

Pengudaraan Semula Jadi Reka Bentuk Seni Bina Masjid Vernakular: Kajian Kes Masjid Lama Linggi, Negeri Sembilan

(Natural Ventilation Vernacular Mosque Architecture Design: Case Study of Masjid Lama Linggi, Negeri Sembilan)

Noor Syahirah Abdul Aziz, Mohd Farid Mohamed & Bismiazan Abd Razak*

*Jabatan Seni Bina dan Alam Bina,
Fakulti Kejuruteraan dan Alam Bina, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia.*

*Corresponding author: bismiazan@ukm.edu.my

*Received 21 January 2025, Received in revised form 14 May 2025
Accepted 14 June 2025, Available online 30 September 2025*

ABSTRAK

Reka bentuk masjid vernakular diperkaya dengan elemen pasif seperti penggunaan tingkap yang banyak, bukaan luas, kisi-kisi, batu angin dan bukaan pada bumbung bertingkat. Strategi ini mencerminkan inisiatif pereka terdahulu untuk mencapai keselesaan pengguna melalui pengudaraan semula jadi yang efisien, di samping mengekalkan nilai warisan dan konteks setempat. Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam (UUKBS) menetapkan keperluan minimum pengudaraan semula jadi sebanyak 10% daripada keluasan lantai, dengan sekurang-kurangnya 5% bukaan tanpa halangan. Namun, peruntukan ini sering dijadikan had asas oleh pereka bentuk tanpa meneroka dengan lebih meluas potensi reka bentuk yang lebih efisien. Had ini sekali gus akan menyebabkan reka bentuk tidak mampu untuk mencapai tahap keselesaan yang terbaik kepada pengguna terutamanya keperluan pengudaraan semula jadi. Kajian ini menilai kesan peratusan bukaan yang berbeza terhadap prestasi pengudaraan semula jadi masjid berbanding ketetapan minimum UUKBS. Pendekatan kajian melibatkan tinjauan literatur, pemerhatian dan kajian lapangan terhadap Masjid Lama Linggi sebagai kajian kes. Hasil kajian menunjukkan bahawa peningkatan peratusan bukaan antara 10% hingga 60% disertai elemen tambahan seperti kisi-kisi, batu angin dan bukaan pada bahagian bumbung, dapat memperbaiki prestasi pengudaraan dan meningkatkan keselesaan pengguna. Penemuan ini dapat menjadi panduan kepada pereka bentuk masa kini dalam merangka strategi reka bentuk masjid yang lebih efisien dan lestari tanpa mengetepikan nilai vernakular tradisional.

Kata kunci: Masjid Lama Linggi; masjid vernakular; pengudaraan semula jadi; peratusan bukaan

ABSTRACT

The design of vernacular mosques is enriched with passive elements such as numerous windows, wide openings, lattice screens, ventilation blocks, and tiered roof openings. These strategies reflect the initiatives of earlier designers to achieve user comfort through efficient natural ventilation while preserving heritage values and the local context. The Uniform Building By-Laws (UBBL) stipulate a minimum natural ventilation requirement of 10% of the floor area, with at least 5% unobstructed openings. However, this provision is often treated as a basic limit by designers without further exploration of more efficient design potentials. This limitation may result in designs that fall short of delivering optimal comfort for users, particularly in terms of natural ventilation needs. This study evaluates the impact of varying opening percentages on the performance of natural ventilation in mosques, in comparison to the minimum standard set by the UBBL. The research approach includes a literature review, observation, and field study of the Masjid Lama Linggi as a case study. The findings reveal that increasing the opening percentage from 10% to 60%, combined with additional

elements such as lattice screens, ventilation blocks, and roof openings, can significantly improve ventilation performance and enhance user comfort. These findings can serve as a guide for contemporary designers in formulating more efficient and sustainable mosque design strategies without compromising traditional vernacular values.

Keywords: Masjid Lama Linggi; vernacular mosque; natural ventilation; opening percentage

PENGENALAN

Seni bina vernakular dirujuk sebagai seni bina warisan, asli ataupun tempatan yang menjadi antara bukti sejarah dan budaya di Malaysia (Mursib 2008; Sabil et al. 2021). Vernakular adalah istilah yang berasal dari perkataan Latin 'verna' atau 'vernaculus' yang bermaksud tempatan atau domestik dengan penekanan jelas pada tempat (Jaffar et al. 2017). Seni bina vernakular pula adalah reka bentuk yang mempunyai nilai setempat dan warisan yang berkait rapat dengan budaya dan sejarah sesebuah tempat (Khalit et al. 2023). Bagi Cojocar & Isopescu (2021), seni bina vernakular adalah salah satu pendekatan reka bentuk yang mampu bertahan untuk jangka masa yang lama dan seni binanya akan perlahan-lahan berubah mengikut kesesuaian keadaan setempat, iklim setempat dan peranannya (Sabil et al. 2021). Pendekatan reka bentuk pasif melalui pengudaraan secara semula jadi terhadap seni bina vernakular adalah penting dalam mencapai tahap keselesaan termal dan persekitaran dalaman penggunaannya (Jiang et al. 2023; Maarof 2014). Perkara ini bagi mengawal kebergantungan terhadap reka bentuk dengan sistem pengudaraan mekanikal seperti penggunaan penghawa dingin di Malaysia yang beriklim panas dan lembap sepanjang tahun yang akan menyumbang kepada penggunaan tenaga yang banyak, kos dan penyelenggaraan yang tinggi dan pencemaran persekitaran melalui pelepasan gas 'chlorofluorocarbon' (CFC) (Mostofa et al. 2019; Oleiwi & Mohamed 2022). Reka bentuk seni bina vernakular yang telah dipraktikkan sejak dahulu lagi jelas memberi tumpuan kepada keadaan setempat, bahan tempatan, persekitaran dan tingkah laku, serta adat istiadat dan budaya tempatan, yang berpusat pada masyarakat melayu tradisional dengan pengaruh kedaerahan (Ershaputri & Chandra 2022; Johar et al. 2011; Surat et al. 2011) termasuklah terhadap reka bentuk bangunan awam seperti masjid yang turut dibina dengan mengambil kira faktor iklim dan persekitaran setempat (Izahar et al. 2022).

