

SHADING DEVICE PADA JENDELA BANGUNAN TINGGI UNTUK MENCIPTAKAN PENGHEMATAN ENERGI

Muhammad Fadly Saleh

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sulawesi

Email: mfadly.uts@gmail.com

***Corresponding author**

To cite this article: Muhammad Fadly Saleh (2025): Pengaruh Penggunaan Shading Device pada Jendela Bangunan Tinggi Terhadap Penggunaan Energi pada Bangunan , Jurnal Ilmiah Arsitektur, 15(1), 69-75

Author information

Muhammad Fadly Saleh, fokus riset bidang arsitektur penghematan energi pada bangunan, ORCID : -, Scopus ID : -, Sinta ID : 6664182

Homepage Information

Journal homepage : <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars>
Volume homepage : <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars/issue/view/445>
Article homepage : <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars/article/view/9271>

SHADING DEVICE PADA JENDELA BANGUNAN TINGGI UNTUK MENCIPTAKAN PENGHEMATAN ENERGI

Muhammad Fadly Saleh

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sulawesi

e-mail: mfadly.uts@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 13 Mei 2025

Direvisi : 24 Juni 2025

Disetujui : 26 Juni 2025

Diterbitkan : 30 Juni 2025

Kata Kunci :

shading device,
penghematan energi,
eQuest, simulasi energi,
jendela

ABSTRAK

Bangunan tinggi memiliki tuntutan tinggi pula atas kenyamanan di dalam ruang. Besarnya kebutuhan atas kenyamanan termal lahir karena besarnya energi panas yang masuk ke dalam bangunan melalui selubung bangunan khususnya selubung transparan seperti kaca jendela. Untuk itu perlu dilakukan peneduh untuk mengurangi masuknya sinar matahari yang membawa panas untuk langsung masuk ke dalam bangunan. Salah satu metode peneduh adalah dengan menggunakan *shading device*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan *shading device* pada bangunan tinggi dalam meminimalisir penggunaan energi pada bangunan. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental dengan menggunakan program simulasi energi eQuest. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh positif dalam usaha meminimalisir penggunaan energi pada bangunan tinggi dengan menerapkan *shading device* pada jendela bangunan. Semakin luas area jendela yang tertutupi oleh *shading device*, maka semakin besar pula beban energi yang dapat dikurangi.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : May 13, 2025

Revised : June 24, 2025

Accepted : June 26, 2025

Publisihed: June 30, 2025

Keywords:

shading device, energy-
saving, eQuest , energy
simulation , window

ABSTRACT

High rise building have high demands for comfort within the space. The high need for thermal comfort derives from the large amount of heat energy that enters the building through the building envelope, especially transparent envelopes such as window glass. Therefore, shading is necessary to reduce the entry of sunlight that brings heat directly into the building. One of the shading methods is by using a shading device.

This research aims to determine the extent of the impact of using shading devices on high-rise buildings in minimizing energy consumption in buildings. This research is quantitative research with experimental methods using the eQuest energy simulation program. The results of this study show a positive impact in efforts to minimize energy use in high-rise buildings by applying shading devices to the building's windows. The larger the window area covered by the shading device, the greater the energy load that can be reduced.

PENDAHULUAN

Pembangunan bangunan tinggi di perkotaan, termasuk di Kota Makassar, semakin meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk dan kompleksnya kehidupan perkotaan. Namun, bangunan tinggi memiliki tuntutan yang sangat tinggi pula, terutama dalam memberikan rasa nyaman di dalam ruangan. Desain arsitektur dan kenyamanan termal sangat penting diperhatikan untuk meningkatkan kondisi lingkungan dalam ruangan (Lamberti et al. 2021)

