

ALTERNATIF ELEMEN PENEDUH UNTUK PENGHEMATAN ENERGI PADA BANGUNAN TINGGI

Budijanto Chandra*¹, LMF Purwanto²

¹Program Studi Magister Arsitektur, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Email:
budijantochandra@gmail.com

^{1,2}Program Studi Doktor Arsitektur Konsentrasi Arsitektur Digital, Universitas Katolik
Soegijapranata, Semarang, Email: lmf_purwanto@unika.ac.id

***Corresponding author**

To cite this article: Chandra, B. (2021). ALTERNATIF ELEMEN PENEDUH UNTUK PENGHEMATAN ENERGI PADA BANGUNAN TINGGI. Jurnal Ilmiah Arsitektur, 12(1), 21-28.

Author information

Purwanto, LMF, fokus riset bidang arsitektur heat transfer, ORCID : 0000-0002-7081-489X, Scopus ID : 57204532925, Sinta ID : 6005052

Budijanto Chandra : fokus riset bidang Arsitektur Hijau. Orcid ID : 57210989394., Scopus ID : 0000-0001-6615-7607

Homepage Information

Journal homepage : <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars>

Volume homepage : <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars/issue/view/221>

Article homepage : <https://ojs.unsiq.ac.id/index.php/jiars/article/view/2269>

ALTERNATIF ELEMEN PENEDUH UNTUK PENGHEMATAN ENERGI PADA BANGUNAN TINGGI

Budijanto Chandra^{*1}, LMF Purwanto²

¹Program Studi Magister Arsitektur, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Email:
budijantochandra@gmail.com

^{1,2}Program Studi Doktor Arsitektur Konsentrasi Arsitektur Digital, Universitas Katolik
Soegijapranata, Semarang, Email: lmf_purwanto@unika.ac.id

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 9 Desember 2021
Direvisi : 31 Mei 2022
Disetujui : 2 Juni 2022
Diterbitkan : 30 Juni 2022

Kata Kunci :

fasad, curtain wall, elemen
peneduh

ABSTRAK

Perubahan iklim dengan fenomena pemanasan global makin memburuk dan perlu mengurangi pemakaian bahan bakar dari fosil secara signifikan. Di sisi lain, tren arsitektur terkini khususnya untuk gedung tinggi adalah memakai fasad *curtain wall* yang tidak cocok dengan iklim tropis. Pemakaian fasad bangunan memakai *curtain wall* sangat boros energi, karena radiasi panas matahari dapat leluasa masuk ke dalam bangunan sehingga boros energi listrik karena beban pendinginan bertambah. Salah satu usaha yang bisa dilakukan guna menurunkan radiasi panas sinar matahari yang menembus ke ruang dalam adalah dengan memakai elemen peneduh. Tujuan penelitian ini adalah memberikan solusi elemen peneduh untuk bangunan tinggi yang memakai sistem *curtain wall* pada fasad. Metode penelitian menggunakan *mixed methods*. Hasil penelitian didapat beberapa alternatif elemen peneduh yang berpotensi besar dalam penghematan energi dari bangunan bertingkat tinggi.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : December 9, 2021
Revised : May 31, 2022
Accepted : June 2, 2022
Published: June 30, 2022

Keywords:

facades, curtain walls,
shading elements

ABSTRACT

Climate change with global warming is increasingly serious and requires a significant reduction in fossil fuels. On the other hand, the latest architectural trend, especially for tall buildings, is to use curtain wall facades that are not suitable for tropical climates. Building facades using curtain walls are very energy-intensive because solar heat radiation can freely enter the building, so electrical energy is wasted because the cooling load increases. One of the efforts to lower solar heat radiation that enters the building is to use a shading element. This study aims to provide an alternative for shading elements for high-rise buildings that use a curtain wall system on the facade. The research method uses mixed methods. The study results obtained several alternative shading elements that have great potential in saving energy from high-rise buildings.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dengan fenomena pemanasan global merupakan masalah yang mengancam kehidupan manusia dan lingkungan sehingga PBB telah mengeluarkan resolusi untuk mengurangi kenaikan suhu maksimum 1.5° C pada akhir abad ini dan terciptanya kondisi net zero emissions pada paruh kedua abad ini (Nations, 2021). Penyebab pemanasan global adalah emisi CO₂ yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar dari fosil, oleh karena itu desain bangunan dan operasional gedung harus dapat mengurangi penggunaan energi bahan bakar dari fosil karena perlu untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Salah satu langkah pengurangan atau penghematan energi terutama di daerah tropis adalah dengan elemen peneduh.