KAJIAN LITERATUR

KELESTARIAN MASJID VERNAKULAR

Masjid merupakan ruang awam yang sangat penting bagi masyarakat Islam sebagai tempat yang dianggap suci bagi tujuan pelbagai aktiviti seperti keagamaan, pendidikan dan

kebudayaan (Hussin et al. 2018; Ismail & Abdul Rashid 2023). Sebagai sebuah tempat berkumpulnya komuniti setempat bagi menjalankan pelbagai aktiviti, reka bentuk masjid perlulah menerapkan elemen-elemen yang mesra terhadap pengguna terutamanya terhadap aspek keselesaan (Mohamed & Mohammad Yusof 2023). Menurut Mohd. Sojak et al. (2019), masjid pada awalnya direka bentuk dengan pendekatan yang asas dan mudah dan perubahan terhadap pendekatan semakin berubah seiring dengan peredaran masa seperti kepelbagaian elemen tambahan, dekorasi, gaya, klasifikasi dan sebagainya bagi menambahkan nilai estetikanya.

Walaupun terdapat pelbagai pendekatan baru yang diketengahkan oleh pereka bentuk pada masa ini, terdapat juga reka bentuk masjid yang menerapkan pendekatan secara vernakular dengan menekankan ciri-ciri kelestarian dan reka bentuk pasif seperti pengudaraan dan pencahayaan semula jadi, menggunakan bahan binaan tempatan, respon kepada iklim tempatan, reka bentuk dengan penuh kesederhanaan dan mesra pengguna bagi mencapai keperluan keselesaan pengguna dan memberi penjimatan kepada penyelenggaraannya (Abd. Razak et al. 2021; Azmi & Ibrahim 2020; Baharudin & Ismail 2014; Mohammad Yusoff 2020) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.



RAJAH 1. Masjid Daing Abdul Rahman, Johor Bahru, Malaysia

Sumber: (Pte Ltd 2025)

Pendekatan ini amat sesuai untuk Malaysia yang beriklim tropika yang mempunyai kelebihan terhadap pengayaan pengudaraan dan pencahayaan semula jadi dalam reka bentuk masjid berkonsepkan vernakular melalui elemen-elemen tradisional yang mencerminkan nilai-nilai budaya, cara hidup dan kepercayaan masyarakat setempat dalam mencapai matlamat sebagai sebuah institusi yang

berfungsi dengan efisien disamping menepati seperti apa yang digariskan di dalam garis panduan reka bentuk di Malaysia.

UNDANG-UNDANG KECIL BANGUNAN SERAGAM (UUKBS)

Akta Jalan, Saliran dan Bangunan (SDBA) yang mengandungi Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam (UUKBS) merupakan undang-undang bangunan berkanun Malaysia dan digunakan sebagai panduan dalam prosedur permohonan kelulusan pelan bangunan dan turut berfungsi sebagai garis panduan kawalan pembangunan (Kamarulzaman et al. 2023). Seperti yang dinyatakan di dalam Bahagian III, Ruang Kawasan, Cahaya dan Pengudaraan, kriteria dan kehendak bagi keperluan pengudaraan semula jadi dalam bangunan digariskan dalam Undang-Undang Kecil (UUK) 39 (cahaya dan pengudaraan semula jadi). Menurut (Law of Malaysia (Act 133) 2012), setiap bilik yang direka bentuk, dipadankan atau digunakan dalam bangunan kediaman, perniagaan atau lain-lain kecuali hospital dan sekolah mestilah mempunyai pengudaraan dan pencahayaan semula jadi melalui satu atau lebih tingkap yang mempunyai jumlah keluasan tidak kurang daripada 10% daripada keluasan lega lantai bilik dan hendaklah mempunyai ruang buka yang boleh membenarkan laluan udara secara bebas dan tidak terganggu yang tidak kurang daripada 5% daripada keluasan lega lantai itu.

Namun begitu, bagi sesetengah bangunan dirasakan sangat perlu mempunyai peratusan keluasan pengudaraan yang lebih tinggi berbanding dengan seperti mana yang dinyatakan di dalam UUKBS dengan merujuk kepada fungsi bangunan dan kapasiti penggunaannya seperti masjid, surau, dewan orang ramai dan pusat masyarakat yang perlu menempatkan kapasiti pengguna yang lebih daripada biasa dan memerlukan lebih pengudaraan secara semula jadi. Peratusan pengudaraan yang lebih besar juga dilihat akan menumbang kepada peningkatan tahap keselesaan pengguna tanpa perlu bergantung kepada sistem mekanikal.

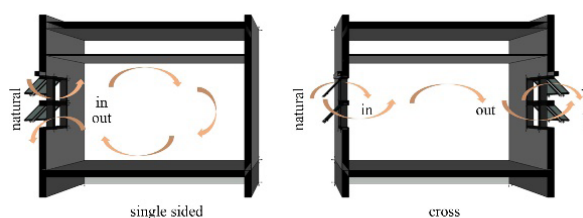
Kajian ini telah dilaksanakan dengan berpanduan kepada garis panduan pengudaraan seperti yang telah ditetapkan di dalam UUKBS. Kajian lapangan telah dilaksanakan bagi mendapatkan data keluasan lantai dan bukaan tingkap yang terdapat di bangunan kajian kes dengan menilai dan melihat sama ada reka bentuk yang disediakan memenuhi kriteria seperti yang telah ditetapkan di dalam UUKBS ataupun tidak iaitu dengan menyediakan bukaan bagi pengudaraan semula jadi ke dalam bangunan tidak kurang daripada 10% daripada keluasan lantai dengan laluan udara yang tidak terganggu tidak kurang daripada 5%.

JENIS PENGUDARAAN SEMULA JADI

Reka bentuk sesebuah bangunan seringkali menerapkan kepelbagaian jenis pengudaraan semula jadi bagi memastikan keselesaan penggunaannya. Dengan fungsi dan peranan yang tersendiri, pemilihan jenis pengudaraan semula jadi amatlah penting bagi setiap pereka bentuk dalam memastikan sesebuah bangunan ataupun ruang mampu beroperasi dengan efisien. Antara jenis pengudaraan semula jadi yang sentiasa menjadi pilihan adalah pengudaraan tunggal (*single-sided ventilation*), pengudaraan melintang/silang (*cross ventilation*) dan pengudaraan menegak (*stack effect ventilation*). Namun begitu, pemilihan jenis pengudaraan semula jadi yang digunakan untuk sesebuah reka bentuk haruslah benar-benar berfungsi dengan baik dalam menyumbang kepada keselesaan penggunaannya.

PENGUDARAAN TUNGGAL

Pengudaraan tunggal (*single-sided ventilation*) seperti yang ditunjukkan dalam RAJAH 2 diklasifikasikan sebagai bukaan tingkap yang terdapat hanya pada satu permukaan fasad yang sama sahaja (Aflaki et al. 2016; Zhong et al. 2022) dengan peredaran udara hanya akan berlaku masuk dan keluar pada bukaan tingkap yang sama. Dengan peredaran udara yang agak terbatas, pengudaraan tunggal sangat bergantung kepada reka bentuk bangunan, aras aliran angin persekitaran dan lokasi bukaan tingkap pada fasad bangunan (Zhong et al. 2022). Merujuk kepada Wang et al. (2018), pengudaraan tunggal lebih diterima berbanding yang lain kerana mampu mencapai keperluan privasi dan keselamatan pengguna di samping mematuhi kehendak-kehendak kebakaran.

