

Penggunaan Panduan Mudah Pencahayaan Siang Dalam Reka Bentuk Bangunan Perpustakaan Berlainan Era

(The Use of Daylighting Rules of Thumb in Libraries Across Different Eras)

Sarah Mohd Hilmee^a, Nik Lukman Nik Ibrahim^{a*} & Hayder M. F. Alnaser^b

^aJabatan Seni Bina dan Alam Bilna, Fakulti Kejuruteraan & Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia

^bDepartment of Interior Design, College of Applied Arts, Uruk University

*Corresponding author: lukman@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 menyelidiki penggunaan pencahayaan semula jadi dalam reka bentuk perpustakaan dari pelbagai era bertujuan untuk mencerakinkan panduan, kaedah dan strategi yang digunakan oleh arkitek dalam menerapkan reka bentuk pencahayaan siang. Penyelidikan intensif mengenai sejarah kewujudan perpustakaan dari zaman kuno dan kemajuannya sepanjang zaman juga dilakukan bagi memahami nilai dan perubahan gaya serta reka bentuk seni bina. Dua perpustakaan bersejarah dari era sebelum kurun ke-20 dipilih untuk kajian penggunaan strategi pencahayaan siang pada zaman cahaya elektrik masih belum digunakan dalam bangunan. Di samping itu dua perpustakaan pasca kurun ke-20 dipilih untuk mengkaji penggunaan pencahayaan semula jadi. Penyelidikan ini mendedahkan tiga panduan mudah yang digunakan oleh kesemua bangunan yang dikaji iaitu limiting floor depth, window area to wall area ratio dan window area to floor area ratio. Kajian ini mendapati bahawa panduan mudah yang paling konsisten dalam setiap bangunan adalah limiting floor depth, di mana kedalaman pelan lantai berada dalam lingkungan 6 meter bagi pencahayaan unilateral dan 12 meter untuk pencahayaan siang bilateral. Setiap bangunan perpustakaan yang dikaji didapati menggunakan lebih daripada satu panduan mudah dalam reka bentuknya. Ini menunjukkan panduan mudah pencahayaan siang telah digunakan dalam reka bentuk bangunan perpustakaan di kawasan yang berbeza iklim, tapak dan era. Panduan mudah ini adalah sebuah panduan ringkas yang membantu arkitek dalam mereka bentuk sesebuah bangunan yang mampu bertahan sepanjang zaman. Ia juga menunjukkan panduan mudah pencahayaan siang telah digunakan oleh para arkitek sejak zaman berzaman bagi mereka bentuk bangunan perpustakaan yang diterangi cahaya dengan sempurna.

Kata kunci: Pencahayaan semula jadi; panduan mudah pencahayaan siang; perpustakaan

ABSTRACT

This study investigates the use of daylighting rules of thumb in four libraries across different eras and aims to outline different guides, methods and strategies used by architects in applying daylighting design in this building typology. Two historical libraries prior to the 20th century were selected to identify the use of daylighting strategies during the times when electrical lighting was not yet available in buildings. In the other hand, two post 20th century libraries were also selected for a similar daylighting rules of thumb appraisal. The study reveals that three daylighting rules of thumb were commonly used in all of the library buildings appraised which include the limiting floor depth rule, window area to wall area ratio and window area to floor area ratio. It was found that the most consistent daylighting rule of thumb is the limiting floor depth whereby the depth of typical floor plan is within the range of approximately 6 meters for unilateral and 12 meters for bilateral daylighting. Each sampled library building was found to utilise a combination of daylighting rules of thumb in its design. This demonstrates that simple daylighting guides have been used to design library buildings in different climates, sites and eras. It also indicates that daylighting rules of thumb or simple guides have been timelessly used by architects to design well daylit library buildings.

Keywords: Daylighting; rules of thumb; libraries

PENGENALAN

Pencahayaan semula jadi adalah kriteria yang amat penting dalam sesebuah reka bentuk bangunan perpustakaan. Para arkitek zaman dahulu amat mementingkan penggunaan pencahayaan semula jadi dalam reka bentuk bangunan perpustakaan oleh kerana tiadanya kemudahan tenaga elektrik untuk pencahayaan. Apabila kemudahan elektrik berkembang, reka bentuk bangunan tidak lagi mementingkan penggunaan cahaya semula jadi (Freeberg 2013).

Pencahayaan semula jadi bukanlah sesuatu yang sukar dicapai kerana terdapat panduan mudah atau *rules of thumb* bagi mendapatkan pencahayaan yang berkesan bagi sesebuah reka bentuk bangunan. Pencahayaan semula jadi yang berkesan juga dapat mengurangkan penggunaan lampu dan menjimatkan tenaga elektrik. Namun, seringkali arkitek sekarang tidak menggunakan panduan mudah dan tidak menggunakan perisian simulasi untuk menilai kadar pencahayaan semula jadi dalam reka bentuk bangunan mereka (Mirrahimi et al. 2013). Pencahayaan semula jadi yang tidak mencukupi di dalam bangunan boleh menyebabkan ketidakselesaan visual dan mengurangkan fokus penghuni (Mirrahimi et al. 2013). Kekurangan pencahayaan semula jadi juga boleh mempengaruhi tingkah laku dan persepsi penghuni di dalam bangunan (Othman & Mazli 2012).

OBJEKTIF KAJIAN

Tujuan penyelidikan ini adalah untuk membandingkan penggunaan panduan mudah pencahayaan siang dalam reka bentuk bangunan perpustakaan sejak zaman berzaman. Objektif khusus kajian adalah seperti berikut:

1. Mengenal pasti beberapa panduan mudah pencahayaan siang yang digunakan dalam bangunan perpustakaan
2. Mengkaji reka bentuk bangunan perpustakaan yang menerapkan pencahayaan siang dari beberapa zaman
3. Mengenalpasti aplikasi panduan mudah pencahayaan siang di dalam perpustakaan yang dikaji terutamanya untuk ruang bacaan utama.

KAJIAN KEPUSTAKAAN

KEPENTINGAN PENCAHAYAAN SEMULA JADI

Panduan mudah pencahayaan siang pernah dikemukakan oleh Vitruvius seawal 80-20 sebelum Masehi, seorang arkitek pada zaman Empayar Rom, di dalam bukunya yang berjudul *De Architectura* (Moffet et al. 2014). Di dalam buku tersebut, Vitruvius telah mengabdikan panduan mudah pencahayaan siang untuk perpustakaan (Cartwright, 2019). Ini menunjukkan kepentingan pencahayaan siang dalam reka bentuk perpustakaan di waktu itu. Panduan mudah yang dikemukakan oleh Vitruvius membantu para arkitek mengolah fenomena pencahayaan semula jadi yang kompleks kepada kaedah yang lebih mudah bagi mereka

bentuk bangunan (Nik Ibrahim 2019). Panduan mudah ini telah digunakan semenjak zaman berzaman dalam reka bentuk seni bina klasik sehinggalah sekarang.

PENGUNAAN *RULES OF THUMB* PENCAHAYAAN SEMULA JADI

Pencahayaan semula jadi merupakan pendekatan seni dan sains bagi mencapai keseimbangan emosi ruang dan kuantiti pencahayaan yang berkesan (Åkerstedt, 1990). Secara khususnya, tiada rekod rasmi yang menyatakan teori atau panduan mudah pencahayaan semula jadi yang digunakan dalam reka bentuk bangunan semenjak zaman berzaman. Bangunan-bangunan perpustakaan dalam kajian ini juga tidak pernah direkodkan dalam aspek prestasi pencahayaan siang secara khusus. Pada zaman seni bina *Renaissance* dan *Baroque*, penggunaan panduan mudah pencahayaan siang oleh Vitruvius sering dirujuk dalam hasil kerja seni bina terkenal pada era itu. Di antaranya ialah Vincent Scamozzi yang menambahkan prinsip reka bentuk *lumen* (cahaya) dalam bukunya sendiri yang berjudul *L'Idea dell'Architettura Universale* pada tahun 1615 (Davis, 2002). Pada zaman ini, terdapat pelbagai pengolahan penggunaan panduan mudah pencahayaan siang berdasarkan kemajuan dalam teknologi pembinaan (Borys 2004).