Bangunan, dimana hampir semua aktifitas manusia terjadi, memiliki tuntutan besar atas kenyamanan. Semakin besar dan tingginya sebuah bangunan maka semakin besar pula tuntutan atas kenyamanan tersebut. Kenyamanan dalam bangunan menyangkut kenyamanan akan pencahayaan, penghawaan/ termal dan akustik. Kondisi termal yang tidak nyaman, seperti suhu yang terlalu tinggi dapat berdampak negatif pada kesejahteraan manusia dan aktivitas sehari-hari mereka (Kim and Jong 2020). Demi memenuhi kebutuhan akan nyaman ini, bangunan memerlukan energi yang besar terutama untuk memenuhi kenyamanan atas penghawaan. Khususnya kenyamanan termal menjadi perhatian akibat dampaknya terhadap efisiensi energi (Jing et al. 2019). Berdasarkan data Maret 2025, sektor bangunan mengkonsumsi energi total 32% dari keseluruhan dunia menurut Global Alliance for Buildings and Construction. (UCL, BPIE, UNEP CCC 2025)

Menurut (Dien, Kindangen, and Wuisang 2021) apabila suhu dalam bangunan tinggi, kelembaban udara tinggi, dan tidak ada sistem penghawaan alami yang baik untuk mendinginkan ruangan, dapat menyebabkan nyaman termal dalam ruang menjadi tidak *comfortable*. Karena itu, sistem penghawaan yang baik demi menjaga kenyamanan termal di dalam ruangan menjadi suatu kewajiban. Penggunaan Ac menjadi alternatif utama dalam menjaga kualitas penghawaan di dalam ruangan khususnya bangunan tinggi.

Penggunaan AC sebagai sistem penghawaan telah lama dikenal dan digunakan, dimana sistem AC ini memerlukan pasokan listrik (Chen et al. 2019). Sistem penghawaan menggunakan AC ini telah digunakan oleh hampir semua bangunan, terutama bangunan tinggi. Penggunaan AC telah menjadi suatu kewajiban dalam sistem penghawaan pada bangunan tinggi. Karena penggunaan sistem AC memerlukan energi listrik, maka kebutuhan energi pada bangunan tinggi menjadi sangat tinggi.

Besarnya energi yang dibutuhkan untuk penghawaan disebabkan karena besarnya panas yang masuk ke dalam bangunan. Menurut (Ahsani et al. 2016) perpindahan panas dari luar masuk ke dalam bangunan melalui selubung bangunan yaitu dinding dan atap menjadi beban panas sensibel dalam bangunan dan menyebabkan kenaikan suhu dalam bangunan. Panas yang dimaksud adalah panas dari cahaya matahari. Cahaya matahari yang

mengenai selubung bangunan akan mengalami peningkatan suhu dan panas dari selubung tersebut akan masuk ke dalam bangunan. Jika selubuh tersebut bersifat masif seperti dinding bata atau beton, maka panas matahari yang masuk ke dalam bangunan akan banyak berkurang. Namun, jika selubung bangunan berupa dinding transparan seperti kaca, maka panas matahari yang masuk ke dalam bangunan akan sangat banyak. Seperti yang dikatakan oleh (Wibowo, Budi, and Setyowati 2020) bahwa luas selubung transparan pada bangunan perlu dikurangi untuk penghematan energi pada bangunan.

Penggunaan jendela atau selubung transparan pada bangunan komersial seperti hotel tak dapat dihindari. Karena jendela atau selubung transparan memberi kesan terbuka dan mengundang pengunjung pada bangunan. Selain itu, pemandangan dari jendela atau selubung transparan menjadi daya tarik tersendiri. Namun, besarnya panas matahari yang masuk bersama sinar matahari ke dalam bangunan harus diperhatikan. Karena itulah usaha pengurangan panas matahari yang masuk ke dalam bangunan melalui selubung transparan perlu menjadi perhatian.

Di daerah tropis, seperti di Kota Makassar, tingkat intensitas cahaya matahari sangatlah tinggi, yang berefek pada suhu di dalam dan di luar ruangan. Kebutuhan naungan bangunan yang optimal menjadi semakin penting karena karakteristik penyinaran matahari yang tinggi dan penyinaran matahari jangka panjang (Mangkuto et al. 2022). Karena dengan menggunakan strategi pembayang, radiasi matahari dapat diminalkan (Permana, Susanti, and Wijaya, n.d.). Salah satu metode pemberi naungan pada bangunan adalah dengan menggunakan *shading device*.