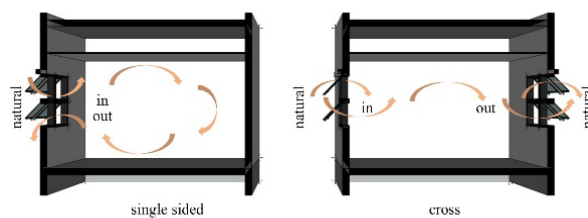


RAJAH 2. Pengudaraan tunggal
Sumber: (Abd. Razak 2023)

PENGUDARAAN MELINTANG/SILANG

Berbeza dengan pengudaraan tunggal, pengudaraan silang dilihat lebih efisien dalam peredaran udara di dalam

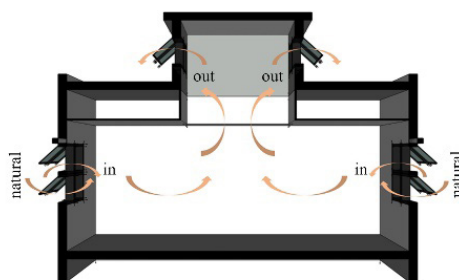
bangunan kerana mempunyai kadar pengudaraan yang lebih tinggi, kualiti udara dalaman yang lebih baik dan penyejukan ruang bangunan yang lebih optimum melalui peredaran udara merentasi ruang (Jiang et al. 2023; Kobayashi et al. 2022). Kaedah ini bergantung pada perbezaan tekanan udara dan variasi suhu yang dihasilkan yang akan mempengaruhi kadar pertukaran udara antara dalaman dan luaran bangunan. Dengan meletakkan bukaan tingkap ataupun lubang udara pada sisi berlawanan fasad ataupun dinding seperti yang ditunjukkan dalam RAJAH 3, pengudaraan silang dapat meningkatkan penyaluran udara segar dan menyahkan udara yang tercemar yang menyumbang kepada peningkatan kualiti udara dalaman dan keselesaan termal sesebuah ruang ataupun bangunan (Jiang et al. 2023).



RAJAH 3. Pengudaraan melintang/silang
Sumber: (Abd. Razak 2023)

PENGUDARAAN MENEGAK

Merujuk kepada (Binggeli 2003; Hassan & Ramli 2010), pengudaraan menegak dimaksudkan dengan sistem pengudaraan udara yang berlaku apabila udara panas keluar melalui bukaan tingkap bumbung seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.



RAJAH 4. Pengudaraan menegak
Sumber: (Abd. Razak 2023)

Udara panas dalam bangunan akan naik dan keluar melalui bukaan yang terdapat pada bumbung, manakala udara sejuk akan masuk melalui bukaan tingkap dan pintu di aras tanah. Pengudaraan menegak juga merupakan pengudaraan pasif yang menggunakan perbezaan tekanan udara untuk menarik udara melalui bangunan (Ahadi et al. 2018). Pengudaraan menegak dapat menyumbang kepada penjimatan kadar tenaga dan peningkatan kadar peredaran udara ke dalam bangunan bergantung kepada saiz dan ukuran bukaan (Priyadarsini et al. 2004).

PERNYATAAN MASALAH DAN OBJEKTIF KAJIAN

Sebagai sebuah tempat beribadah dan bermasyarakat, reka bentuk masjid haruslah menekankan ciri-ciri yang menyumbang kepada keselesaan dan kesihatan kepada pengguna. Sistem pengudaraan yang tidak efisien dalam reka bentuk masjid dilihat menjadi salah satu permasalahan yang sering dibangkitkan oleh pengguna dan perlu dipandang serius.

Dengan menekankan kepada konsep vernakular dalam reka bentuk masjid, pendekatan pengudaraan secara semula jadi yang efisien berdasarkan faktor persekitaran dilihat seharusnya diberi perhatian mendalam kerana strategi ini dapat memberi kelebihan kepada pengurusan masjid dari segi kos dan penyelenggaraannya. Ini kerana kebanyakan reka bentuk masjid pada hari ini lebih menumpukan kepada reka bentuk yang berkonsepkan bertutup dan menggunakan sistem pengudaraan mekanikal bagi mencapai tahap keselesaan pengguna. Pendekatan ini sekali gus memberi impak kepada permasalahan yang lain seperti peningkatan kadar penggunaan tenaga, penyelenggaraan dan pencemaran udara melalui pelepasan gas CFC.

Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana pendekatan reka bentuk pasif melalui reka bentuk pengudaraan masjid vernakular mempengaruhi kesan pengudaraan semula jadi dan keselesaan pengguna berdasarkan ketetapan yang dinyatakan dalam UUKBS serta mengenal pasti reka bentuk yang lebih efisien berdasarkan saiz bukaan pengudaraan dan peratusan bukaan pengudaraan bangunan kajian kes.

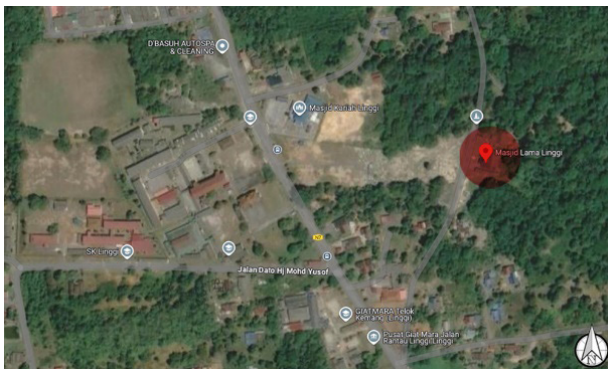
METODOLOGI

Kajian ini dilaksanakan melalui dua kaedah iaitu kaedah kajian literatur (kajian pustaka) dan pemerhatian serta kajian lapangan terhadap bangunan kajian kes.

Kajian awal melalui kaedah kajian literatur dimulakan dengan mengumpul maklumat berkaitan latar belakang

bangunan kajian kes dan maklumat kawasan persekitarannya. Beberapa bahan rujukan bacaan berkaitan seni bina, masjid vernakular dan pengudaraan telah digunakan dalam kajian yang terdiri daripada buku, tesis akademik, jurnal, artikel penyelidikan dan terbitan rasmi. Kaedah ini dilaksanakan bagi mendapatkan maklumat sahih berkaitan skop kajian ini seperti yang dinyatakan.