Fenomena pemakaian *curtain wall* terutama pada gedung bertingkat tinggi di perkotaan semakin banyak dan bentuknya semakin minimalis dengan meniadakan atau mengurangi elemen fasad yang lain seperti elemen peneduh dan dinding tidak transparan (*opaque*) (Dananjaya, Priyatmono, & Raidi, 2015).



Gambar 1. Bangunan yang memakai *curtain wall* tanpa elemen peneduh (Sumber: Penulis, 2020)

Desain fasad yang menggunakan *curtain wall* tidak cocok dengan negara tropis karena menimbulkan permasalahan meningkatnya pemakaian listrik akibat beban pendinginan karena radiasi berlebihan dari panas matahari yang menembus dalam bangunan melalui dinding transparan atau kaca. Pemakaian energi untuk beban pendinginan gedung perkantoran di Indonesia adalah yang terbesar dibanding pemakaian energi lainnya (DKI & IFC, 2012). Sehingga upaya untuk pengurangan energi untuk beban pendinginan seperti elemen peneduh adalah sangat perlu.



Gambar 2. Dinding *curtain wall* (DKI & IFC, 2012)

Di negara tropis seperti di Indonesia, desain arsitektur perlu untuk memperhatikan konsep *solar responsive design* yang intinya bagaimana kita menghindari panas (*heat avoidance*) dan menolak panas (*heat rejection*) dalam mencapai kenyamanan termal dan kenyamanan visual (Lechner, 2015).

Rangka aluminium ini dilapisi kaca yang sehingga panas matahari akan leluasa masuk ke dalam bangunan. Pemasangan *curtain wall* yang benar seharusnya ada dinding parapet dan dinding bagian atas serta ada elemen peneduh. Pada prakteknya sering dijumpai *curtain wall* tidak dilengkapi dengan parapet dan dinding atas, sehingga ruangan dalam akan menjadi panas walaupun sudah diberi *vertical blind*. Dengan pemasangan dinding parapet dan dinding bagian atas dan desain elemen peneduh seperti di Gedung Graha Telkom Sigma, dapat dilakukan penghematan energi yang signifikan dengan tetap mendapatkan pencahayaan alami yang optimal.

Transfer radiasi panas matahari ke ruang dalam melalui selubung bangunan dinamakan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) yang besarnya sangat ditentukan oleh banyaknya bukaan kaca diselubung bangunan. Semakin banyak bukaan kaca seperti pada dinding *curtain wall*, maka semakin besar nilai OTTV (Gendo, Priatman, & Loekito, 2015).



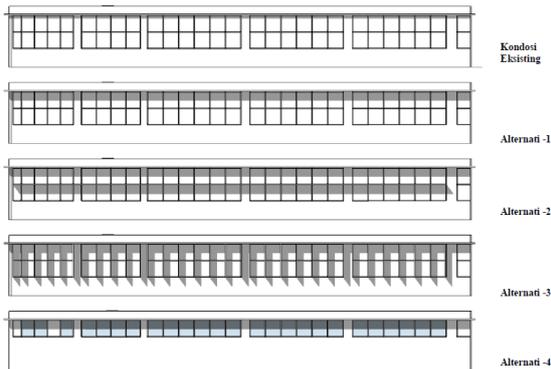
Gambar 3. Tampak bagian dalam *Curtain wall* (Sumber: Penulis, 2019)

Masalah kesilauan (*glare*) dari dinding kaca pada gedung tinggi juga merupakan masalah lain yang perlu diperhatikan (Ramadona, 2017).

Dengan pemakaian elemen peneduh dapat mengurangi pemakaian energi pada bangunan tinggi terutama untuk beban pendinginan dan pemakaian elemen peneduh horizontal lebih efektif dibanding dengan elemen peneduh vertikal (Fikri, 2020). Elemen peneduh selain melindungi dari radiasi sinar matahari yang mengurangi beban pendinginan gedung, juga mendistribusi ulang cahaya alami yang dapat mengunggai penggunaan cahaya buatan (Utpariya & Mishra, 2018).

Beberapa alternatif elemen peneduh disimulasikan untuk mengurangi nilai OTTV yang tinggi yaitu: penambahan panjang elemen peneduh, jumlah elemen peneduh dan menambah elemen peneduh vertikal dan menurunkan rasio bukaan jendela dan dinding (WWR). Tambahan elemen

peneduh vertikal memberikan efek yang paling besar dalam penurunan nilai OTTV (Wibawa & Utama, 2019).



