencukupi di bahagian bumbung dan sisi atrium membolehkan cahaya sampai ke bahagian bawah ruang atrium. Bahan binaan berkaca yang menghadap ke bahagian timur dan barat adalah kurang bagi mengelakkan silau cahaya matahari pada sudut rendah ketika waktu pagi dan petang. ETFE yang digunakan di bumbung atrium juga memberikan keselesaan akustik yang penting bagi ruang interaktif komuniti. Pengudaraan semula jadi dengan bantuan kipas yang besar di ruang atrium ini telah membantu penjimatan penggunaan tenaga elektrik bangunan. Pengudaraan silang digalakkan melalui bukaan di bahagian barat dan timur di bahagian atas atrium.



RAJAH 4. Ruang dalaman atrium di KL Gateway Mall, Kuala Lumpur

Dalam aspek sosial, ruang atrium yang luas ini adalah fleksibel untuk menampung keperluan kebolehcapaian pengguna selaras dengan perubahan penggunaan ruang (Gritch & Eason 2016). Keluasan atrium ini juga berupaya menampung keperluan penyimpanan peralatan dan perabot untuk pelbagai acara dan pameran. Beberapa aktiviti yang berbeza boleh diadakan pada suatu masa yang sama. Eskalator yang terletak di dalam atrium membolehkan pengguna mempunyai hubungan visual ke aktiviti-aktiviti yang berlaku berhampiran dengan ruang atrium dan dalam ruang atrium semasa bergerak dari satu tingkat ke tingkat yang lain. Kemas jambatan pejalan kaki yang menghubungkan bangunan pejabat dengan pusat membeli-belah mempunyai kesinambungan dengan kemas bahagian tingkat-tingkat kedai yang lain. Ini memberikan suasana yang moden kepada pengunjung.

Namun begitu, terdapat beberapa kelemahan reka bentuk atrium ini yang memberi kesan kepada aspek sosial dan persekitaran. Bagi perhubungan sirkulasi secara vertikal, didapati tiada tangga utama di kawasan atrium yang menghubungkan setiap tingkat. Selain itu, di kawasan atrium juga didapati tiada kemudahan tempat duduk disediakan yang membolehkan aktiviti seperti perbincangan dan pertemuan tidak rasmi berlaku di kawasan atrium. Penyediaan kemudahan ini adalah penting bagi mengekalkan aliran pengguna walaupun tiada acara atau aktiviti yang tertentu di ruang atrium ini. Selain itu, reka bentuk '*light shelves*' boleh diterapkan di setiap tingkat menghadap ke atrium untuk memaksimumkan cahaya matahari yang masuk melalui bumbung dan bukaan sisi atrium. Ini dapat mengurangkan penggunaan cahaya buatan di ruang dalaman bangunan yang menghadap ruang atrium.

Peranti teduhan luaran harus digunakan untuk mengelakkan cahaya masuk secara langsung ke atrium dan seterusnya dapat mengawal kenaikan haba dalam atrium. Kepergantungan pada lapisan ETFE di bumbung atrium sahaja tidak mencukupi. Tambahan pula, lapisan ETFE di bumbung atrium yang telah koyak tidak dikendalikan oleh pihak penyelenggaraan bangunan. Elemen dinding hijau bersebelahan dengan eskalator juga tidak dijaga dengan baik. Tanaman sub tropika harus digunakan kerana tanaman ini dapat menangani iklim yang konsisten di dalam bangunan (Gritch & Eason 2016).

Platinum Sentral terletak berhadapan dengan Stesen KL Sentral dan bersebelahan dengan Hotel Le Meridien, Kuala Lumpur. Platinum Sentral juga terletak berdekatan stesen Komuter LRT, Monorel dan KTM yang memberi peluang kepada pengunjung atau pekerja untuk datang ke bangunan ini menggunakan kemudahan awam. Selain itu, terdapat juga stesen bas dan teksi yang berdekatan dengan bangunan ini. Bangunan ini yang telah memenangi pelbagai anugerah, direka oleh Cox Architecture dengan kerjasama Perunding Alam Bina dan Kumpulan Senireka.