Bagi kaedah kedua pula, satu siri lawatan tapak telah dilaksanakan terhadap Masjid Lama Linggi, Negeri Sembilan yang dijadikan sebagai bangunan kajian kes seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5. Lawatan tapak dilaksanakan bagi tujuan pemerhatian dan merekod data-data berkaitan kajian seperti jenis pengudaraan semula jadi yang digunakan, keluasan ruang lantai, saiz ukuran pengudaraan, keadaan persekitaran dan maklumat tambahan yang berkaitan kajian.



RAJAH 5. Pelan lokasi Masjid Lama Linggi
Sumber: (Google Maps 2020)

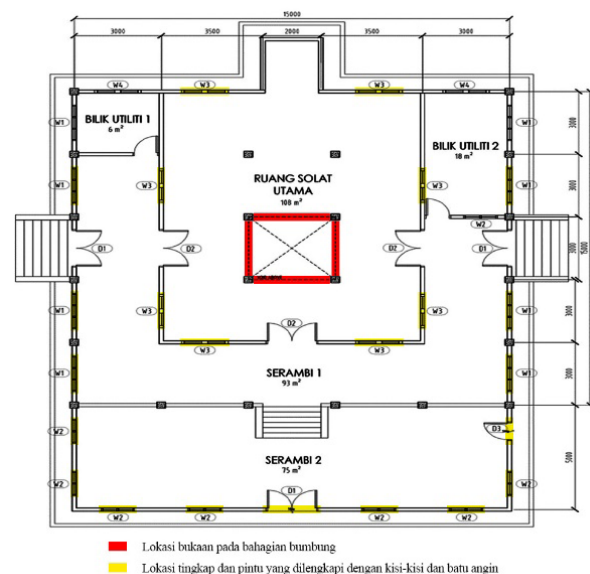
KAJIAN KES

Diasaskan oleh Dato' Muda Muhammad Peral iaitu pemegang ke-3 jawatan Dato' Muda Linggi, pembesar tradisional yang berkuasa ke atas wilayah Linggi (Sapiee 2022), Masjid Lama Linggi seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6 dipilih sebagai bangunan kajian kes kerana ia merupakan masjid kedua tertua di Negeri Sembilan yang telah dibina pada tahun 1884 dan dikategorikan sebagai sebuah masjid yang mempunyai nilai warisan dan sejarah (Abd Rahim et al. 2022) kerana telah melebihi usia pembinaan 100 tahun (Feilden 2007). Walaupun dikategorikan sebagai masjid lama, namun kegunaannya sebagai tempat beribadat bagi penduduk sekitarnya masih mendapat sambutan walaupun kapasiti jemaah semakin berkurang memandangkan terdapat masjid baru yang lebih besar seiring dengan pertambahan penduduk di kawasan tersebut.



RAJAH 6. Pandangan fasad hadapan Masjid Lama Linggi

Masjid ini dibahagikan kepada lima ruang yang terdiri daripada Ruang Solat Utama, Serambi 1, Serambi 2, Bilik Utiliti 1 dan Bilik Utiliti 2 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.



RAJAH 7. Pelan susun atur lantai Masjid Lama Linggi

Seni bina Masjid Lama Linggi diklasifikasikan sebagai seni bina vernakular memandangkan terdapat beberapa elemen reka bentuk setempat dan warisan yang diterapkan seperti penggunaan bahan binaan tempatan, penggunaan seni kemahiran pertukangan setempat, penerapan latar belakang melalui elemen sejarah dan nilai budaya setempat selain reka bentuknya yang bertindak balas terhadap iklim setempat (Asif et al. 2019). Dengan pendekatan reka bentuk pasif melalui pengudaraan secara semula jadi, masjid ini dilengkapi dengan saiz bukaan tingkap yang luas pada sisi fasad kiri dan kanan dan ditambah dengan penggunaan batu angin serta terdapat penerapan pengudaraan silang

yang mampu menyalurkan peredaran udara yang baik ke dalam ruang solat dalamnya. Secara kasarnya, Masjid Lama Linggi ini dilihat mempunyai pendekatan vernakular yang dilengkapi dengan sistem pengudaraan semula jadi yang efisien dan mencukupi daripada keperluan UUKBS bagi menampung keselesaan penggunaanya.

HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

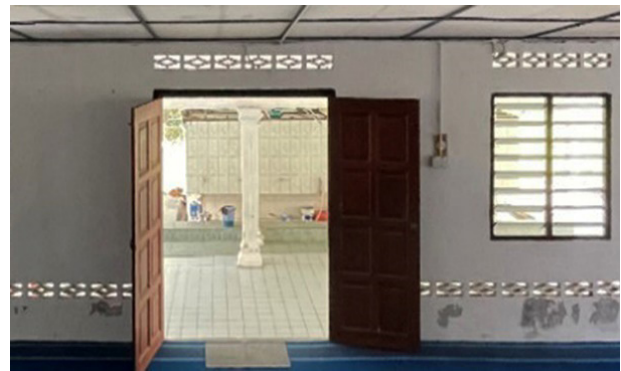
Berdasarkan lawatan tapak yang telah dilaksanakan, beberapa perkara berkaitan objektif kajian telah dianalisis berdasarkan data-data penemuan di bangunan kajian kes melalui pemerhatian pada keadaan semasa. Antara perkara yang dilihat adalah seperti penggunaan reka bentuk tingkap sedia ada pada bangunan masjid, penggunaan elemen batu angin dan kisi-kisi pada bahagian fasad masjid, reka bentuk bumbung utama masjid dan perbandingan data dan keputusan yang diperoleh dengan ketetapan UUKBS yang diperjelaskan dengan lebih terperinci seperti berikut:

REKA BENTUK TINGKAP DAN PINTU

Masjid Lama Linggi ini direka bentuk dengan menggunakan tingkap jenis ram kaca boleh laras pada setiap fasadnya termasuklah pada setiap ruang yang ada. Terdapat dua jenis tingkap ram kaca boleh laras yang digunakan iaitu dua panel (lama dan baru) dan tiga panel (baru) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8 hingga Rajah 10.