Panduan mudah pencahayaan siang telah digunakan dalam reka bentuk bangunan rumah di Belanda sejak Zaman Pertengahan di mana kos pembinaan tinggi dan kekurangan tanah memaksa rekaan bangunan menjadi sempit dengan kedalaman ruang yang terhad (Bakers & Steemers 2014). Oleh yang demikian, tingkap dan bukaan yang tinggi digunakan bagi membantu pencahayaan siang yang mencukupi untuk ruang dalam bangunan yang sempit.

Selepas Perang Dunia Kedua, pergerakan seni bina moden mencetuskan idea dan gaya seni bina yang berlainan daripada gaya seni bina klasik sebelumnya. Semasa era ini, terdapat beberapa orang arkitek tersohor dengan pengolahan cahaya semula jadi dalam rekaan seni bina mereka seperti Alvar Aalto, Le Corbusier, Louis Kahn dan Frank Lloyd Wright (Benevolo, 1977). Mereka menginterpretasikan panduan mudah yang dikemukakan oleh Vitruvius mengikut keadaan semasa dan kemajuan teknologi pembinaan waktu itu.

METODOLOGI

Kajian yang dijalankan menggunakan kaedah deduksi kualitatif berdasarkan beberapa sumber kajian pustaka. Kajian yang dilaksanakan boleh dibahagikan kepada tiga fasa utama iaitu pemilihan bangunan serta ruang, kajian reka bentuk pencahayaan siang dan analisa serta sintesis data yang diperolehi melalui kajian pustaka.

FASA PERTAMA : PEMILIHAN BANGUNAN DAN RUANG KAJIAN

Perpustakaan dipilih sebagai tipologi bangunan kajian oleh kerana kegunaannya sebagai sebuah institusi sumber maklumat dan aktiviti pembelajaran yang mana

pencahayaan siang adalah sangat penting. Penggunaan perpustakaan sebagai sebuah bangunan sumber maklumat tidak banyak berubah semenjak era bersejarah dan hanya melalui perubahan yang minima dari segi fungsi utamanya. Perpustakaan memainkan peranan penting dalam sesebuah tamadun dalam menghimpun maklumat atau catatan akademik, aktiviti pentadbiran, keagamaan dan sebagainya (Anameriç & Rukanci 2009). Reka bentuk bangunan perpustakaan bersejarah juga perlu mendapat pencahayaan siang yang mencukupi bagi memenuhi fungsinya. Pemilihan bangunan perpustakaan dalam kajian ini juga menepati beberapa kriteria yang menjadi skop penyelidikan ini.

Kriteria pemilihan bangunan perpustakaan dalam kajian ini adalah seperti berikut :

1. Bangunan perpustakaan yang mempunyai ruang bacaan yang mengutamakan pencahayaan semula jadi
2. Bangunan perpustakaan yang ketinggiannya di antara 1 hingga 7 tingkat
3. Bangunan perpustakaan yang mempunyai kepentingan sejarah bagi melihat penggunaan pencahayaan semula jadi pada zaman yang berbeza

Dua bangunan perpustakaan terkenal sebelum kurun ke-20 telah dipilih iaitu Biblioteca Marciana di Venice, Itali dan Bibliotheque St Genevieve di Paris, Perancis. Selain itu dua bangunan perpustakaan selepas kurun ke-20 turut dipilih untuk kajian ini, iaitu Phillips Exeter Academy Library di Amerika Syarikat dan Calgary Central Library di Kanada. Pemilihan yang dibuat adalah bagi mengkaji penggunaan panduan mudah pencahayaan siang dalam reka bentuk bangunan perpustakaan tersebut.

FASA KEDUA : KAEDAH KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka dijalankan bagi mengenalpasti dan memahami strategi reka bentuk perpustakaan yang melibatkan penggunaan pencahayaan semula jadi. Perkara yang dikaji merangkumi panduan mudah pencahayaan siang dalam bangunan yang berkaitan. Selain itu, kajian sejarah mengenai bangunan kajian dijalankan melalui pembacaan buku-buku sejarah senibina serta artikel-artikel penyelidikan di dalam jurnal. Seterusnya, data perolehan dianalisa secara deduksi melalui lukisan pelan, keratan dan tampak bangunan serta gambar-gambar bangunan yang ditemui di dalam kajian pustaka. Maklumat ini dikaitkan dengan panduan mudah pencahayaan siang secara deduksi dengan membuat anggaran dimensi menggunakan lukisan pelan, lukisan-lukisan lain yang berkaitan dan gambar foto.

FASA KETIGA : ANALISIS DAN SINTESIS DATA

Data yang dikumpul direkod dan dianalisa menggunakan perisian Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corp., Redmont, WA, USA). Selain itu, pelan tapak bangunan dilukis semula menggunakan perisian Autocad 2019 (Autodesk, Inc. California, USA). Perisian Sketchup 2017 (Trimble, Inc) digunakan untuk mengkaji reka bentuk bangunan perpustakaan yang dikaji dengan pembangunan gambaran

3D reka bentuk bangunan tersebut. Selain itu, Sketchup 3D Warehouse dan laman sesawang Bibliocad digunakan untuk mencari informasi serta model 3D bangunan perpustakaan kajian.

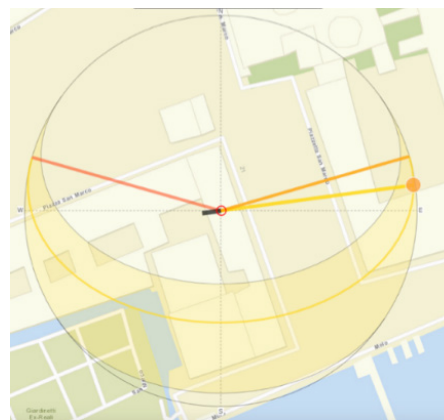
Data dan maklumat yang dikumpul kemudiannya ditabulasi menggunakan Microsoft Excel 2016 bagi analisa perbandingan untuk mencari perbezaan dan persamaan kaedah pencahayaan siang di antara reka bentuk bangunan perpustakaan yang berbeza gaya reka bentuk dan era binaan.

ANALISA BANGUNAN PERPUSTAKAAN

Reka bentuk bangunan-bangunan perpustakaan yang dipilih dibincangkan serta penggunaan panduan mudah pencahayaan siang dikaji aplikasinya di dalam reka bentuk bangunan tersebut.

KAJIAN KES 1 : BIBLIOTECA NAZIONALE MARCIANA, VENICE, ITALI

Bangunan Biblioteca Marciana terletak di 45°25'54"N 12°20'42"E, Venice, Itali dan mempunyai iklim Mediterranean. Orientasi bangunan fakad utama Biblioteca Marciana menghadap ke arah timur dan mendapat pancaran matahari yang banyak. Orientasi ini dapat membenarkan pencahayaan semula jadi masuk ke dalam ruang bangunan tanpa halangan.