Platinum Sentral merupakan pembangunan komersial pertama di Malaysia yang telah mendapat penarafan platinum di bawah skema penarafan Green Mark Singapura. Ia juga merupakan sebahagian daripada Indeks Bangunan Hijau Malaysia. Platinum Sentral yang dimajukan oleh Malaysian Resources Corporation Berhad (MRCB) adalah pembangunan runcit dan komersial dengan keluasan lantai 94,000 kaki persegi. Ia terdiri daripada lima blok pejabat rendah yang lengkap dengan kedai-kedai serta ruang hijau. Pembangunan Platinum Sentral telah mewujudkan sebuah oasis hijau yang terdiri daripada taman kecil, taman di bahagian bumbung serta dinding hijau.

Atrium bangunan ini mempunyai reka bentuk asas bersinar tepi. Atrium ini menyatukan pekerja pejabat dan orang ramai ke keadaan ruang dalaman yang selesa. Objektif asal atrium ini adalah mewujudkan rangkaian taman poket sepanjang jalan linear dalaman bangunan yang dilengkapi dengan kedai-kedai serta gerai makanan dan minuman. Atrium ini mempunyai ciri-ciri yang mendorong penjimatan tenaga, merangkumi konfigurasi fasad bangunan optimum untuk memastikan penembusan cahaya siang yang baik, teduhan cahaya matahari dan kaca *low-e double glazed* yang berprestasi tinggi bagi meminimalkan beban haba bangunan. Kaca lutsinar di bumbung atrium memastikan cahaya semula jadi sampai ke bahagian bawah ruang atrium. Ini bukan sahaja penting bagi kelancaran aktiviti peniaga dan pengguna atrium tetapi juga kepada tanaman yang ditempatkan di ruang atrium ini. Cahaya semula jadi yang cukup terang penting untuk menyokong tanaman subtropis di ruang ini. Tumbuhan semula jadi ini akan meningkatkan kelembapan di ruang dalaman atrium (Hung, 2003). Selain itu, ciri-ciri lain termasuklah kelengkapan pencahayaan berkecekapan tinggi yang dikendalikan oleh pengesan dan penjana tenaga oleh tenaga suria.

Reka bentuk atrium mengambil kira orientasi dan fasad bangunan untuk memaksimumkan penggunaan cahaya semula jadi sepanjang tahun. 80% daripada keluasan lantai atrium tersebut menerima pencahayaan semula jadi. Selain pengudaraan semula jadi, terdapat kipas untuk membantu pengudaraan di kawasan atrium. Kipas yang besar memberikan kesan penyejukan melalui kelajuan udara yang tinggi, seterusnya meningkatkan keselesaan pengguna, seperti pada Rajah 5.



RAJAH 5. Kipas digunakan untuk penyejukan di ruang atrium

Dalam aspek sosial, ruang atrium ini dimanfaatkan sebagai sebahagian daripada sirkulasi keseluruhan bangunan. Pengguna akan melalui atrium ini untuk ke ruang yang berbeza. Dengan meletakkan gerai makanan dan minuman di ruang atrium, interaksi sosial antara pengguna dan peniaga berlaku. Pengunjung yang memasuki ke ruang atrium yang luas ini akan merasa mereka berada di ruang hijau yang terdedah kepada pemandangan langit melalui bumbung kaca. Pengunjung dan peniaga terlibat dalam perjumpaan tidak rasmi di ruang atrium ini. Peniaga terutamanya dapat menikmati lanskap di atrium yang hanya bersebelahan dengan tempat perniagaan mereka.