RAJAH 8. Tingkap ram kaca boleh laras dua panel (lama) pada Masjid Lama Linggi



RAJAH 9. Tingkap ram kaca boleh laras dua panel (baru) dan pintu dua panel pada Masjid Lama Linggi

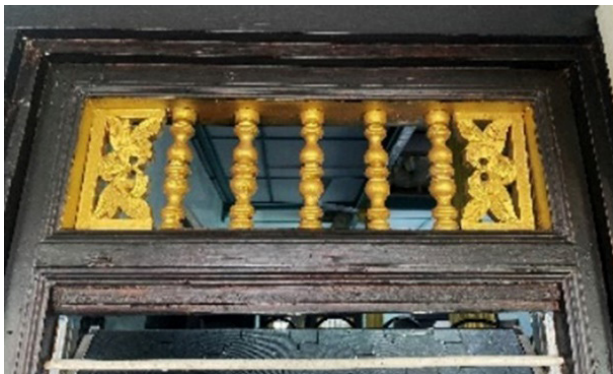


RAJAH 10. Tingkap ram kaca boleh laras tiga panel (baru) pada Masjid Lama Linggi

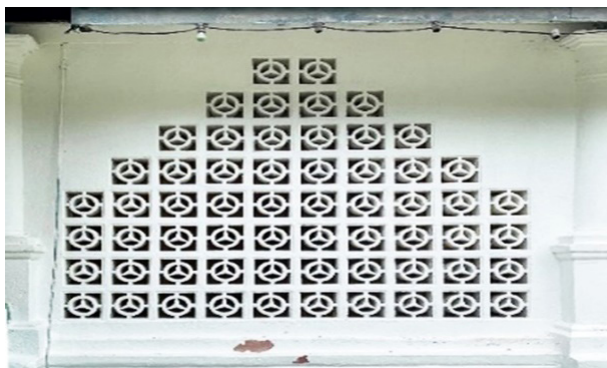
Untuk tingkap dua panel, terdapat satu ukuran ataupun saiz yang digunakan iaitu 1.2m (L) x 1.2m (T) (W2, W3 dan W4) seperti yang ditunjukkan dalam RAJAH 8 dan RAJAH 9, manakala untuk tingkap tiga panel pula hanya satu sahaja iaitu 1.8m (L) x 1.2m (T) (W1) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 10. Setiap tingkap dua panel lama dilengkapi dengan kisi-kisi kayu pada bahagian atas tingkap manakala bagi tingkap tiga panel baru pula dilengkapi dengan batu angin pada bahagian atas dan bawahnya. Penggunaan tingkap jenis ram kaca boleh laras dengan saiz yang besar untuk setiap fasad masjid ini dilihat sebagai satu pendekatan pengudaraan semula jadi yang terbaik dengan peredaran udara keluar dan masuk dapat ditingkatkan sekali gus memberi pengudaraan dalaman dan keselesaan yang baik kepada penggunaanya. Selain tingkap, penggunaan pintu dengan bukaan besar seperti 1.5m (L) x 2.1m (T) (D1 dan D2) seperti yang ditunjukkan dalam RAJAH 9 juga dilihat sebagai penyumbang sampingan terhadap pengudaraan yang lebih baik terhadap ruang-ruang yang terdapat dalam masjid ini.

ELEMEN BATU ANGIN DAN KISI-KISI

Selain sebagai tambah baik terhadap nilai estetika sesebuah reka bentuk, kisi-kisi dengan ukiran dan larikan tradisional dan batu angin diterapkan dalam reka bentuk tingkap masjid ini seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 11 dan Rajah 12 bagi meningkatkan lagi kadar peredaran keluar masuk udara ke dalam ruang masjid (Nordin et al. 2019). Terdapat juga batu angin yang disediakan di beberapa bahagian fasad dan bahagian atas pintu masuk masjid bagi tujuan yang sama.



RAJAH 11. Kisi-kisi yang terdapat pada Masjid Lama Linggi



RAJAH 12. Batu angin yang terdapat pada Masjid Lama Linggi

Penggunaan kisi-kisi berukuran 0.6m (L) x 0.3m (T) dan batu angin 0.2m (T) x 0.2m (L) ini juga merupakan antara strategi pengudaraan semula jadi yang diterjemahkan kepada seni bina vernakular bagi negara beriklim tropika seperti Malaysia (Zulkifli 2021). Selain berfungsi sebagai medium pengudaraan semula jadi, kisi-kisi dan batu angin juga dijadikan sebagai elemen seni bina berkaitan privasi, keselamatan pengguna dan menghalang pancaran sinaran matahari secara terus ke dalam ruang masjid. Elemen seni bina vernakular dapat dilihat daripada corak ukiran dan reka bentuk kisi-kisi dan batu angin yang diperbuat daripada kayu, tanah liat dan batu.

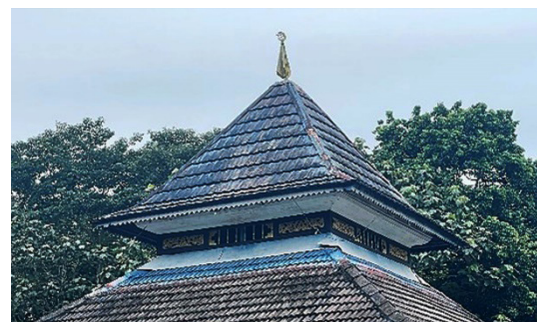
REKA BENTUK BUMBUNG

Selain pengudaraan semula jadi melalui fasad masjid, reka bentuk bumbung Masjid Lama Linggi ini juga menerapkan elemen seni bina pasif dengan reka bentuk bumbung pengudaraan menegak seperti yang ditunjukkan dalam RAJAH 13.



RAJAH 13. Penggunaan bumbung dengan pengudaraan menegak pada Masjid Lama Linggi

Walaupun masjid ini telah lama dibina, penggunaan kisi-kisi dengan corak ukiran tradisional oleh pereka bentuk terdahulu seperti yang ditunjukkan dalam RAJAH 14 dengan ukuran bukaan 1.2m (L) x 0.3m (T) pada empat bahagian bumbung yang diperbuat daripada kayu pada bukaan bumbung dilihat menjadi penyumbang kepada peredaran udara yang lebih baik pada ruang dalaman masjid sekali gus memberikan keselesaan kepada penggunaannya dan mengurangkan kadar kelembapan dan haba panas keseluruhan ruang masjid.



RAJAH 14. Penggunaan kisi-kisi dengan corak ukiran tradisional pada bahagian bumbung Masjid Lama Linggi

PERBANDINGAN KETETAPAN UUKBS

Keperluan penyediaan pengudaraan sesebuah ruang ataupun bangunan telah dinyatakan dalam Bahagian III, Ruang Kawasan, Cahaya dan Pengudaraan, kriteria dan kehendak bagi keperluan pengudaraan semula jadi dalam bangunan digariskan dalam Undang-Undang Kecil (UUK) 39 (cahaya dan pengudaraan semula jadi). Kajian ini akan menjadikan UUKBS sebagai penanda aras bagi melihat sama ada reka bentuk pengudaraan yang terdapat pada Masjid Lama Linggi mencapai kehendak peratusan pengudaraan semula jadi 10% dengan 5% tidak terganggu seperti yang ditetapkan. Lukisan pelan lantai telah dihasilkan berdasarkan lawatan tapak yang dilaksanakan dan saiz bukaan dan ukuran pengudaraan bagi setiap ruang masjid yang berkenaan telah direkodkan. Bagi mendapatkan peratusan bukaan pengudaraan yang disediakan bagi setiap ruang, formula nisbah keluasan bukaan pengudaraan kepada keluasan lantai seperti berikut telah digunakan dengan merujuk kepada ketetapan UUKBS:

$$\text{Peratusan bukaan pengudaraan (\%)} = \frac{\text{Keluasan bukaan pengudaraan disediakan (m}^2\text{)}}{\text{Keluasan lantai ruang (m}^2\text{)}} \times 100 \quad (1)$$