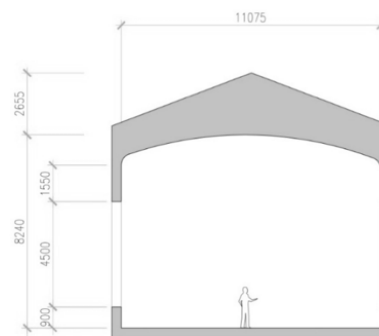
RAJAH 1. Gambar menunjukkan pergerakan matahari di tapak menggunakan aplikasi SunCalc.org

Hasil tinjauan reka bentuk bangunan Biblioteca Marciana, terutamanya pada ruang bacaan perpustakaan tersebut menunjukkan beberapa panduan mudah pencahayaan siang yang digunakan oleh Jacopo Sansovino, arkitek zaman Renaissance yang telah mereka bentuk bangunan ini.

Arkitek-arkitek pada zaman *Renaissance* terkenal dengan pengamalan semula prinsip-prinsip reka bentuk Yunani dan Romawi seperti yang disarankan oleh Vitruvius di dalam bukunya *De Architectura* (Moffett et al. 2014). Oleh yang demikian, bangunan Biblioteca Marciana boleh dirumuskan sebagai hasil pengolahan reka bentuk berdasarkan prinsip-prinsip seni bina Vitruvius.

Melalui lukisan pelan dan model 3D kajian pustaka, saiz ruang bangunan ini telah dianggarkan melalui pembangunan model digital menggunakan perisian AutoCAD dan Sketchup. Walaubagaimanapun, ketepatan saiz pelan tertakluk kepada lukisan asal oleh arkiteknya, Jacopo Sansovino dan anggaran yang dibuat hanyalah untuk mengenal pasti panduan mudah pencahayaan yang mungkin telah digunakan.

Didapati pelan lantai ruang bacaan bangunan ini mempunyai had kedalaman 11 meter dari dinding ke dinding dan anggaran panjang ruang adalah 30 meter serta jarak siling dari permukaan lantai setinggi 8.3 meter. Selain itu, bangunan Biblioteca Marciana juga mempunyai ketinggian bukaan tingkap 4.5 meter dan kelebaran tingkap 1.8 meter. Terdapat 14 tingkap kesemuanya pada dinding bangunan iaitu tiga pada dinding di bahagian utara, tujuh di dinding sebelah timur dan empat di dinding sebelah barat. Strategi pencahayaan siang yang digunakan boleh dikategorikan sebagai pencahayaan *trilateral*.



RAJAH 2. Lakaran keratan ruang bacaan Biblioteca Marciana

Dapat dilihat dalam Jadual 1 bahawa bangunan Biblioteca Marciana ini mematuhi tiga panduan mudah pencahayaan siang. Hasil kajian reka bentuk bangunan Biblioteca Marciana menunjukkan bahawa panduan mudah pencahayaan siang yang dikemukakan oleh Vitruvius telah diguna pakai dalam reka bentuk perpustakaan ini terutamanya di bahagian ruang bacaan.

JADUAL 1. Rumusan penggunaan panduan mudah (*rules of thumb*) pencahayaan siang bagi ruang bacaan Biblioteca Marciana

Panduan Mudah (<i>Rules of Thumb</i>)	Pematuhan <i>Rules of Thumb</i>	Penerangan
Limiting floor depth (D_f)	/	Kedalaman lantai mematuhi panduan mudah iaitu lebih kurang 5.5 meter dari satu bukaan dinding dan 11 meter bagi dua bukaan dinding. Oleh kerana terdapat bukaan pada dinding bertentangan, ini membolehkan pencahayaan semula jadi menerangi ruang bacaan dengan berkesan
Room Depth to Ceiling height ratio ($D_f:H_c$)		Ketinggian siling tidak mencapai nisbah 1 : 2. Oleh yang demikian, panduan ini tidak digunakan dalam reka bentuk perpustakaan ini.
Room Depth to Window Head Height Ratio ($D_f:H_{wh}$)		Nisbah kedalaman bilik kepada ketinggian bingkai atas tingkap adalah diantara 1:1.5 hingga 1:3. Ketinggian bingkai atas tingkap adalah 4.5m dan kedalaman ruang bagi satu bukaan adalah 5.5 meter. Oleh yang demikian, panduan ini tidak digunakan dalam reka bentuk perpustakaan ini.
Window Area to Wall Area Ratio ($A_g:A_w$)	/	Peratusan nisbah jumlah keluasan tingkap dan jumlah keluasan dinding didapati sebanyak 22.95%. Peratusan ini berada dalam lingkungan panduan popular 20%.
Window Area to Floor Area Ratios ($A_g:A_f$)	/	Peratusan nisbah jumlah keluasan tingkap dan keluasan lantai didapati sebanyak 31%. Peratusan ini berada dalam lingkungan panduan popular >25%.

KAJIAN KES 2 : BIBLIOTHEQUE ST GENEVIEVE, PARIS, PERANCIS

Bibliothèque St Genevieve adalah perpustakaan abad ke-19 yang direka bentuk oleh arkitek Henri Labrouste (Curtis 1996). Pada zaman ini, terdapat kepelbagaian gaya seni bina yang muncul oleh kerana kebebasan reka bentuk pada zaman neoklasik yang telah mengguna semula elemen seni bina klasik seperti seni bina Gothik, Islam, Yunani, Romawi dan Mesir purba serta dipengaruhi oleh negara-negara di bawah jajahan kuasa-kuasa Eropah, seperti seni bina Moor dan India (Moffett et al. 2014)

Terdapat kepelbagaian gaya seni bina di era ini dengan kemajuan dalam bidang pembinaan dan teknologi bangunan. Terdapat perubahan besar dalam teknologi pembinaan disebabkan oleh penggunaan keluli, konkrit dan gelas besar sebagai bahan binaan. Bibliothèque St Genevieve merupakan seni bina perpustakaan yang terkenal dengan pembinaan keluli di era ini.

Bibliothèque St Genevieve terletak di 48°50'47"N 2°20'42"E di Paris, Perancis dan mengalami iklim Kontinental. Orientasi bangunan berada pada paksi tenggara-barat laut di mana luas permukaan terkecil menghadap matahari terbit dan terbenam dan fakad utama mendapat pancaran matahari yang banyak sepanjang tahun seperti yang dapat dilihat dalam Rajah 3.

Fakad utama Bibliothèque St Genevieve berhadapan dengan jalan utama Place du Pantheon dan bangunan Pantheon. Pada era itu, reka bentuk bangunan bercirikan gaya rupa revivalisme reka bentuk klasik dari Yunani dan Rom (Moffett et al. 2014). Oleh yang demikian, bagi mengekalkan kesinambungan gaya seni bina di sekitar tapak, Henri Labrouste menggunakan gaya rupa Neo-Classicism untuk fakad bangunan.

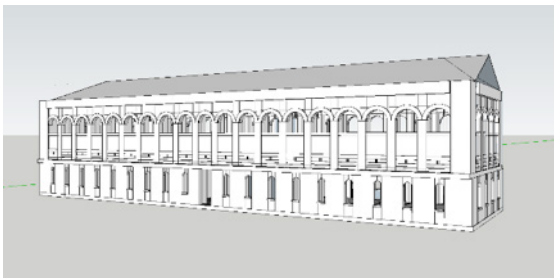
Walaubagaimanapun, inovasi reka bentuk Henri Labrouste terserlah pada ruang dalam bangunan di mana

penggunaan rasuk keluli melengkung yang terdedah (*exposed cast iron*) dan bukaan yang luas memberi perasaan yang lapang kepada pengguna di dalam ruang bacaan. Selain itu, bukaan tingkap yang tinggi pada dinding memberi pencahayaan semula jadi yang banyak.