Seperti yang dikatakan (Lestari et al. 2023), bahwa *shading device* dapat digunakan untuk mengurangi radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan, sehingga mampu mengurangi penggunaan energi untuk penghawaan buatan. Namun, perlu diketahui seberapa efektif atau sebesar apa pengaruh penggunaan *shading device* pada bangunan tinggi. Karena itulah, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *shading device* pada bangunan tinggi dalam meminimalisir penggunaan energi pada bangunan.

Dengan memanfaatkan program simulasi energi pada komputer yang bernama eQuest, kita dapat melakukan eksperimen dan mendapatkan data penelitian dengan mudah meskipun objek penelitian kita adalah bangunan tinggi

Penghematan energi pada bangunan muncul dari sebuah konsep desain sebagai alternatif untuk mengurangi konsumsi energi tanpa mengganggu fungsi, efisiensi, kenyamanan, dan aktivitas penghuni bangunan. Arsitektur hemat energi adalah desain bangunan yang menerapkan prinsip mengurangi penggunaan energi tanpa mengorbankan fungsi bangunan, kenyamanan dan

produktivitas penghuninya. Konsep ini adalah jenis arsitektur berkelanjutan, di mana konsep arsitektur berkelanjutan dirancang secara hati-hati untuk memenuhi kebutuhan tanpa menyebabkan kerusakan lingkungan atau dampak negatif pada generasi mendatang. Penggunaan energi yang besar pada bangunan dapat memberi efek negatif pada lingkungan, terutama jika kita melihat dari mana sumber energi tersebut berasal.

METODE

Rancangan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang dapat diberikan dari penggunaan *shading device* pada jendela bangunan tinggi terhadap beban energi yang dimiliki oleh bangunan tersebut. *Shading device* yang digunakan pada penelitian ini merupakan *shading device* yang sifatnya horizontal dan tetap, yang diletakkan di atas jendela.

Penelitian ini dilakukan pada salah satu hotel yang berada di kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. Penelitian ini lebih mengkhusus pada lantai tipikal (1 lantai) yang sebagian besar ruangnya berfungsi sebagai kamar tamu hotel. Selain itu, lantai tipikal yang menjadi fokus penelitian berada di lantai 10, sehingga cahaya matahari tidak terhalangi oleh bangunan atau pohon disekitarnya.

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental. Untuk metode eksperimental ini menggunakan program simulasi energi pada komputer yang bernama eQuest.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan tiga tahap yaitu: pengambilan data fisik bangunan, menghitung besar konsumsi energi pada eksisting bangunan khususnya pada lantai tipikal yang menjadi fokus penelitian sebelum diberi *shading device* pada jendelanya, dan menghitung konsumsi energi pada lantai tipikal bangunan sebelum diberi *shading device* pada jendelanya.

Bangunan tinggi yang menjadi objek penelitian adalah salah satu hotel yang berada di kota Makassar. Hotel yang terletak di Jalan Andi Djemma ini bernama Hotel Four Points Makassar. Dengan jumlah lantai 17 dan berada di Kawasan perumahan, hotel ini tidak mendapat pembiayaan dari bangunan lain disekitarnya. Sehingga pada lantai tiga hingga lantai 17 pada bangunan ini, langsung mendapatkan sinar matahari, baik dari arah matahari terbit maupun tenggelam.

Pengambilan data fisik bangunan dapat dilakukan dengan pengukuran langsung pada bangunan atau mengambil data bangunan dalam bentuk *asbuild drawing*. Sedangkan untuk data beban energi bangunan sebelum dan sesudah diberi *shading device* pada jendela bangunan diperoleh melalui program simulasi energi eQuest.