Analisis terhadap pengiraan peratusan pengudaraan yang disediakan bagi setiap ruang Masjid Lama Linggi menunjukkan keputusan yang jauh lebih baik dan melebihi daripada penanda aras minimum peratusan 10% dengan 5% tanpa halangan yang ditetapkan oleh UUKBS seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

JADUAL 1. Keputusan pengudaraan semula jadi yang direkodkan bagi setiap reka bentuk bukaan pengudaraan pada Masjid Lama Linggi

Ruang	Keluasan lantai ruang (m ²)	Peratusan bukaan diperlukan (UUKBS - 10%)	Saiz bukaan disediakan (m ²)	Peratusan bukaan disediakan (%)
Ruang Solat Utama	108.0	10.8	13.0	12.0%
Bilik Utiliti 1	6.0	0.6	3.6	60.0%
Bilik Utiliti 2	18.0	1.8	5.8	32.2%
Serambi 1	93.0	9.3	10.8	11.6%
Serambi 2	75.0	7.5	10.1	13.5%

Untuk ruang solat utama, peratusan bukaan pengudaraan yang disediakan adalah 12.0% berbanding peratusan minimum yang diperlukan 10.8% berdasarkan pengiraan UUKBS dengan perbezaan 1.2%. Untuk Bilik Utiliti 1 dan Bilik Utiliti 2 pula peratusan bukaan pengudaraan yang disediakan adalah 60.0% dan 32.2% berbanding peratusan minimum yang diperlukan oleh UUKBS 0.6% dan 1.8% dengan perbezaan masing-masing 59.4% dan 30.4%. Serambi 1 dan Serambi 2 masjid ini pula menyediakan peratusan bukaan sebanyak 11.6% dan 13.5% dengan perbezaan 2.3% dan 6.0% bagi setiap ruang melebihi keperluan minimum yang ditetapkan UUKBS.

Secara keseluruhannya, keputusan analisis terhadap pengiraan peratusan bukaan pengudaraan Masjid Lama Linggi menunjukkan kesemua ruang masjid yang terdiri daripada ruang solat utama, bilik utiliti 1, bilik utiliti 2, serambi 1 dan serambi 2 adalah melebihi peratusan bukaan pengudaraan minimum seperti yang ditetapkan dalam UUKBS dengan perbezaan peratusan di antara 11.6% hingga 60.0%. Penyediaan peratusan bukaan pengudaraan yang besar dan melebihi penanda aras minimum UUKBS 10% dilihat menjadi asas kepada pencapaian prestasi pengudaraan semula jadi yang baik terhadap keseluruhan ruang masjid dan memberi keselesaan kepada penggunaanya. Ini kerana melalui peratusan bukaan yang besar, peredaran udara dari persekitaran luar ke dalam ruang masjid dapat dioptimumkan ditambah dengan penggunaan tingkap jenis ram kaca boleh laras yang mampu memberi sudut bukaan 90° ataupun hampir 100% peratusan bukaan tingkap tersebut. Kedudukan tingkap yang besar dan banyak pada fasad bahagian utara dan selatan masjid juga dilihat sebagai faktor penyejukan ruang dalaman masjid kerana terhindar daripada pancaran sinaran matahari secara terus dan berlebihan pada bahagian timur dan barat fasad selain disokong dengan bukaan pengudaraan melalui reka bentuk kisi-kisi dan batu angin.

Penerapan kepelbagaian bukaan terhadap reka bentuk masjid seperti bilangan tingkap yang banyak, bukaan pada bahagian bumbung, penggunaan kisi-kisi dan batu angin dilihat mampu untuk menyumbang kepada peningkatan peratusan pengudaraan yang lebih baik sekali gus dapat menghasilkan reka bentuk sesebuah masjid yang lebih efisien, sejahtera terhadap pengguna dan lestari.

KESIMPULAN

Sebagai sebuah institusi yang cenderung menerima kehadiran pengguna yang ramai bagi pelbagai aktiviti keagamaan dan kemasyarakatan, reka bentuk masjid dilihat perlu menyediakan reka bentuk yang menerapkan strategi

pengudaraan yang efisien dan memberikan keselesaan kepada penggunaanya. Dengan penerapan seni bina vernakular terhadap komponen-komponen reka bentuk seperti pada bahagian tingkap, bumbung, dinding dan dilengkapi dengan tambahan seperti penggunaan kisi-kisi dan batu angin dilihat mampu menyumbang kepada peningkatan prestasi pengudaraan semula jadi pada ruang masjid seperti yang dapat dilihat pada Masjid Lama Linggi ini. Dengan adanya komponen-komponen ini, pengudaraan secara semula jadi secara pengudaraan silang dan pengudaraan menegak secara tidak langsung dapat dicapai melalui bukaan-bukaan yang ada daripada tingkap, batu angin, kisi-kisi dan juga bukaan udara pada bahagian bumbung masjid. Penggunaan jenis tingkap seperti ram kaca boleh laras turut menjadi salah satu faktor pengudaraan semula jadi yang efisien dengan bukaan yang optimum bagi keseluruhan tingkap berkenaan sekali gus dapat menyahkan udara panas dan kotor dengan baik pada ruang dalaman masjid.

Faktor penyediaan peratusan bukaan pengudaraan yang lebih besar berbanding seperti penanda aras dan ketetapan UUKBS sebanyak 10% juga dilihat dapat memberikan prestasi pengudaraan semula jadi yang lebih baik bergantung kepada orientasi arah bukaan berkenaan. Melalui kajian terhadap Masjid Lama Linggi ini, dapat dilihat strategi sebegini mampu dicapai dengan peningkatan peratusan bukaan pengudaraan antara 11.6% hingga 60.0%. Dapatan kajian ini jelas menunjukkan pereka bentuk tidak seharusnya terikat dengan ketetapan sedia ada sekiranya alternatif ataupun reka bentuk baru dapat dijadikan sebagai pemangkin peningkatan prestasi pengudaraan ataupun kelestarian sesebuah bangunan tanpa mengabaikan aspek-aspek lain seperti keselamatan dan privasi penggunaanya.