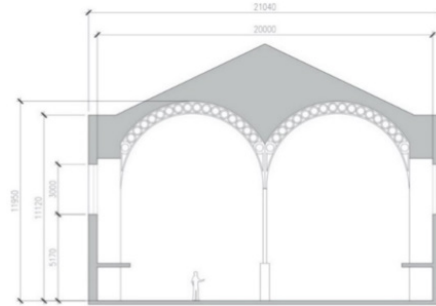
RAJAH 3. Gambar menunjukkan pergerakan matahari menggunakan aplikasi Sunalc.org

Melalui lukisan pelan dan keratan rentas bangunan yang diperolehi daripada kajian pustaka serta model 3D di Bibliocad, saiz ruang bacaan utama bangunan perpustakaan telah dianggarkan dan dilukis semula menggunakan perisian AutoCAD.



RAJAH 4. Model 3D Bibliotheque St Genevieve yang dibangunkan menggunakan AutoCAD.

Bangunan Bibliotheque St Genevieve di Paris, Perancis mempunyai kedalaman lantai 20 meter, panjang bangunan 75 meter dan ketinggian siling 12 meter. Selain itu, ketinggian tingkap adalah 3 meter dengan kelebaran 3 meter. Bagi menyelesaikan masalah pencahayaan semula jadi bagi pelan lantai yang dalam, Henri Labrouste menyediakan bukaan tingkap pada setiap fakad bangunan terutamanya di bahagian selatan bangunan. Terdapat 46 buah tingkap di seluruh fakad bangunan, iaitu 19 di fakad utara, 19 di fakad selatan, 4 di fakad timur dan 4 di fakad barat



RAJAH 5. Lakaran keratan ruang bacaan Bibliotheque St Genevieve.

Hasil dapatan kajian ini (Jadual 2) menunjukkan bahawa 4 panduan mudah pencahayaan siang telah digunakan dalam reka bentuk bangunan Bibliotheque St Genevieve. Henri Labrouste memanfaatkan penggunaan panduan mudah pencahayaan bagi memaksimumkan penggunaan pencahayaan semula jadi bagi menerangi ruang bacaan. Penggunaan gerbang keluli (*cast iron arches*) pada ruang dalaman dan siling yang tinggi bukan sahaja menjadi satu ciri reka bentuk yang mengubah hala tuju seni bina pada era tersebut, tetapi juga memberi inspirasi kepada seni bina moden dalam menggunakan bahan binaan dan teknologi baru serta menerapkan elemen pencahayaan semulajadi.

JADUAL 2. Rumusan penggunaan panduan mudah (*rules of thumb*) bagi ruang bacaan Bibliotheque St Genevieve

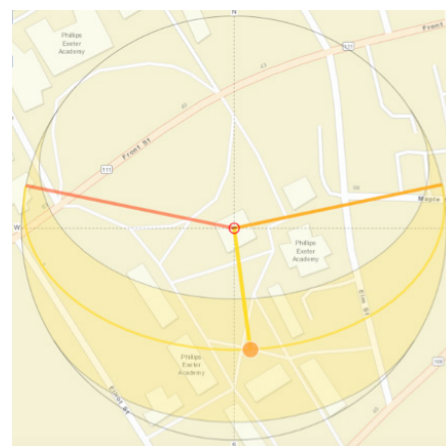
Panduan Mudah (<i>Rules of Thumb</i>)	Pematuhan <i>Rules of Thumb</i>	Penerangan
Limiting floor depth (D_f)	/	Kedalaman lantai tidak mematuhi panduan mudah pencahayaan. Walaubagaimanapun, oleh kerana terdapat bukaan pada dua dinding bertentangan, serta ruang tengah yang dilengkapi bukaan bumbung, kedalaman ruang bacaan dari satu bukaan tidak melebihi 9 meter. Oleh yang demikian panduan mudah kedalaman lantai masih diamalkan dalam reka bentuk Bibliotheque St Genevieve.
Room Depth to Ceiling height ratio ($D_f:H_c$)	/	Ketinggian siling tidak mencapai ratio 1 : 2 oleh itu panduan ini tidak digunakan dalam reka bentuk perpustakaan ini.
Room Depth to Window Head Height Ratio ($D_f:H_{wh}$)	/	Nisbah kedalaman bilik kepada ketinggian bingkai atas tingkap adalah di antara 1:1.5 hingga 1:3. Ketinggian tingkap adalah 3meter dan kedalaman ruang bagi satu bukaan adalah 10 meter dan mempunyai purata nisbah sebanyak 1 : 3. Oleh yang demikian, panduan ini digunakan dalam reka bentuk perpustakaan ini.
Window Area to Wall Area Ratio ($A_g:A_w$)	/	Peratusan nisbah jumlah keluasan tingkap dan jumlah keluasan dinding didapati sebanyak 20%. Peratusan ini masih berada dalam lingkungan panduan popular.
Window Area to Floor Area Ratios ($A_g:A_f$)	/	Peratusan nisbah jumlah keluasan tingkap dan keluasan lantai didapati sebanyak 27%. Ini menunjukkan bahawa panduan mudah popular masih dipakai dalam reka bentuk bangunan perpustakaan ini.

KAJIAN KES 3 : PHILLIPS EXETER ACADEMY LIBRARY, EXETER, AMERIKA SYARIKAT

Bangunan Phillips Exeter Academy Library ini terletak di 42°58'43"N 70°56'57"W, Exeter, New Hampshire, Amerika Syarikat yang mengalami iklim sejuk sederhana. Orientasi bangunan Phillips Exeter Academy Library berada pada paksi timur laut dan mendapat pancaran matahari yang banyak dari arah selatan. Walaubagaimanapun oleh kerana faktor iklim, fakad bangunan mempunyai luas permukaan yang sama bagi mendapat pancaran matahari yang sekata. Kedudukan matahari sepanjang tahun dapat dilihat dalam Rajah 6.

Bangunan Phillips Exeter Academy Library ini kelihatan seragam dari setiap fakad bangunan. Namun, hakikatnya adalah terdapat sedikit perbezaan pada setiap fakad bagi mengoptimisasikan pencahayaan semula jadi. Menurut Wiggins (1997), terdapat beberapa variasi ukuran tingkap yang digunakan sebagai usaha mendapatkan kualiti pencahayaan semula jadi yang berkesan dalam ruang bacaan.

Bangunan Phillips Exeter Academy Library ini berbeza dengan bangunan perpustakaan yang dibincangkan sebelum ini. Bangunan Phillips Exeter Academy Library mempunyai 5 tingkat dan ruang bacaan berada di sekeliling plan lantai bersebelahan dengan tingkap (Shih et al., 2010). Pelan lantai dari Bibliocad menjadi rujukan utama bagi mendapatkan dimensi ruang bangunan Phillips Exeter Academy Library. Selain itu, model 3D Sketchup yang dibangunkan memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai kedalaman ruang perpustakaan ini. Oleh kerana pelan lantai ruang bacaan adalah sama, kajian ini akan menumpukan perhatian pada tingkat 4 dan 5 bagi tujuan menganalisa penggunaan pencahayaan semula jadi dalam ruang bacaan.