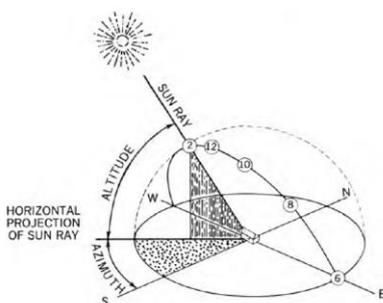
Gambar 4. Alternatif elemen peneduh untuk mengurangi nilai OTTV (Wibawa & Utama, 2019).

Elemen peneduh yang umum dipakai adalah elemen peneduh horizontal, vertikal dan *eggcrate* seperti gambar di bawah dan tidak tertutup kemungkinan desain kreatif dari bentuk elemen peneduh untuk mendapatkan efek peneduh yang maksimal (IFC, 2020).

Shading Type	Image
Horizontal shading devices (overhangs):	
Vertical shading devices (fins):	
Combined shading devices (egg crate):	

Gambar 5. Jenis elemen peneduh (IFC, 2020)

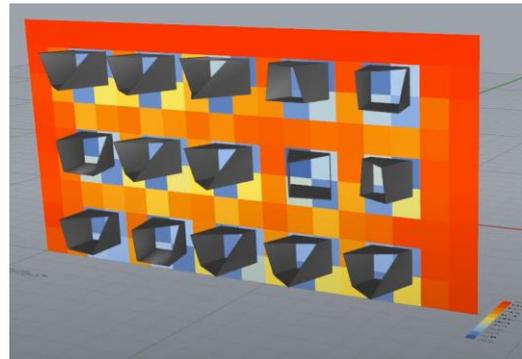
Perlu dipahami sudut datang nya sinar matahari secara vertikal (*altitude*) dan sudut horizontal sinar matahari (*azimuth*) (Lechner, 2015).



Gambar 6. Sudut altitude dan azimuth dari sinar matahari (Lechner, 2015).

Elemen peneduh tidak lagi menjadi elemen yang mengurangi estetika arsitektur, tapi dapat menampilkan bentuk unik tapi mempunyai fungsi peneduh yang maksimal. Dengan desain parametrik bentuk elemen peneduh juga dapat di desain

mengikuti arah yang menguntungkan dari paparan sinar matahari.



Gambar 7. Simulasi Ladybug Galapagos untuk bentuk elemen peneduh yang memperhatikan lintasan matahari (Institute, n.d.)

Penelitian memakai studi kasus dari Gedung Graha Telkom Sigma, BSD, Tangerang yang mempunyai desain fasad yang memperhatikan arah sinar matahari sesuai lokasi bangunan. Pengolahan fasad yang sebagian besar memakai dinding transparan (*curtain wall*) dilakukan dengan memberikan elemen peneduh horizontal dan vertikal dan pembagian yang optimal dari bukaan dinding transparan dengan dinding *opaque*. Pemasangan elemen peneduh pada dinding *curtain wall* mempunyai kesulitan dalam pemasangan dan pemeliharaan sehingga dalam kasus Gedung Graha Telkom Sigma elemen peneduh tidak dipasang pada saat konstruksi gedung. Penelitian alternatif elemen peneduh belum banyak pada gedung tinggi khususnya yang memakai *curtain wall*, diharapkan dapat menjadi kebaruan penelitian ini.

Tujuan dari penelitian ini ialah guna memberikan solusi alternatif elemen peneduh bagi bangunan yang memakai dinding transparan atau *curtain wall*.

METODE

Metode penelitian memakai pendekatan *mix-method yang menggabungkan penelitian dengan simulasi perhitungan OTTV dan penelitian studi kasus Gedung Graha Telkom Sigma, BSD, Tangerang*. Metode penelitian *mix methods* membandingkan dan menginterpretasi analisa data dari metode kuantitatif dan kualitatif (Creswell, 2014). Alasan memakai Gedung ini sebagai objek penelitian adalah karena gedung bertingkat lima belas ini dapat mewakili gedung bertingkat tinggi dan memakai *curtain wall* pada fasadnya. Selain itu gedung ini juga mampu menghemat energi yang cukup besar serta gedung ini juga disertifikasi GreenShip dan EDGE.