Namun, terdapat beberapa penambahbaikan yang didapati perlu dilakukan kepada reka bentuk atrium dari aspek persekitaran. Bukaan harus ditambah pada bumbung dan sisi atrium bagi menggalakkan pengudaraan silang. Integrasi pengudaraan silang dengan sistem mekanikal iaitu kipas yang sedia ada akan dapat meningkatkan keselesaan terma pengguna. Peranti teduhan luaran juga boleh digunakan untuk mengelakkan cahaya matahari masuk secara langsung ke atrium dan seterusnya dapat mengawal kenaikan tenaga haba dalam ruang atrium. Kaca bumbung atrium harus dipelbagaikan dengan mempunyai kaca lut sinar dan separa lut sinar mengikut kesesuaian penggunaan ruang dalaman atrium. 'Light shelves' boleh ditempatkan di setiap tingkat menghadap ke atrium bagi memastikan cahaya semula jadi yang cukup menembusi ruang-ruang pejabat.

1 Mont' Kiara adalah bangunan komersial enam tingkat. Ia terletak di tengah-tengah kejiranan Mont Kiara, yang dikelilingi oleh bangunan pangsapuri, pejabat dan sekolah antarabangsa. Konsep bangunan ini adalah untuk menjadikannya sebagai destinasi runcit yang unik dan menarik, serta menonjol. Mont Kiara adalah kawasan yang didominasi oleh perumahan dan sangat berorientasi keluarga. Podium bangunan ini berteraskan lanskap yang indah dengan kemudahan rekreasi seperti pusat kecergasan, kolam renang, kawasan permainan kanak-kanak dan gelanggang tenis. Atrium bangunan ini mempunyai reka bentuk asas berpusat. Ia berbentuk bujur dan mempunyai plaza di bahagian hadapan depan yang luas dan dilengkapi dengan tangga besar yang menjadi tempat untuk acara komuniti berorientasi keluarga.

Pengguna yang menjejakan kaki ke ruang atrium akan memasuki sebuah ruang yang disinari cahaya semula jadi bercorakkan bunga di permukaan lantai. Ini memberikan identiti unik kepada bangunan komersial ini. Corak di bahagian lantai juga merupakan reka bentuk yang dihasilkan bagi memenuhi konteks tropika di sekeliling bangunan. Permukaan lantai menonjolkan gambar abstrak bunga kembang sepatu yang digunakan sebagai media untuk membimbing pengguna memasuki atrium dan mengenal pasti zon untuk acara dan pameran. Corak geometri lantai mempunyai kesinambungan dengan struktur bumbung yang menutupi atrium iaitu kerangka keluli yang menyokong bumbung 'ethylene tetrafluoroethylene' (ETFE).

Struktur segi tiga bumbung disokong oleh dua tiang 'space frame' di ruang tengah atrium. Dua tiang ini berperanan untuk mengurangkan jarak struktur bumbung dan menyokong balkoni atrium. ETFE membolehkan pencahayaan semula jadi menerangi ruang atrium dan meminimumkan kebergantungan kepada pencahayaan elektrik. Reka bentuk balkoni berukuran besar di dalam atrium bertujuan untuk menyediakan ruang duduk sokongan kepada kedai makan yang lebih kecil dan untuk menyediakan tempat bagi unit runcit kecil. Balkoni ini disokong oleh kerangka struktur konkrit utama dan tiang struktur bumbung. Pelbagai aktiviti dan pertunjukan budaya bertema turut diadakan di ruang atrium ini untuk menghiburkan pengunjung.

Dalam aspek sosial, aktiviti di ruang atrium merangsang deria serta menyediakan persekitaran yang menarik untuk dilalui oleh pengunjung. Reka bentuk yang meletakkan kedudukan kedai-kedai tingkat atas ke bahagian belakang bagi mewujudkan ruang di setiap tingkat telah membolehkan ruang-ruang yang berlebihan ini disewakan kepada peniaga kecil. Tindakan ini boleh mengekalkan hubungan visual pengunjung sehingga ke kawasan kedai-kedai utama bangunan. Kedudukan atrium yang dikelilingi kedai-kedai seperti dalam Rajah 6 telah mewujudkan satu sirkulasi gelung berterusan. Sirkulasi yang berterusan ini berjaya menjadikan semua kedai boleh dikunjungi dengan mudah.