RAJAH 6. Gambar pergerakan matahari bagi bangunan Phillips Exeter Academy Library menggunakan aplikasi SunCalc.org

Melalui kajian bangunan Phillips Exeter Academy Library, didapati bahawa kedalaman lantai ruang bacaan dari bukaan tingkap adalah sebanyak 4.5 meter dan dari bukaan tingkap ke permulaan atrium adalah sebanyak 11 meter. Tingkap bangunan mempunyai ketinggian 3.9 meter dan kelebaran 2.2 meter. Ketinggian siling ruang rak buku adalah 2.45 meter dan ketinggian siling di ruang bacaan adalah sebanyak 5.5 meter. Hasil analisa ruang ini dan penggunaan panduan mudah pencahayaan siang dapat dirumuskan dalam Jadual 3.

JADUAL 3. Rumusan penggunaan panduan mudah (*rules of thumb*) bagi ruang bacaan Phillips Exeter Academy Library

Panduan Mudah (<i>Rules of Thumb</i>)	Pematuhan <i>Rules of Thumb</i>	Penerangan
Limiting floor depth (D_f)	/	Walaupun terdapat bukaan pada ruang atrium yang diterangi cahaya semula jadi dari bumbung bangunan, ia tidak mencukupi bagi menerangi ruang dalaman bangunan. Walaubagaimanapun, had jarak ruang bacaan dari tingkap bangunan adalah sebanyak 4.5 meter iaitu berada di dalam lingkungan jarak panduan mudah.
Room Depth to Ceiling height ratio ($D_f:H_c$)	/	Bagi ruang bacaan, ketinggian siling adalah sebanyak 5 meter dan tidak mencapai ratio 1 : 2. Oleh yang demikian, panduan mudah ini tidak digunakan dalam reka bentuk perpustakaan ini.
Room Depth to Window Head Height Ratio ($D_f:H_{wh}$)	/	Nisbah kedalaman bilik kepada ketinggian bingkai atas tingkap adalah di antara 1:1.5 hingga 1:3. Ketinggian tingkap adalah 3.9m dan kedalaman ruang bacaan satu bukaan adalah 4.5 meter. Walaubagaimanapun, oleh kerana kedalaman pelan lantai (ruang bacaan dan ruang rak buku) adalah sebanyak 11 meter ia masih berada dalam lingkungan nisbah panduan mudah yang biasa digunakan.
Window Area to Wall Area Ratio ($A_g:A_w$)	/	Peratusan nisbah jumlah keluasan tingkap dan jumlah keluasan dinding didapati sebanyak 46%. Peratusan ini adalah agak besar berbanding panduan mudah yang biasa
Window Area to Floor Area Ratios ($A_g:A_f$)	/	Peratusan nisbah jumlah keluasan tingkap dan keluasan lantai didapati sebanyak 20%. Ini menunjukkan panduan mudah dipakai dalam reka bentuk bangunan perpustakaan ini.



RAJAH 7. Keratan pada tingkat 4 & 5 bangunan Phillips Exeter Academy Library. Terdapat ruang lompong dari tingkap ke pelan lantai tingkat 5 dimana pencahayaan semula jadi menerangi kedua-dua aras.

KAJIAN KES 4 : CALGARY CENTRAL LIBRARY, CALGARY, KANADA

Sebilangan besar perpustakaan awal sebelum abad ke-20 merupakan institusi penyimpanan buku untuk perkongsian ilmu. Fungsi perpustakaan sekarang tidak hanya tertumpu kepada penyimpanan maklumat dan sepatutnya mampu digunakan oleh masyarakat secara interaktif. Pada zaman dahulu, hanya raja-raja, golongan bangsawan dan orang-orang keagamaan sahaja yang dibenarkan menggunakan perpustakaan. Kini, keadaan telah berubah dan kadar literasi awam jauh lebih tinggi daripada abad-abad sebelum ini. Perpustakaan pada abad ini juga menghadapi cabaran baru, kesan daripada kemunculan maklumat digital dan perpustakaan digital.

Calgary Central Library di Calgary, Kanada adalah contoh terbaik inovasi ini. Ini adalah penggabungan sempurna seni bina dan pengaturcaraan yang inovatif dengan perancangan yang jelas dalam visi dan proses reka bentuk yang berpusat pada manusia serta pelaksanaan seni bina yang sempurna bagi menghasilkan pengalaman pengunjung yang unik. (Meilleur, 2020). Hasil kerjasama di antara syarikat antarabangsa Snohetta dan syarikat DIALOG, perpustakaan ini yang dilancarkan pada tahun 2018, telah

mengubah cara masyarakat setempat menggunakan perpustakaan serta kepentingannya kepada komuniti. Perpustakaan ini dirancang sebagai sebahagian daripada hab kebudayaan bandar Calgary yang berfokus kepada kemasyarakatan dan kebolehcapaian kepada semua orang dari pelbagai lapisan masyarakat.

Calgary Central Library terletak di 51°02'43"N 114°03'14"W, Calgary, Alberta, Kanada dan mengalami iklim Temperate. Oleh yang demikian, pencahayaan semula jadi bukan hanya penting dalam memastikan pengguna mendapat pencahayaan yang secukupnya, tetapi juga memberi haba kepada ruang dalam bangunan



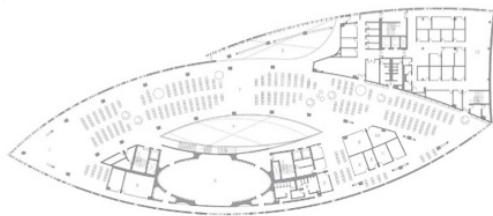
RAJAH 8. Gambar pergerakan matahari menggunakan aplikasi Suncalc.org

Bagian luar bangunan menggunakan fakad aluminium putih tettingkap dan aluminium berbentuk poligonal yang berfungsi sebagai sistem dinding gantung (*curtain wall*) serta memberi corak seperti buku terbuka. Fakad perpustakaan ini juga dilengkapi dengan kaca bercetak (*fritted glass*) bagi mengurangkan silau dan membantu mengurangkan kos penyejukan dalam bangunan

pada musim panas. Penggunaan dinding kaca ini juga membenarkan pencahayaan semula jadi memasuki ruang dalam perpustakaan.

Kedalaman pelan lantai perpustakaan adalah terhad oleh kerana terdapat ruang atrium tengah dengan bukaan atas yang digelar *oculus* bagi membenarkan cahaya siang masuk. Penggunaan tingkap besar dan pencahayaan dari atrium tengah membenarkan pencahayaan semula jadi yang berkesan memasuki ruang bacaan. Oleh kerana bangunan ini mempunyai lebih daripada satu tingkat serta berskala besar, hanya ruang bacaan di tingkat empat sahaja yang dikaji untuk artikel ini.

Tinjauan pada pelan lantai Calgary Central Library mendapati elemen *oculus* dan ruang lompong digunakan sebagai kaedah menghadkan kedalaman lantai bangunan serta membenarkan pencahayaan semula jadi ke dalam ruang sirkulasi. *Oculus* memberi pencahayaan semula jadi yang boleh diklasifikasikan sebagai *lume vivo perpendicolare* iaitu pencahayaan yang terang dari sumber yang bersudut tepat dengan permukaan ruang dalaman seperti permukaan kawasan laman tengah (*courtyard*) bangunan. Oleh yang demikian, ruang bacaan mendapat pencahayaan siang dari ruang lompong serta pencahayaan dari bukaan tingkap.



RAJAH 9. Pelan lantai aras empat menunjukkan ruang bacaan serta penggunaan ruang lompong yang menghadkan kedalaman lantai bangunan.



RAJAH 10. Keratan bangunan Calgary Central Library yang menunjukkan penggunaan bukaan tengah bangunan atau *oculus* bagi menghadkan kedalaman lantai.