Simulasi energi ini menghitung beban energi per tahun. Dimana diterapkan sistem otomatisasi pada

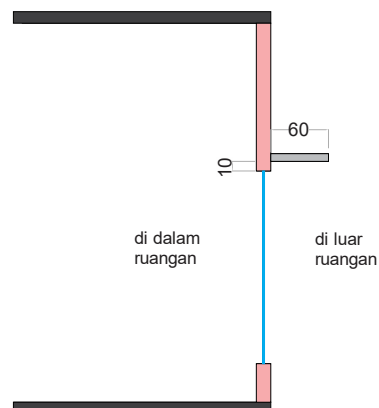
sistem pencahayaan dan penghawaan. Simulasi ini menghitung beban energi selama 24 jam sehari, pada siang hari maupun malam hari. Selain beban energi pada penghawaan, penelitian ini juga menghitung beban energi untuk pencahayaan, karena penggunaan *shading device* dapat mengurangi sinar matahari ke dalam bangunan yang mungkin mengakibatkan diperlukannya cahaya buatan di dalam ruangan.

Ukuran *shading device* yang digunakan adalah: 60 cm (ini merupakan ukuran *shading device eksisting* pada bangunan), 110 cm (diambil dari sudut 45° dari as jendela) dan 210 cm (diambil dari sudut 45° dari dasar jendela).

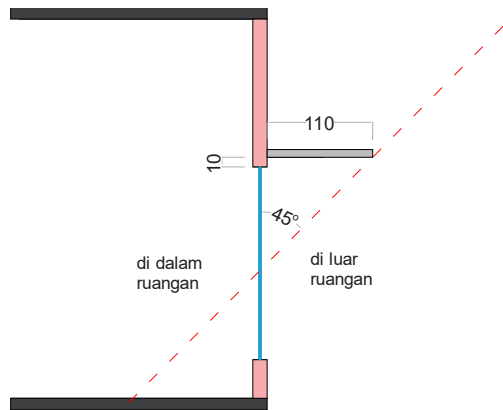
Pada program simulasi energi eQuest, bentuk fisik bangunan akan digambar secara keseluruhan sesuai dengan kondisi aslinya agar tingkat ketepatan penelitian menjadi tinggi. Pada program simulasi ini akan dimasukkan data cuaca, sehingga besarnya sinar matahari yang mengenai bangunan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

Pada program simulasi energi eQuest, setelah bentuk fisik telah dibuat, maka pengambilan data beban energi dilakukan sesuai dengan kondisi fisik bangunan asli/ eksisting. Pengambilan data beban energi hanya dilakukan pada satu lantai, yaitu lantai 10 yang sebagian besar ruangnya adalah kamar tamu.

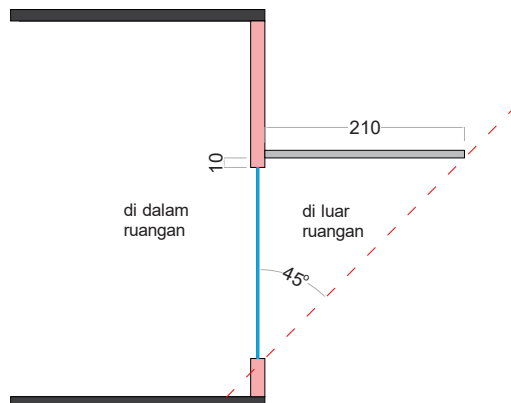
Setelah mendapatkan data beban energi pada kondisi *eksisting*, dilakukan perubahan pada ukuran panjang *shading device*. Ukuran panjang *shading device* adakan diubah dua kali yaitu 110 cm dan 210 cm. Setiap melakukan perubahan ukuran *shading device*, akan dilakukan simulasi untuk mendapatkan data beban energi setelah perubahan ukuran *shading device*.