Pereka bentuk pada hari ini disarankan agar dapat menyeimbangkan penggunaan elemen vernakular tradisional dan penggunaan strategi seni bina pasif berinovasi melalui integrasi reka bentuk bagi mencapai pengantaraan yang sempurna antara alam semula jadi seperti persekitaran tempatan dan seni bina demi keselesaan penggunaanya seperti yang dinyatakan oleh Sim Van der Ryn dalam bukunya *Design For Life*.

“Seni bina adalah ‘mengingati semula’ – menyatukan kembali impian kolektif kita. Bangunan sepatutnya menceritakan kisah tentang tempat dan orang serta menjadi laluan untuk memahami diri kita dalam alam,” reka bentuk sepatutnya berkisar tentang hubungan ekologi dengan dunia.”
- (Ryn 2005)

Kesimpulannya, penerapan strategi pengudaraan semula jadi dalam reka bentuk masjid berkonsepkan vernakular tradisional di Malaysia bukan sahaja praktikal tetapi bermanfaat kepada banyak pihak yang berkaitan

seperti pengguna, pereka bentuk dan masyarakat setempat. Selain dapat memberikan keselesaan dan kesejahteraan kepada pengguna melalui strategi reka bentuk yang diterapkan, kelestarian masjid melalui aspek budaya, sosial, ekonomi dan sebagainya dapat dicapai di samping memartabatkan nilai warisan asli yang ada. Dapatan kajian ini juga dapat menjadi asas bagi penambahbaikan garis panduan kelestarian reka bentuk masjid pada masa akan datang seperti Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam (UUKBS), Garis Panduan dan Peraturan Bagi Perancangan Bangunan Oleh Jawatankuasa Standard Dan Kos Tahun 2024, *Malaysian Standard (MS) 2577:2014 (Architecture and Asset Management of Masjid –Code of Practice)*, *Malaysian Standards (MS) 1525:2019 – Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Buildings* dan lain-lain yang berkaitan dengan reka bentuk masjid.

PENGHARGAAN

Penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) di atas sokongan kewangan melalui Tabung Agihan Penyelidikan (TAP15205).

PENGISYTIHARAN KEPENTINGAN BERSAING

Tiada.

RUJUKAN

- Abd. Razak, B. 2023. *Reka Bentuk Tingkap bagi Meningkatkan Keselesaan Termal Sel Lokap Polis Di Raja Malaysia*. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Abd. Razak, B., Mohamed, M.F., Mohammad Yusoff, W.F. & Mat Sulaiman, M.K.A. 2021. Thermal comfort performance of naturally ventilated Royal Malaysian Police (RMP) lockup in hot and humid climate of Malaysia. *Pertanika Journal of Science and Technology* 29(3). <http://www.pertanika.upm.edu.my/pjst/browse/regular-issue?article=JST-2469-2021>.
- Abd Rahim, S.A., Ismail, N.H. & Abd Latip, N.S. 2022. Analysis of current condition of heritage masjid in Negeri Sembilan. *Planning Malaysia* 20(2): 184–195. <https://www.planningmalaysia.org/index.php/pmj/article/view/1102>.
- Aflaki, A., Mahyuddin, N. & Baharum, M.R. 2016. The influence of single-sided ventilation towards the indoor thermal performance of high-rise residential building: A field study. *Energy and Buildings* 126:

- 146–158. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778816303784>.
- Ahadi, A. alah, Saghaifi, M.R. & Tahbaz, M. 2018. The optimization of light-wells with integrating daylight and stack natural ventilation systems in deep-plan residential buildings: A case study of Tehran. *Journal of Building Engineering* 18: 220–244. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352710217308392>.
- Asif, N., Utaberta, N. & Sarram, A. 2019. Architectural styles of Malaysian mosque: Suitability in compact Urban settings. (E. Mohd Ahnuar, R. Mohd Nordin, J. Yunus, & N. A. Abdul Rahman, Eds.) *MATEC Web of Conferences* 266: 06001. <https://www.matec-conferences.org/10.1051/mateconf/201926606001>.
- Azmi, N.A. & Ibrahim, S.H. 2020. A comprehensive review on thermal performance and envelope thermal design of mosque buildings. *Building and Environment* 185: 107305. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132320306764>.
- Baharudin, N. 'Athiqah & Ismail, A.S. 2014. Communal mosques: Design functionality towards the development of sustainability for community. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 153: 106–120. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877042814054883>.
- Binggeli, C. 2003. *Building Systems for Interior Designers*. Canada: John Wiley & Sons, Inc. <https://books.google.com.my/books?id=jkX3OV5gX6oC&lpg=PR7&ots=WoBjX8HmKt&lr&pg=PR7#v=onepage&q&f=false>.
- Cojocaru, A. & Isopescu, D.N. 2021. Passive strategies of vernacular architecture for energy efficiency. *Bulletin of the Polytechnic Institute of Iasi. Construction. Architecture Section* 67(2): 33–44. <https://www.sciendo.com/article/10.2478/bipca-2021-0013>.
- Ershaputri, M. & Chandra, S. 2022. Kombinasi arsitektur Islam Jawa dan arsitektur vernakular pada masjid. *Jurnal Arsitektur* 14(1): 44–48. <http://ejournal.sttcirebon.ac.id/index.php/jas/article/view/99>.
- Feilden, B. 2007. *Conservation of Historic Buildings*. *Conservation of Historic Buildings*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/9781136415302>.
- Google Maps. 2020. Google Maps. [google.com.my](https://www.google.com.my/maps) <https://www.google.com.my/maps>.
- Hassan, A.S. & Ramli, M. 2010. Natural ventilation of indoor air temperature: A case study of the traditional Malay house in Penang. *American Journal of Engineering and Applied Sciences* 3(3): 521–528. <http://www.thescipub.com/abstract/10.3844/ajeassp.2010.521.528>.
- Hussin, A., Chin Haw, L., Mat, S., Fazlizan, A. & Salleh, E. 2018. Indoor thermal performance of a retrofitted air-conditioned mosque: Case study for Penang State Mosque. *Jurnal Kejuruteraan* SI1(3): 37–45. <http://www.ukm.my/jkukm/wp-content/uploads/2018/si1/3/06.pdf>.
- Ismail, M.A. & Abdul Rashid, F. 2023. Green architecture approach toward sustainable mosques in Malaysia. *Jurnal Kejuruteraan* 35(3): 693–698. <http://www.ukm.my/jkukm/wp-content/uploads/2023/3503/17.pdf>.
- Izahar, M.N., Mohamed, M.F. & Mohammad Yusoff, W.F. 2022. Pendekatan lestari masjid-masjid lama di Bandar Melaka. *Jurnal Kejuruteraan* si5(1): 85–95. <http://www.ukm.my/jkukm/wp-content/uploads/2022/si5-1/09.pdf>.
- Jaffar, S.R.A., Sujud, A., Noor Muhammad, S.J. & Kamarudin, K. 2017. Tradisi vernakular seni bina Melayu tradisional dalam teks historiografi Melayu. *Persidangan Antarabangsa Manuskrip Melayu 2017*.
- Jiang, Z., Kobayashi, T., Yamanaka, T. & Sandberg, M. 2023. A literature review of cross ventilation in buildings. *Energy and Buildings* 291: 113143. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778823003730>.
- Johar, S., Ahmad, A.G., Che-Ani, A.I., Tawil, N.M. & Abdullah, N. a. G. 2011. Analisa kajian lapangan ke atas kecacatan pada bangunan masjid lama di Malaysia. *The Journal of Design + Built, Mosque Edition*.
- Kamarulzaman, P.N., Azmi, N.F., Sulaiman, R. & M. Zaid, S. 2023. Discrepancies between national and state building by-laws in Malaysia: A review. *Facilities* 41(11/12): 691–704. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/F-10-2021-0103/full/html>.
- Khalit, N.A., Denan, Z., Sanusi, A.N.Z. & Mohd Nawawi, N. 2023. Assessment of indoor thermal condition on traditional vernacular Masjid: A case study on Masjid Kampung Laut, Malaysia. *Jurnal Kejuruteraan* 35(3): 647–655. <http://www.ukm.my/jkukm/wp-content/uploads/2023/3503/12.pdf>.
- Kobayashi, T., Sandberg, M., Fujita, T., Lim, E. & Umemiya, N. 2022. Numerical analysis of wind-induced natural ventilation for an isolated cubic room with two openings under small mean wind pressure difference. *Building and Environment* 226: 109694. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132322009246>.
- Law of Malaysia (Act 133) Uniform Building By Law (Ammendment 2012). , Pub. L. No. 133 (2012). Malaysia: Malaysia Government.
- Maarof, S. 2014. *Roof Designs and Affecting Thermal Comfort Factors in a Typical Naturally Ventilated Malaysian Mosque*. Cardiff University.
- Mohamed, M.F. & Mohammad Yusof, W.F. 2023. Potential strategies for revitalizing UKM mosque in enhancing community engagement. *Jurnal Kejuruteraan* si6(1): 325–338. <http://www.ukm.my/jkukm/wp-content/uploads/2023/si6-1/28.pdf>.