Calgary Central Library merupakan sebuah contoh perpustakaan moden pada abad ke-21 yang berbeza daripada perpustakaan-perpustakaan yang dibincangkan sebelum ini. Calgary Central Library ini dibina dengan teknologi dan bahan binaan yang jauh lebih maju daripada kajian kes sebelum ini dan ini membolehkan arkitek Snohetta dan DIALOG mereka bentuk sebuah bangunan yang responsif terhadap iklim dan persekitaran.

Hasil analisa Jadual 4, mendapati Calgary Central Library, yang mula beroperasi sejak tahun 2018, mematuhi 3 panduan mudah pencahayaan siang yang dikaji. Ini menunjukkan penggunaan panduan mudah pencahayaan siang yang dicadangkan oleh Vitruvius masih relevan walaupun arkitek bangunan Calgary Central Library tidak menyuarakan penggunaan panduan mudah tersebut.

PERBINCANGAN

Pencahayaan semula jadi merupakan keperluan penting dalam sesebuah pembangunan. Bangunan yang dikaji dalam artikel ini menunjukkan beberapa usaha dan langkah yang digunakan oleh arkitek era berbeza dalam menggunakan panduan mudah pencahayaan siang. Walaupun bahan rujukan pustaka tidak menyatakan penggunaan panduan

JADUAL 4. Rumusan penggunaan panduan mudah (*rules of thumb*) bagi ruang bacaan Calgary Central Library

Panduan Mudah (<i>Rules of Thumb</i>)	Pematuhan <i>Rules of Thumb</i>	Penerangan
Limiting floor depth (D_f)	/	Penggunaan <i>oculus</i> dan bukaan tengah bangunan menghadkan kedalaman lantai dari satu bukaan. Oleh yang demikian, bangunan ini mematuhi panduan mudah pencahayaan siang
Room Depth to Ceiling height ratio ($D_r:H_c$)		Bagi ruang bacaan, ketinggian siling adalah sebanyak 4.3 meter dan tidak mencapai ratio 1 : 2. Oleh yang demikian, panduan mudah pencahayaan siang ini tidak digunakan dalam reka bentuk.
Room Depth to Window Head Height Ratio ($D_r:H_{wh}$)		Nisbah kedalaman bilik kepada ketinggian bingkai atas tingkap adalah di antara 1:1.5 hingga 1:3. Oleh kerana tingkap diintegrasikan sekali dengan fakad bangunan, ketinggian tingkap tidak dapat dinyatakan dengan jelas. Oleh yang demikian, andaian boleh dibuat sebagai tidak memenuhi panduan mudah pencahayaan siang ini
Window Area to Wall Area Ratio ($A_g:A_w$)	/	Peratusan nisbah jumlah keluasan tingkap dan jumlah keluasan dinding gambaran yang dikaji didapati sebanyak 68%. Walaubagaimanapun, oleh kerana fakadnya yang menggunakan corak tingkap dan fakad yang tidak konvensional, peratusan ini boleh dikategorikan sebagai mematuhi panduan mudah pencahayaan siang.
Window Area to Floor Area Ratios ($A_g:A_f$)	/	Peratusan nisbah jumlah keluasan tingkap dan keluasan lantai didapati sebanyak 50%. Walaubagaimanapun, fakad bangunan serta corak tingkap berbeza daripada kaedah reka bentuk konvensional. Oleh yang demikian, bangunan ini boleh dianggap sebagai mematuhi panduan mudah pencahayaan siang

mudah pencahayaan siang secara khusus, namun ia dapat dirumuskan melalui parameter ruang yang digunakan. Daripada kajian yang bersifat deduktif ini penggunaan panduan mudah pencahayaan siang didapati masih dipraktikkan dalam bangunan sehingga kini.

HASIL KAJIAN : ANALISA BANGUNAN PERPUSTAKAAN

Hasil kajian ke atas empat buah bangunan perpustakaan era berlainan didapati terdapat persamaan dalam penerapan panduan mudah pencahayaan siang yang digunakan dalam reka bentuk seperti yang dikategorikan dalam Jadual 5.

JADUAL 5. Rumusan penggunaan panduan mudah (*rules of thumb*) pencahayaan siang dalam bangunan kajian kes.

<i>Panduan Mudah (Rules of Thumb)</i>	<i>Pematuhan Rules of Thumb</i>	Bangunan
Limiting floor depth (D_p)	4	Biblioteca Marciana Bibliotheque St Genevieve Phillips Exeter Academy Library Calgary Central Library
Room Depth to Ceiling height ratio ($D_f:H_c$)	0	Tiada
Room Depth to Window Head Height Ratio ($D_f:H_{wh}$)	2	Bibliotheque St Genevieve Phillips Exeter Academy Library
Window Area to Wall Area Ratio ($A_g:A_w$)	4	Biblioteca Marciana Bibliotheque St Genevieve Phillips Exeter Academy Library Calgary Central Library
Window Area to Floor Area Ratios ($A_g:A_p$)	4	Biblioteca Marciana Bibliotheque St Genevieve Phillips Exeter Academy Library Calgary Central Library.

PENGUNAAN PANDUAN MUDAH PENCAHAYAAN SIANG *LIMITING FLOOR DEPTH* (D_p)

Jadual 6 menunjukkan penggunaan panduan mudah pencahayaan siang D_f dalam pelan lantai bangunan kajian. Dari jadual tersebut, dapat dirumuskan bahawa kesemua bangunan kajian menggunakan panduan mudah pencahayaan siang ini.

Bagi bangunan Bibliotheque St Genevieve pula, penggunaan panduan mudah pencahayaan siang ini juga memberi pencahayaan yang secukupnya kedalam ruang bangunan tanpa memerlukan lampu elektrik, yang pada era itu masih dalam peringkat awal. Walaupun kedalaman lantai adalah sebanyak 20 meter bagi dua bukaan, namun terdapat bukaan tengah pada bumbung bangunan. Oleh yang demikian, kedalaman ruang bacaan boleh dianggap kurang daripada 10 meter dari satu bukaan.

Seterusnya, didapati ruang bacaan bangunan Phillips Exeter Academy Library juga menggunakan panduan mudah pencahayaan siang ini dengan mengehendkan kedalaman ruang bacaan sebanyak 4.5 meter dari satu bukaan. Selain itu, penggunaan ruang bacaan individu atau dikenali sebagai *study carrels* terletak bersebelahan dengan tingkap dan mempunyai kekisi yang memberi pengguna akses bagi mengawal jumlah pencahayaan semula jadi yang diperlukan.

Jadual 5 menunjukkan kesemua bangunan kajian kes telah menggunakan 3 panduan mudah pencahayaan siang iaitu D_f , $A_g:A_w$ dan $A_g:A_f$. Selain itu, dua daripada empat kajian kes iaitu bangunan Bibliotheque St Genevieve dan bangunan Phillips Exeter Academy Library mematuhi syarat panduan mudah pencahayaan $D_f:H_{wh}$. Akhir sekali, didapati tiada bangunan dalam kajian kes menggunakan panduan mudah pencahayaan siang nisbah kedalaman lantai kepada ketinggian siling ($D_f:H_c$) dalam reka bentuk.

Akhir sekali, bangunan Calgary Central Library juga mengamalkan panduan mudah pencahayaan siang ini dengan mereka bentuk ruang sirkulasi di bahagian tengah bangunan yang berfungsi sebagai ruang lompong atau void yang jauh daripada bukaan pada fakad. Selain itu, terdapat elemen *oculus* di bahagian ruang sirkulasi yang menerangi ruang dalaman bangunan. Menurut Nik Ibrahim (2019), penggunaan elemen *oculus* ini boleh disifatkan sebagai pencahayaan luaran seperti dalam laman dalaman bangunan (*courtyard*). Oleh yang demikian, penggunaan kedua elemen ini memberi had kepada pelan lantai perpustakaan bagi memastikan pencahayaan semula jadi dapat memasuki ruang bacaan dengan berkesan.