Gambar 1. Panjang *shading device* 60 cm
(Sumber: ilustrasi penulis, 2025)



Gambar 2. Panjang *shading device* 110 cm
(Sumber: ilustrasi penulis, 2025)



Gambar 3. Panjang *shading device* 210 cm
(Sumber: ilustrasi penulis, 2025)

Analisis Data

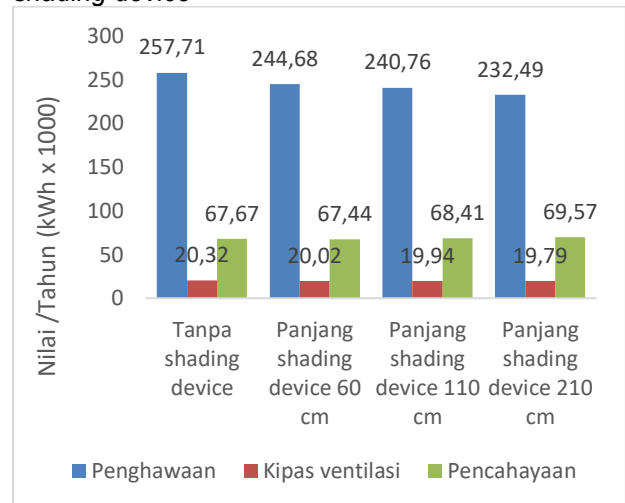
Analisis data pada penelitian ini dengan membandingkan beban energi pada bangunan sebelum diberi *shading device* pada jendelanya dan setelah diberi *shading device* pada jendelanya. Perbedaan beban energi pada bangunan sebelum dan sesudah diberi *shading device* pada jendelanya akan menunjukkan seberapa besar pengaruh *shading device* dalam meminimalisir penggunaan energi pada bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Setelah melakukan penelitian berupa eksperimental terhadap perubahan ukuran *shading device*, akhirnya ditemukan data beban energi yang dimiliki oleh bangunan ini. Dengan hanya berfokus pada beban energi satu lantai saja, lantai 10, pengaruh perubahan ukuran *shading device* terhadap beban energi pada bangunan dapat dilihat pada diagram dan tabel dibawah.

Diagram 1. Beban energi bangunan pada tiap ukuran *shading device*



Sumber : Penulis, 2025

Berdasarkan hasil perhitungan besar konsumsi energi pada lantai tipikal hotel setelah diberikan *shading device* pada atas jendelanya menunjukkan adanya penurunan konsumsi energi jika dibandingkan dengan konsumsi energi ketika jendela tidak diberikan *shading device*. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *shading device* pada jendela bangunan tinggi memberi efek positif terhadap usaha penghematan energi.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa semakin panjang ukuran *shading device*, maka semakin kecil pula konsumsi energi pada bangunan tersebut. Hal ini terlihat dari panjang *shading device* 210 cm, dimana panjang *shading device* itu diambil dari sudut 45° dasar jendela eksterior bangunan, mampu mengurangi konsumsi energi sebesar 7,25%. Lalu pada *shading device* dengan panjang 110, dimana panjang *shading device* itu diambil dari sudut 45° as jendela eksterior bangunan mampu mengurangi 5% konsumsi energi. Sedangkan pada *shading device* yang ukurannya 60 cm hanya mampu mengurangi konsumsi energi sebesar 3,9%.

Tabel 1. Analisis perbandingan beban energi pada setiap ukuran *shading device*

Ukuran <i>shading device</i>	Nilai /Tahun (kWh x 1000)	
	Total Konsumsi Energi	Selisih
Tanpa <i>shading device</i>	345,70	
Panjang <i>shading device</i> 60 cm	332,14	-13,56 (3,9%)
Panjang <i>shading device</i> 110 cm	329,11	-16,56 (5%)
Panjang <i>shading device</i> 210 cm	321,85	-23,85 (7,25%)

Sumber : Penulis, 2025

Beban energi untuk pencahayaan mengalami peningkatan setelah penggunaan *shading device*. Hal ini dimungkinkan karena *shading device* menghalangi sebagian cahaya matahari yang masuk. Namun, penambahan beban energi pada pencahayaan tidak seberapa jika dibandingkan dengan pengurangan beban energi pada penghawaan. Sehingga, penggunaan *shading device* secara keseluruhan mampu memberi efek positif dalam meminimalisir penggunaan energi pada bangunan tinggi.