Ruang atrium membolehkan pengunjung mencari tarikan visual dan fizikal yang menarik bagi menjelajahi ke seluruh kawasan dengan mudah. Skala kawasan awam yang besar di tingkat bawah juga telah memberikan suasana selesa kepada pengunjung yang memasuki bangunan ini. Lantai yang bercorakkan bunga pula memberikan identiti kepada ruang ini, dan pada masa yang sama menjalinkan hubungan bangunan dengan konteksnya. Selain itu, lantai yang menyerlahkan corak abstrak bunga kembang sepatu telah dijadikan panduan oleh pengunjung untuk ke zon yang berlainan. Oleh itu, reka bentuk lantai yang berbeza merupakan sebahagian strategi untuk menarik minat pengunjung menjelajah ruang atrium, serta membawa pengunjung ke tingkat atas.

Namun, masih terdapat penambahbaikan yang boleh dilakukan kepada ruang atrium bagi menambah keberkesanan dari aspek sosial dan persekitaran. Tanaman

sub tropika boleh diperkenalkan di bahagian aras bawah atrium bagi meningkatkan estetika persekitaran kawasan atrium. Ketiadaan tempat duduk pula menyebabkan ruang ini tidak boleh dimanfaatkan bagi aktiviti sosial antara pengunjung. Ruang aras bawah atrium ini juga boleh dijadikan ruang untuk pertemuan tidak rasmi dimana perbincangan intelektual atau sosial boleh berlaku (Hung 2003). Lanskap keras boleh ditempatkan di ruang-ruang yang terlindung daripada cahaya matahari untuk membolehkan pengunjung berehat dan berinteraksi. Bukaan juga sepatutnya ditempatkan di bahagian atas atrium bagi menggalakkan pengudaraan semula jadi.



RAJAH 6. Lapisan kaca di eskalator mewujudkan kesan kesinambungan dengan lantai setiap tingkat

#### BANGUNAN KAJIAN 4: PUBLIKA MALL

Publika Mall atau Publika Shopping Gallery adalah sebahagian daripada Solaris Dutamas, pembangunan yang merangkumi pejabat, kediaman serta komersial. Konsep Publika adalah menjadikan penyertaan dan interaksi masyarakat sebagai salah satu objektif utamanya. Hasilnya, Publika telah menjadi sebuah pusat di mana seni dan budaya bertemu dengan unsur komersial. Ini berjaya menarik perhatian pereka kreatif dan usahawan inovatif.

Reka bentuk Publika terdiri daripada dua deretan kedai. Bumbung kaca seterusnya ditempatkan antara dua deretan kedai bagi mewujudkan sebuah atrium yang menjadi titik pertemuan pengunjung. Oleh itu, atrium di bangunan ini mempunyai reka bentuk asas 'linear'. Ruang atrium memiliki tampilan yang moden dengan karya seni yang diperbuat daripada keluli dan kaca tergantung di bumbung kaca atrium. Bumbung kaca atrium membolehkan cahaya semula jadi menyinari ruang dalaman atrium seperti dalam Rajah 7. Eskalator di ruang atrium hanya diletakkan di hujung koridor. Tempat duduk yang terdiri daripada reka bentuk bangku yang berbeza pula berperanan untuk menarik perhatian pengunjung. Koridor di hadapan kedai tingkat atas membolehkan pengunjung mempunyai akses visual terus ke aktiviti yang berlaku di atrium. Pelbagai papan tanda jenama tempatan dipaparkan di ruang atrium bagi menarik perhatian pengunjung. Ruang rasuk di bahagian tingkat satu dihiasi dengan lukisan yang menonjolkan identiti Publika sebagai sebuah pusat galeri dan bukannya hanya sebuah pusat beli-belah. Pelbagai patung rekaan kontemporari ditampilkan dengan jelas di tengah-tengah atrium antara kedai makanan dan butik.