Oleh yang demikian, dapat dirumuskan bahawa penggunaan panduan mudah pencahayaan siang ini adalah pendekatan yang termudah serta yang sering digunakan oleh arkitek pelbagai era bagi mengoptimisasikan pencahayaan semula jadi yang dapat menerangi ruang dalam dengan berkesan. Selain itu, penggunaan panduan mudah pencahayaan siang ini bukan sahaja sesuai digunakan dalam reka bentuk perpustakaan, tetapi untuk setiap tipologi bangunan yang menggunakan pencahayaan semula jadi secara optimum.

JADUAL 6. Rumusan penggunaan panduan mudah (*rules of thumb*) D_f dalam bangunan kajian kes

<i>Limiting floor depth (D_f)</i>	Gaya seni bina	Kedalaman lantai
Biblioteca Nazionale Marciana	<i>Renaissance</i>	Lebih kurang 5.5m dari satu bukaan dan 11 meter untuk dua bukaan
Bibliothèque St Genevieve	<i>Eclecticism</i>	Kurang daripada 10m dari satu bukaan dan 20m untuk dua bukaan
Phillips Exeter Academy Library	<i>Modern</i>	4.5m dari satu bukaan
Calgary Central Library	<i>Post-Modern</i>	Walaupun kedalaman yang tepat tidak dapat dikenal pasti, penggunaan ruang lompong (<i>void</i>) dan <i>oculus</i> di dalam ruang sirkulasi bangunan menghadkan kedalaman lantai bangunan dari satu bukaan.

PENGUNAAN PANDUAN MUDAH PENCAHAYAAN SIANG WINDOW AREA TO WALL AREA RATIO ($A_g:A_w$)

Jadual 7 menunjukkan bangunan yang menggunakan panduan mudah pencahayaan siang $A_g:A_w$ yang menggunakan peratusan keluasan tingkap kepada keluasan dinding. Menurut Ibrahim (2019) terdapat beberapa peratusan yang diterima oleh beberapa ahli penyelidik pencahayaan

semula jadi dan arkitek. Peratusan ini didapati berada pada lingkungan 15% sehingga 50% bukaan.

Walaupun bagaimanapun, penggunaan nisbah ini bergantung kepada fakad serta estetik rupa bentuk bangunan seperti yang dapat dilihat dalam JADUAL 5, di mana peratusan nisbah bagi bangunan Calgary Central Library melebihi peratusan yang biasa dicadangkan dalam panduan mudah pencahayaan siang.

JADUAL 7. Rumusan penggunaan panduan mudah (*rules of thumb*) $A_g:A_w$ dalam bangunan kajian kes

<i>Window Area to Wall Area Ratio ($A_g:A_w$)</i>	Gaya seni bina	Peratusan $A_g:A_w$
Biblioteca Nazionale Marciana	<i>Renaissance</i>	23%
Bibliothèque St Genevieve	<i>Eclecticism</i>	20%
Phillips Exeter Academy Library	<i>Modern</i>	46%
Calgary Central Library	<i>Post-Modern</i>	68%

PENGUNAAN PANDUAN MUDAH PENCAHAYAAN SIANG: WINDOW AREA TO FLOOR AREA RATIO ($A_g:A_f$)

Jadual 8 menunjukkan hasil analisa ke atas bangunan-bangunan kajian kes, didapati kesemua bangunan ini menepati had minima panduan mudah pencahayaan siang $A_g:A_f$ iaitu peratusan keluasan tingkap kepada keluasan lantai. Menurut Nik Ibrahim & Hayman (2009), panduan mudah pencahayaan siang ini adalah yang paling mudah untuk diaplikasikan dalam garis panduan serta piawai pembinaan seperti dalam UBBL dimana peratusan pencahayaan dan pengudaraan semula jadi perlu menepati 10% daripada keseluruhan keluasan sesebuah ruang. Menurut Nik Ibrahim & Kosman (2010) terdapat beberapa

pendapat lain daripada ahli penyelidik bahawa had minima sesebuah ruang perlulah menepati 20% keluasan tingkap kepada keluasan lantai bagi pencahayaan semula jadi yang baik.

Setelah mengkaji setiap bangunan, penggunaan nisbah ini lebih bergantung kepada reka bentuk fakad bangunan serta keluasan setiap tingkap pada bangunan. Bangunan Phillips Exeter Academy Library didapati mempunyai nisbah peratusan yang paling rendah, diikuti oleh Bibliothèque St Genevieve, Biblioteca Marciana dan akhir sekali Calgary Central Library. Kesemua bangunan ini menepati had minima pencahayaan semula jadi yang dicadangkan walaupun mempunyai reka bentuk yang berbeza.

JADUAL 8. Rumusan penggunaan panduan mudah (*rules of thumb*) $A_g:A_f$ dalam bangunan kajian kes

<i>Window Area to Floor Area Ratios ($A_g:A_f$)</i>	Gaya seni bina	Peratusan $A_g:A_f$
Biblioteca Nazionale Marciana	<i>Renaissance</i>	31%
Bibliothèque St Genevieve	<i>Eclecticism</i>	27 %
Phillips Exeter Academy Library	<i>Modern</i>	20%
Calgary Central Library	<i>Post-Modern</i>	50%

PENGGUNAAN PANDUAN MUDAH PENCAHAYAAN SIANG: ROOM DEPTH TO WINDOW HEAD HEIGHT RATIO ($D_f:H_{wh}$)

Analisa kajian kes mendapati bahawa terdapat dua buah bangunan yang mengaplikasikan panduan mudah pencahayaan siang $D_f:H_{wh}$. Bangunan ini adalah bangunan Bibliotheque St Genevieve dan bangunan Phillips Exeter Academy Library. Menurut Nik Ibrahim (2019), nisbah panduan mudah pencahayaan siang ini yang biasa adalah di antara 1:1.5 hingga 1:3. Kedua-dua bangunan ini didapati mematuhi nisbah 1:3 di mana kedalaman lantai adalah secara purata adalah tiga kali ganda ketinggian tingkap.

Bangunan Bibliotheque St Genevieve adalah antara contoh yang mudah dilihat penggunaan panduan mudah ini oleh kerana kedudukan tingkap serta ketinggian kepala tingkap yang membenarkan penglihatan pada langit terbuka. Selain itu, ketinggian kepala tingkap membenarkan

pencahayaan semula jadi boleh memasuki ruang bacaan dengan lebih mendalam.

Seterusnya bagi bangunan Phillips Exeter Academy Library pula, tinjauan pada pelan lantai dan keratan bangunan didapati bahawa pelan lantai bangunan ini bersilih ganti dan terdapat ruang lompong diantara tingkap pada tingkat 3 dan 5. Walaubagaimanapun, bagi memudahkan kajian ini, tingkat 4 dan 5 sahaja dikaji dengan lebih mendalam bagi mengenalpasti penggunaan panduan mudah pencahayaan semula jadi. Tingkap yang digunakan pada fakad bangunan bukan sahaja menerangi ruang bacaan di tingkat 4, tetapi ia juga menerangi ruang di tingkat 5. Oleh yang demikian, ia boleh dianggap sebagai pengaplikasian panduan mudah ini kerana kedalaman lantai mematuhi nisbah 1:3 yang dibincangkan dalam kajian pustaka. Rumusan penggunaan panduan mudah ini diunjukkan dalam Jadual 9.