- Mohammad Yusoff, W.F. 2020. Initial assessment of indoor environmental condition and thermal comfort of Malaysia heritage mosque. *Jurnal Kejuruteraan* 32(2): 271–280. <http://www.ukm.my/jkukm/wp-content/uploads/2020/3202/11.pdf>.
- Mohd. Sojak, S.D., Raja Shahminan, R.N. & Ahmad@Taufik, F. 2019. Mosque architectural timeline in Malaysia: From vernacular to contemporary hlm. 179–188 <https://www.europeanproceedings.com/article/10.15405/epms.2019.12.18>.
- Mostofa, T., Manteghi, G. & Lamit, H. 2019. Stack ventilation as a design tool to improve indoor thermal comfort of duplex studio at hoho high rise in hot and humid climate. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences Journal homepage* 63: 144–153. www.akademiabaru.com/arfmts.html [7 June 2020].
- Mursib, G. 2008. Pemikiran dan sahutan regionalisme dalam wacana senibina Malaysia. *Universiti Teknologi Malaysia* (53(9)): 1689–1699.
- Nordin, N., Ismail, M.A. & Ariffin, A.R.M. 2019. Ventilation blocks: Design feature in Malaysia public schools. *Journal of Design and Built Environment*
- Oleiwi, M.Q. & Mohamed, M.F. 2022. The impacts of passive design strategies on building indoor temperature in tropical climate. *Pertanika Journal of Science and Technology* 31(1): 83–108. <http://www.pertanika.upm.edu.my/pjst/browse/regular-issue?article=JST-3488-2022>.
- Priyadarsini, R., Cheong, K. & Wong, N.. 2004. Enhancement of natural ventilation in high-rise residential buildings using stack system. *Energy and Buildings* 36(1): 61–71. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778803000768>.
- Pte Ltd, M.G. 2025. Design and Architecture. *Media Group Pte Ltd* <https://www.designandarchitecture.com/article/razin-architects-designs-a-contemporary-style-mosque-in-malaysia.html>.
- Ryn, S. Van der. 2005. *Design for Life: The Architecture of Sim Van der Ryn*. First. New York, NY: Gibbs Smith. [https://books.google.com.my/books?id=M2SpKEVeN10C&lpg=PA7&ots=4whK5VSwSM&dq=Design For Life%3A The Architecture Of Sim Van Der Ryn&lr&pg=PP1#v=onepage&q=Design For Life: The Architecture Of Sim Van Der Ryn&f=false](https://books.google.com.my/books?id=M2SpKEVeN10C&lpg=PA7&ots=4whK5VSwSM&dq=Design+For+Life%3A+The+Architecture+Of+Sim+Van+Der+Ryn&lr&pg=PP1#v=onepage&q=Design+For+Life: The Architecture Of Sim Van Der Ryn&f=false).
- Sabil, A., Rahmat, M.H., Ismail, S. & Asif, N. 2021. Pembangunan kerangka definisi seni bina Melayu moden di Malaysia. *Journal of Design + Built*
- Sapiee, R. 2022. Ke Masjid Lama Linggi untuk tahun 2022. *Blogspot* <https://artmelayu.blogspot.com/2022/03/ke-masjid-lama-linggi-untuk-tahun-2022.html>.
- Surat, M., Rasdi, M.T.M., Musa, A.R., Utaberta, N. & Tahir, M.M. 2011. Salah tanggapan terhadap kubah pada senibina masjid: Pengaruh pengisian sejarah dalam hasrat rekabentuk masjid. *The Journal of Design + Built, Mosque Edition* 1–16.
- Wang, J., Zhang, T., Wang, S. & Battaglia, F. 2018. Numerical investigation of single-sided natural ventilation driven by buoyancy and wind through variable window configurations. *Energy and Buildings* 168: 147–164. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378778817331894>.
- Zhong, H.-Y., Sun, Y., Shang, J., Qian, F.-P., Zhao, F.-Y., Kikumoto, H., Jimenez-Bescos, C. & Liu, X. 2022. Single-sided natural ventilation in buildings: A critical literature review. *Building and Environment* 212: 108797. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132322000452>.
- Zulkifli, Y.B. 2021. Ventilation block: The modern tropical building element. *Inheritable Resilience: Sharing Values of Global Modernities - 16th International Docomomo Conference Tokyo Japan 2020+1 Proceedings*