RAJAH 7. Ruang dalaman atrium disinari cahaya matahari

Reka bentuk atrium ini menghidupkan semula kawasan Publika yang dahulunya terlindung daripada pandangan orang luar disebabkan kewujudan kedai-kedai yang lebih tinggi bersebelahan dengan bangunan ini. Ruang atrium yang terlindung daripada hujan dan sinaran matahari secara langsung ini telah dijadikan sebagai galeri atau tempat pameran. Lokasi dua kedai iaitu Ben's Independent Grocer dan E.A.T Food Village yang terletak di hujung atrium telah menyebabkan pengunjung melalui kedai-kedai kecil yang terletak di antara dua tempat tersebut. Ini dapat mengawal aliran pergerakan pengunjung supaya membantu perniagaan kedai-kedai yang lebih kecil. Kualiti sosial di ruang atrium ini juga adalah baik. Ini dibuktikan melalui jumlah aktiviti yang diadakan sepanjang tahun di ruang atrium ini seperti persembahan 'busking' mingguan, pameran kesenian, bazar kraf dan makanan, serta lain-lain aktiviti lagi. Semua aktiviti ini berjaya menarik aliran pengunjung yang tinggi. Ruang atrium turut membolehkan pengguna mempunyai hubungan visual ke aktiviti-aktiviti yang berlaku berhampiran dengan ruang atrium.

Dari aspek persekitaran, atrium yang berbumbungkan kaca membenarkan penembusan cahaya semula jadi. Integrasi pencahayaan semula jadi dan buatan memenuhi keperluan pencahayaan yang diperlukan di bangunan ini, seterusnya dapat menjimatkan tenaga elektrik. Walau bagaimanapun, atrium ini tidak memanfaatkan pengudaraan semula jadi. Tiada bukaan pada fasad atrium yang membolehkan pengudaraan silang berlaku. Sistem pendingin hawa digunakan di keseluruhan bangunan. Penggunaan kaca di atrium akan menjadikan suhu dalaman atrium menjadi lebih tinggi daripada suhu persekitaran luar atrium sepanjang tahun (Lechner, 2001). Ini akan meningkatkan beban haba bangunan.

Peningkatan suhu di ruang atrium akibat daripada penggunaan bumbung kaca boleh dikurangkan dengan mempelbagaikan kawasan lut sinar di bumbung atrium mengikut penggunaan ruang dalaman atrium. Peranti teduhan boleh diletakkan di ruang atrium yang menerima cahaya matahari yang banyak (Baker, 1998). Peranti teduhan seperti kikir, tirai, atap yang dapat dikawal dan kaca 'low-e' boleh digunakan untuk mengelakkan silau dan mengurangkan suhu dalaman ruang atrium. Elemen seperti lanskap juga boleh diterapkan di ruang atrium ini bagi memberikan persekitaran dalaman yang lebih selesa kepada pengguna.

#### KESIMPULAN HASIL PEMERHATIAN

Reka bentuk asas atrium bagi bangunan komersial yang dikaji adalah pelbagai seperti berpusat, bersinar tepi dan 'linear'. Semua atrium yang dikaji menggunakan bumbung kaca bagi membolehkan pencahayaan semula jadi. Reka bentuk ini menggalakkan pencahayaan yang baik untuk pelbagai aktiviti seperti pameran, persembahan, bazar dan lain-lain di ruang atrium. Ini adalah penting untuk mengekalkan aliran pengguna di kawasan atrium. Namun, didapati terdapat atrium yang tidak mempunyai bukaan di bahagian sisi yang membenarkan pengudaraan semula jadi berlaku seperti Publika Mall dan 1 Mont' Kiara. Ketiadaan bukaan ini telah menyebabkan penggunaan pendingin hawa di ruang atrium, seterusnya meningkatkan penggunaan tenaga elektrik bangunan.