Pembahasan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan peneduh pada bangunan, seperti *shading device* dapat mengurangi konsumsi energi pada bangunan. Hal ini dapat terjadi karena sebagian sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan telah dihalangi oleh *shading device*, sehingga radiasi panas matahari dapat diminimalkan. Dengan berkurangnya panas di dalam ruangan akibat panas dari matahari, beban energi untuk penghawaan dapat diminimalisir.

Hasil penelitian ini sejalan dengan (Kirimat et al. 2016) yang menyatakan bahwa *shading device* dikenal sebagai komponen bangunan yang dapat mengurangi perolehan panas, meningkatkan efisiensi energi, serta meningkatkan kenyamanan termal penghuni. Senada dengan itu, (Hendrik and Rahmayanti 2023) juga menyatakan bahwa penggunaan *shading device* diketahui memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap transfer panas sehingga dapat menurunkan konsumsi energi dan memenuhi kenyamanan termal bagi pengguna bangunan.

Shading device tipe tetap, seperti yang digunakan pada penelitian, merupakan tipe yang ekonomis, mudah untuk dirancang dan mudah dibangun (Heidari, Taghipour, and Yarmahmoodi 2021). Serta dapat menjadi solusi sederhana untuk memenuhi kebutuhan pengendalian panas matahari pada fasad bangunan (Yao, Chow, and Chi 2016). Karena itu sangat baik digunakan untuk segala jenis bangunan, baik bangunan tingkat rendah maupun bangunan tinggi.

Panjang *shading device* juga berpengaruh terhadap besarnya beban energi yang dapat diminimalkan. Hal ini terjadi karena panjang *shading device* berpengaruh terhadap besarnya bidang jendela yang mampu dilindungi dari sinar matahari. Semakin panjang *shading device* maka semakin besar bidang jendela yang dilindungi dan semakin kecil pula panas matahari yang masuk ke dalam bangunan.

PENUTUP

Shading device memberi efek positif dalam usaha meminimalisir penggunaan energi karena mampu mencegah atau mengurangi sinar matahari langsung masuk ke bangunan melalui jendela.

Semakin luas area jendela yang ditutupi oleh *shading device* maka semakin besar pula beban energi yang dapat dikurangi pada bangunan. Dimana dengan panjang *shading device* 210 cm mampu mengurangi konsumsi energi sebesar 7,25%. Sedangkan pada *shading device* yang ukurannya 60 cm hanya mampu mengurangi konsumsi energi sebesar 3,9%. Karena itu, penggunaan *shading device* untuk bangunan tinggi sangat dianjurkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Syukur atas Rahmat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat-Nyalah sehingga penulis mampu menyelesaikan tulisan ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga tercinta atas dukungannya dan kepada pihak hotel tempat penulis melakukan penelitian, Hotel Four Points, atas data dan ruang yang diberikan untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsani, Muh Syukri, Husna Noor Mufida, Mahardika Prasetya Aji, and Sulhadi Sulhadi. 2016. "Mengurangi Dampak Panas Matahari Pada Dinding Kaca Dengan 'Water Flow'" V:SNF2016-ERE-91-SNF2016-ERE-94. <https://doi.org/10.21009/0305020618>.
- Chen, Xiangjie, Nan Zhang, Yuehong Su, Devrim Aydin, Hongfei Zheng, Hongyu Bai, Apostolos Georgakis, Hasila Jarimi, and S. Riffat. 2019. "Performance Analysis and Design Implementation of a Novel Polymer Hollow Fiber Liquid Desiccant Dehumidifier with Aqueous Potassium Formate." *Thermal Science and Engineering Progress* 13 (October):100366. <https://doi.org/10.1016/J.TSEP.2019.100366>.
- Dien, Michael, Jeffrey Kindangen, and Cynthia Wuisang. 2021. "Penggunaan Material Atap Terhadap Beban Panas Pada Hunian Di Perumahan Sederhana Di Kota Manado." *Jurnal Spasial* 8 (3): 303–10. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/spasial/article/download/35840/33459>.
- Heidari, Aliakbar, Malihe Taghipour, and Zahra Yarmahmoodi. 2021. "The Effect of Fixed External Shading Devices on Daylighting and Thermal Comfort in Residential Building." *Journal of Daylighting* 8 (2): 165–80. <https://doi.org/10.15627/JD.2021.15>.
- Hendrik, Maria Lady, and Rahmayanti Rahmayanti. 2023. "Review Penerapan Shading Device Pada Double Skin Façade Untuk Kenyamanan Termal Dan Efisiensi Energi Bangunan." *JAMBURA Journal of Architecture* 5 (1): 97–103. <https://doi.org/10.37905/jjoa.v5i1.19709>.
- Jing, Shenglan, Yonggang Lei, Hongjian Wang, Chongfang Song, and Xufeng Yan. 2019. "Thermal Comfort and Energy-Saving Potential in University Classrooms during the Heating