JADUAL 9. Rumusan penggunaan panduan mudah (*rules of thumb*) $D_f:H_{wh}$ dalam bangunan kajian kes

Room Depth to Window Head Height Ratio ($D_f:H_{wh}$)	Gaya seni bina	Pematuhan nisbah
Bibliotheque St Genevieve	<i>Eclecticism</i>	1:3
Phillips Exeter Academy Library	<i>Modern</i>	1:3

PENGGUNAAN PANDUAN MUDAH PENCAHAYAAN SIANG: ROOM DEPTH TO CEILING HEIGHT RATIO ($D_f:H_c$)

Analisa pada kajian-kajian kes mendapati bahawa tiada bangunan yang memenuhi kriteria penggunaan panduan mudah pencahayaan $D_f:H_c$. Panduan mudah pencahayaan siang ini kurang digunakan oleh kerana keberkesannya masih tertakluk kepada ketinggian tingkap. Jika ketinggian tingkap tidak berubah, pencahayaan semula jadi tidak akan bertambah baik.

Nik Ibrahim (2019) juga menyatakan bahawa nisbah $D_f:H_c$ yang sering dikemukakan oleh ahli penyelidik adalah 1:2. Nisbah ini memberi kekangan kepada reka bentuk bangunan perpustakaan yang kebiasaannya menggunakan siling yang tinggi bagi ruang dalaman yang luas dan terbuka untuk ruang bacaan. Hasil tinjauan ke atas ke empat-empat bangunan kajian kes didapati penggunaan siling yang melebihi nisbah 1:2. Oleh yang demikian, dapat dirumuskan bahawa penggunaan nisbah panduan mudah pencahayaan siang ini untuk bangunan perpustakaan adalah kurang dipraktikkan.

KESIMPULAN

Empat bangunan dari berbeza era dipilih mengikut kriteria yang ditetapkan untuk dijadikan kajian kes bagi melihat penggunaan panduan mudah pencahayaan siang. Kajian ini mendapati bahawa terdapat tiga panduan mudah pencahayaan siang yang paling biasa digunakan iaitu D_f , $D_f:H_c$, $A_g:A_w$ dan $A_g:A_f$. Walaubagaimana pun, analisa lanjutan mendapati penggunaan panduan mudah pencahayaan siang yang konsisten pada kesemua bangunan kajian kes adalah D_f di mana had kedalaman pelan lantai bangunan menjadi kriteria

utama. Penggunaan panduan mudah $A_g:A_w$ dan $A_g:A_f$ pula menjadi kriteria sampingan di dalam bangunan yang dikaji.

Selain itu, kajian ini mendapati bahawa hanya 2 daripada 4 kajian kes yang dikenalpasti menggunakan panduan $D_f:H_{wh}$ iaitu bangunan Bibliotheque St Genevieve dan Phillips Exeter Academy Library. Manakala, bagi panduan mudah $D_f:H_c$ didapati tidak diaplikasikan pada bangunan perpustakaan yang dikaji.

Penggunaan lebih daripada satu panduan mudah pencahayaan siang dalam bangunan yang sama menunjukkan bahawa sesebuah reka bentuk senibina boleh mengaplikasikan beberapa panduan mudah bagi mendapatkan pencahayaan semula jadi yang berkesan. Kebolehsesuaian panduan mudah pencahayaan siang pada bangunan yang berbeza iklim, persekitaran, tapak serta era adalah bukti bahawa penggunaannya untuk memperolehi pencahayaan semula jadi yang mencukupi masih relevan sehingga kini walaupun ia telah lama digunakan semenjak kurun sebelum Masehi. Reka bentuk bangunan yang mengaplikasikan panduan mudah pencahayaan siang biasanya mempunyai pencahayaan siang yang baik di ruang dalaman.

Akhir sekali, panduan mudah pencahayaan siang adalah satu formula ringkas bagi membantu arkitek dalam mereka bentuk sebuah bangunan yang lestari dalam aspek pencahayaan serta mengurangkan penggunaan tenaga elektrik. Oleh yang demikian, para arkitek perlu memahami panduan mudah pencahayaan siang serta tatacara aplikasinya bagi memanfaatkan sumber pencahayaan semula jadi dalam membina sebuah seni bina yang lestari dan relevan sepanjang zaman.

PENGHARGAAN

Penulis ingin menyatakan setinggi penghargaan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia di atas penganugerahan geran GUP-2018-95 yang mencetuskan sebahagian daripada kajian pencahayaan siang ini.

RUJUKAN

- Åkerstedt, T. 1990. Psychological and psychophysiological effects of shift work. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 16: 67-73. www.jstor.org/stable/40965847
- Anameriç, H. & Rukanci, F. 2009. Libraries in the middle east during the Ottoman Empire (1517 – 1918) *Libri* 59(3), 145-154. doi: <https://doi.org/10.1515/libr.2009.014>
- Baker, N. & Steemers, K. 2014. *Daylight design of buildings: a handbook for architects and engineers*. Routledge.
- Benevolo, L. 1977. *History of Modern Architecture* (Vol. 2). Mit Press.
- Bokenberger, K., Ström, P., Aslan, A., Åkerstedt, T., & Pedersen, N. 2017. Shift work and cognitive aging: A longitudinal study. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 43(5): 485-493. Retrieved July 29, 2020, from www.jstor.org/stable/26386121.
- Borys, A. 2004. Lume di Lume: A theory of light and its effects. *Journal of Architectural Education* (1984) 57(4): 3-9. www.jstor.org/stable/40480505
- Cartwright, M. 2019. Libraries in the Ancient World. *Ancient History Encyclopedia*. <https://www.ancient.eu/article/1428/>
- Curtis, W.J. 1996. *Modern Architecture Since 1900*. Phaidon Press.
- Davis, C. 2002. Architecture and light: Vincenzo Scamozzi's statuary installation in the chiesetta of the Palazzo Ducale in Venice. *Annali di architettura* 14: 171-193.
- Freeberg, E. 2013. *The Age of Edison: Electric Light and the Invention of Modern America*. Penguin.
- Mirrahimi, S., Ibrahim, N. L. N. & Surat, M. 2013. Estimation daylight to find simple formulate based on the ratio of window area to floor area rule of thumb for classroom in Malaysia. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 6(5): 931-935.
- Moffett, M., Fazio, M.W., & Wodehouse, L. 2014. *A World History of Architecture*. 3rd edition. Laurence King Publishing.
- Meilleur, S. 2020. Building Calgary's New Central Library. *Journal of Library Administration* 60(2): 175-186.
- Nik Ibrahim, N.L. 2019. *Daylighting Rules of Thumb in Architecture*. Universiti Kebangsaan Malaysia
- Nik Ibrahim, N.L., & Hayman, S. 2010. Latitude variation and its influence on *Rules of Thumb* in daylighting. *Architectural Science Review* 53(4): 408-414.
- Nik Ibrahim, N.L., & Kosman, K.A. 2009. *Daylighting rule of thumb and typology*. University of Sydney.
- Othman, A.R., & Mazli, M.A.M. 2012. Influences of daylighting towards readers' satisfaction at Raja Tun Uda Public Library, Shah Alam. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 68,:244-257.
- Shih, C.M., Liou, F.J. & Johanson, R.E. 2010. The tectonic integration of Louis I. Kahn' s Exeter Library. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 9(1), 31-37.
- Wiggins, G. E. 1997. *Louis I. Kahn: The Library at Phillips Exeter Academy*. John Wiley & Sons.