Selain itu, aktiviti yang dianjurkan di ruang atrium menjadi faktor penentu bagi mengekalkan pengguna meluangkan masa yang lebih lama di kawasan tersebut. Kebergantungan kepada jenis aktiviti yang dianjurkan menyebabkan ruang atrium tidak digunakan langsung sekiranya tiada aktiviti atau pameran tertentu seperti yang berlaku di KL Gateway Mall. Ketiadaan perabot dan elemen hijau juga melenyapkan potensi atrium untuk menjadi ruang bagi pertemuan tidak rasmi seperti perbincangan intelektual atau sosial. Ruang atrium di Platinum Sentral yang menyediakan tempat duduk serta tanaman hijau telah menarik perhatian pengguna. Ini secara langsung akan meningkatkan perniagaan kedai-kedai berhampiran dengan atrium.



Oleh itu, berdasarkan pemerhatian yang telah dilakukan ke atas reka bentuk atrium di bangunan-bangunan kajian kes, impak reka bentuk atrium terhadap kriteria sosial dan persekitaran dapat disimpulkan dalam Jadual 3 dan 4 di bawah. Impak positif ditandakan dengan simbol ‘+’

manakala impak negatif ditandakan dengan simbol ‘-’. Singkatan telah digunakan bagi mewakili bangunan kajian iaitu KLGGM bagi KL Gateway Mall, PS bagi Platinum Sentral, 1MKM bagi 1 Mont’ Kiara Mall dan PM bagi Publika Mall.

JADUAL 1. Impak reka bentuk atrium terhadap kriteria sosial

Kriteria Sosial	KLGM	PS	1MKM	PM
Kebolehsampaian; Perhubungan Visual dan Fizikal				
1 Sirkulasi secara menegak dan mendatar (Saxon 1986).	+	+	-	+
2 Mengandungi tangga, lif atau eskalator yang boleh diakses (Gritch & Eason 2016).	+	+	+	+
3 Mengandungi tangga utama untuk pergerakan dan perhubungan fizikal di atrium yang melebihi satu tingkat (Jensen 2010)	-	-	-	-
4 Mengandungi lif yang terbuka ke ruang atrium (Tregenza 1976).	-	-	-	-
5 Mengandungi eskalator yang membenarkan aliran pengguna yang selamat dan berterusan merentasi aras bangunan (Marriage 2012)	+	-	+	+
6 Mengandungi jambatan langit yang merentasi ruang atrium (Marriage 2012).	+	+	-	+
7 Sirkulasi fleksibel untuk menampung keperluan golongan pengguna yang berbeza selaras dengan perubahan penggunaan ruang (Gritch & Eason 2016).	+	-	-	-
8 Perhubungan visual ke tingkat-tingkat berlainan yang jelas dengan hanya berdiri di pinggir atrium (Bednar 1989).	+	+	+	+
9 Boleh melihat aktiviti-aktiviti yang berlaku berhampiran dengan ruang atrium dengan berdiri di tengah atrium (Bednar 1989).	-	-	+	+
Fungsi				
10 Boleh dijadikan ruang untuk pertemuan tidak rasmi dimana perbincangan intelektual atau sosial boleh berlaku (Hung 2003).	-	+	-	+
11 Ruang yang mencukupi untuk pelbagai acara (Hung 2003).	+	+	+	+