- Season.” *Energy and Buildings* 202 (November):109390.
<https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2019.109390>.
- Kim, Hyon U., and Sang Il Jong. 2020. “Development of a System for Evaluating the Flow Field around a Massive Stadium: Combining a Microclimate Model and a CFD Model.” *Building and Environment* 172 (April):106736.
<https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2020.106736>.
- Kirimtat, Ayca, Basak Kundakci Koyunbaba, Ioannis Chatzikonstantinou, and Sevil Sariyildiz. 2016. “Review of Simulation Modeling for Shading Devices in Buildings.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 53 (January):23–49.
<https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.08.020>.
- Lamberti, Giulia, Giacomo Salvadori, Francesco Leccese, Fabio Fantozzi, and Philomena M. Bluyssen. 2021. “Advancement on Thermal Comfort in Educational Buildings: Current Issues and Way Forward.” *Sustainability (Switzerland)* 13 (18).
<https://doi.org/10.3390/su131810315>.
- Lestari, Lestari, Syaiful Muazir, Muhammad Nurhamsyah, and Muhammad Ridha Alhamdani. 2023. “Pengaruh Penggunaan Shading Device Pada Fasade Terhadap Penerimaan Radiasi Matahari Pada Bangunan Sekolah Di Kota Pontianak.” *Modul* 22 (2): 119–26.
<https://doi.org/10.14710/mdl.22.2.2022.119-126>.
- Mangkuto, Rizki A., Mochamad Donny Koerniawan, Sri Rahma Apriliyanthi, Irma Handayani Lubis, Atthaillah, Jan L.M. Hensen, and Beta Paramita. 2022. “Design Optimisation of Fixed and Adaptive Shading Devices on Four Façade Orientations of a High-Rise Office Building in the Tropics.” *Buildings* 12 (1).
<https://doi.org/10.3390/buildings12010025>.
- Permana, Asep Yudi, Indah Susanti, and Karto Wijaya. n.d. “KAJIAN OPTIMALISASI FASAD BANGUNAN RUMAH TINGGAL.”
- UCL, BPIE, UNEP CCC, IEA. 2025. “United Nations Environment Programme.”
<https://Globalabc.Org/>. 2025.
<https://globalabc.org/index.php/resources/publications/global-status-report-buildings-and-construction-20242025-not-just-another>.
- Wibowo, Danang Rujito, Wahyu Setia Budi, and Erni Setyowati. 2020. “Pengaruh Material Kaca Terhadap Perpindahan Panas Pada Bangunan Pendidikan (Studi Kasus Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang).” *Arsir* 4 (2): 11.
<https://doi.org/10.32502/arsir.v4i2.2813>.
- Yao, Jian, David Hou Chi Chow, and Yu Wei Chi. 2016. “Impact of Manually Controlled Solar Shades on Indoor Visual Comfort.” *Sustainability (Switzerland)* 8 (8): 1–19.
<https://doi.org/10.3390/su8080727>.