JADUAL 2. Impak reka bentuk atrium terhadap kriteria persekitaran

Kriteria Persekitaran	KLGM	PS	IMKM	PM	
<b>Pencahayaan Semula Jadi</b>					
1	Bukaan yang mencukupi bagi memastikan cahaya sampai ke bahagian bawah ruang atrium (Gritch & Eason 2016).	+	+	+	+
2	Kaca yang menghadap ke timur dan barat harus dihindari untuk mengelakkan silau cahaya matahari pada sudut rendah ketika waktu siang dan petang (Hung 2003).	+	+	+	+
3	Permukaan dinding dalaman ruang atrium adalah terang (Ahmad & Rasdi 2000)	+	+	+	+
4	' <i>Light shelves</i> ' digunakan di setiap tingkat menghadap ke atrium (Ahmad & Rasdi 2000).	-	-	+	+
5	Peranti teduhan luaran digunakan untuk mengelakkan cahaya masuk secara langsung ke atrium (Hung 2003).	+	+	+	-
6	Bukaan pada fasad atrium harus dihadkan kepada bahagian atas dan bawah atrium untuk pengudaraan dan laluan akses (Gritch & Eason 2016).	+	-	-	-
<b>Pengudaraan</b>					
7	Bukaan di ruang atrium untuk menggalakkan pengudaraan semula jadi (Gritch & Eason 2016).	+	+	-	-
<b>Kawalan Terma</b>					
8	Bumbungkan kaca menyumbang kepada keselesaan terma bangunan dan menguna pakai cahaya siang (Fordham 2000).	+	+	+	+
9	Mempelbagaikan kawasan lutsinar di bumbung atrium mengikut ruang dalaman atrium. Alat teduhan boleh diletakkan di ruang atrium yang akan menerima cahaya siang yang banyak (Baker 1998).	+	+	+	+
10	Sistem penyejukan mekanikal seperti penghawa dingin digunakan untuk mengekalkan keselesaan terma dalam bangunan (Lechner 2001).	+	+	+	+
<b>Lanskap</b>					
11	Tanaman sub tropika digunakan kerana tanaman ini dapat menangani iklim yang konsisten di dalam bangunan (Gritch & Eason 2016).	+	+	-	-
12	Cahaya semula jadi yang cukup terang untuk menyokong tanaman yang dicadangkan (Hung 2003).	+	+	+	+
13	Tumbuhan secara semula jadi akan meningkatkan kelembapan di ruang dalaman. Sistem mekanikal diperkenalkan untuk menangani fenomena ini (Hung 2003).	+	+	-	-

## KESIMPULAN

Kesimpulannya, reka bentuk atrium yang memberi impak positif kepada aspek sosial dan persekitaran adalah penting bagi memastikan penggunaan atrium adalah optimum. Atrium berpotensi meningkatkan interaksi sosial antara pengguna. Kepelbagaian aktiviti yang diadakan merangsang deria pengguna serta meningkatkan aliran pengguna. Penempatan tempat berehat dan makan di ruang atrium dapat mengekalkan pengguna untuk masa yang lebih lama. Selain perhubungan fizikal yang boleh dicapai melalui tangga, lif, eskalator dan jambatan langit, perhubungan visual juga penting dalam memastikan penggunaan atrium yang optimum. Pencahayaan yang mencukupi melalui penggunaan bumbung kaca di ruang atrium pula menyokong penanaman lanskap dan mewujudkan suasana yang selesa bagi pengguna. Integrasi sistem mekanikal seperti kipas dengan pengudaraan semula jadi dapat menyediakan persekitaran yang selesa kepada pengguna, serta membantu penjimatan tenaga elektrik bangunan. Penggunaan atrium jenis berpusat dan linear boleh dijadikan rujukan dalam mereka bentuk atrium di bangunan komersial di Malaysia. Walau bagaimanapun, keadaan tapak bangunan perlu dikenal pasti sebelum mereka bentuk atrium yang sesuai untuk memberikan persekitaran yang kondusif kepada pengguna. Kajian ini adalah kajian awalan. Ia berpotensi untuk dikembangkan kepada kajian-kajian seterusnya berkaitan atrium. Reka bentuk atrium yang memenuhi kriteria sosial dan budaya masyarakat setempat serta persekitaran adalah penting bagi memastikan penggunaan atrium serta manfaatnya adalah optimum.

## PENGHARGAAN

Penulis berterima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia yang telah memberikan dana penyelidikan GUP-2019-017 bagi kajian ini.

## RUJUKAN

- Abdullah, A.H., Meng, Q., Zhao, L., & Wang, F. 2009. Field study on indoor thermal environment in an atrium in tropical climates. *Building and Environment* 44(2): 431–436.
- Abdullah, A.H., & Wang, F. 2012. Design and low energy ventilation solutions for atria in the tropics. *Sustainable Cities and Society* 2(1): 8–28.
- Ahmad, M.H. & Rasdi, M.T.H.M. 2000. *Design principles of atrium buildings for the tropics*. Penerbit UTM.
- Asfour, O.S. 2020. A comparison between the daylighting and energy performance of courtyard and atrium buildings considering the hot climate of Saudi Arabia. *Journal of Building Engineering* 30: 101299.
- Atif, M. 1993. Atrium buildings: amenities, energy costs and environment. *Construction Canada* 36: 43–7.
- Baker, N. 1998. The atrium environment. *Building Technical File* 21: 39–48.
- Bednar, M. J. 1989. *Interior pedestrian places*. New York: Whitney Library of Design.
- Fordham, M. 2000. Natural ventilation. *Renewable Energy* 19(1-2):17–37.
- Ghasemi, M., Noroozi, M., Kazemzadeh, M., & Roshan, M. 2015. The influence of well geometry on the daylight performance of atrium adjoining spaces: A parametric study. *Journal of Building Engineering* 3: 39–47.
- Gritch, T. & Eason, B. 2016. Atria Systems. <https://www.wbdg.org/guides-specifications/building-envelope-design-guide/atria-systems> [20 September 2020]
- Huang, Y., Borong, L., Yao, N., & Yingxin, Z. 2015. Functional relationship between lighting energy consumption and the main parameters for double atrium offices. *Procedia Engineering* 121: 1869–1879.
- Hung, W.Y. & Chow, W.K. 2001. A review on architectural aspects of atrium buildings. *Architectural Science Review* 44(3): 285–295.
- Hung, W.Y. 2003. Architectural aspects of atrium. *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes* 5(4): 131–137.
- Jensen, M.K. 2010. *Space unfolded - space as movement, action and creation, mind your behaviour - How architecture shapes behaviour*. Copenhagen: Dansk Arkitektur Centre.
- Khan, N., Su, Y., & Riffat, S.B. 2008. A review on wind driven ventilation techniques. *Energy and Buildings* 40:1586–1604.
- Lechner, N. 2001. *Heating, cooling, lighting: Design methods for architects*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.
- Marriage, G.L.G. 2012. *Significant social space: Connecting circulation in atrium design*. Te Herenga Waka-Victoria University of Wellington.
- Mohsenin, M., & Hu, J. 2015. Assessing daylight performance in atrium buildings by using climate based daylight modeling. *Solar Energy* 119: 553-560.



- Moosavi, L., Mahyuddin, N., Ab Ghafar, N., & Ismail, M. A. 2014. Thermal performance of atria: An overview of natural ventilation effective designs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 34: 654–670.
- Noor, M. 1986. The function and form of the courtyard house, The Arab House. *Proceedings of the colloquium. University of New Castle Upon Tyne.*
- Olsen, E.L. & Chen, Q.Y. 2003. Energy consumption and comfort analysis for different low-energy cooling systems in a mild climate. *Energy and Buildings* 35: 560–571.
- Saxon, R. 1986. *Atrium Buildings Development and Design*. 2<sup>nd</sup> edition. London: The Architectural Press.
- Tregenza, P. 1976. *The Design of Interior Circulation: People and Buildings*. London: Crosby Lockwood Staples.
- Wang, L., Huang, Q., Zhang, Q., Xu, H., & Yuen, R.K.K. 2017. Role of atrium geometry in building energy consumption: The case of a fully air-conditioned enclosed atrium in cold climates, China. *Energy and Buildings* 151: 228–241.
- Yunus, J., Ahmad, S.S. & Zain-Ahmed, A. 2011. Analysis of atrium's architectural aspects in office buildings under tropical sky conditions. *Proceedings of the IEEE international conference on science and sosial research (CSSR)*. 536 – 541. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Yusoff, W.F.M., Sulaiman, M.K.A.M., & Muhsin, F. 2019. Preliminary evaluation of air flow in atrium of building in hot and humid climate. *International Journal of Built Environment and Sustainability* 12(1):43–52.