Penelitian diawali dengan pengamatan visual mengenai pengaruh radiasi panas sinar matahari pada masing masing orientasi fasad dengan memakai kamera termal. Selanjutnya diadakan observasi secara kualitatif kualitas pencahayaan alami dalam ruang terutama akibat adanya elemen

peneduh dan dinding parapet dan dinding atas bukaan dinding kaca. Wawancara dilakukan dengan pihak kontraktor dan perencana mengenai kesulitan memasang elemen peneduh pada dinding *curtain wall*. Dalam tahap desain sudah dilakukan studi mengenai bentuk elemen peneduh horizontal yang juga difungsikan sebagai light shelf, akan tetapi pada pembangunan gedung elemen peneduh horizontal tidak dipasang karena alasan pemeliharaan gedung (kesulitan untuk akses gondola) Yang terakhir penelitian dilakukan dengan simulasi OTTV yang membandingkan desain awal dengan memakai elemen peneduh horizontal dan bangunan terbangun yang tidak memakai elemen peneduh horizontal.



Gambar 8. Gedung Graha Telkom Sigma (Sumber: Penulis, 2021)

Selain itu, alat untuk memvisualisasikan panas yang diterima pada fasad bangunan menggunakan kamera termal Flir One Pro.



Gambar 9. Kamera termal Flir One Pro (Sumber: Penulis, 2021)

Ada upaya untuk mengurangi radiasi panas yang menembus selubung bangunan seperti dinding *opaque panel ACP* pada *curtain wall*.

Pengamatan visual dengan kamera termal untuk memastikan bagian bagian fasad yang mendapat paparan radiasi panas matahari yang paling besar.



Gambar 10. Visual paparan radiasi panas pada orientasi Barat dan Selatan (Sumber: Penulis, 2021)

Dengan perhitungan OTTV dihitung besar nilainya dengan berbagai kondisi yaitu: kondisi eksisting dan kondisi dengan elemen peneduh pada fasad *curtain wall*.

Rumus OTTV dapat dilihat di bawah ini.

$$OTTV = \alpha [U_w \times (1-WWR)] \times T_{Dek} + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T)$$

Sumber: (BSN, 2020)

Keterangan:

OTTV = besaran transfer termal secara menyeluruh dari dinding luar ke dalam bangunan berdasar arah orientasi spesifik (Watt/m²).

A = absorbtansi radiasi matahari.

U_w = transmitans termal dinding tidak tembus cahaya (Watt/m².°K).

WWR = rasio luas jendela pada luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan.

T_{Dek} = selisih temperatur ekuivalen (°K).

SC = koefisien peneduh dari sistem fenestration.

SF = faktor radiasi matahari (Watt /m²).

U_f = transmitans termal fenestration (Watt/m².°K).

ΔT = selisih temperatur perencanaan antara eksterior dan interior bangunan (diambil 5K).

OTTV total dihitung dengan rata-rata tertimbang (dengan luas fasad) *OTTV* masing-masing orientasi.

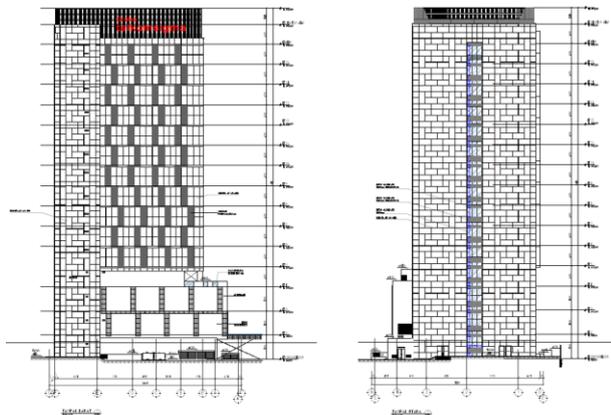
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gedung Graha Telkom Sigma mempunyai dinding *curtain wall* pada arah orientasi Selatan dan Timur. *Curtain wall* mempunyai dinding parapet dan dinding atas dan penempatan kaca di selingi dengan panel ACP sehingga Window to wall ratio (*WWR*) dapat dikurangi, oleh karena itu panas radiasi matahari yang masuk juga berkurang.



Gambar 11. Tampak Selatan dan Timur (IFC, 2021)

Untuk dinding barat yang mempunyai paparan radiasi panas matahari yang paling besar, dipakai dinding bata ringan dengan bukaan jendela yang mempunyai WWR rendah, dan juga dilengkapi dengan elemen peneduh unik, elemen peneduh dengan *eggcrate* yang membentuk sudut yang berlawanan dengan arah sinar matahari barat. Untuk dinding Utara berupa dinding beton bagian dari sistem dinding geser dari bangunan.



Gambar 12. Tampak Barat dan Utara (IFC, 2021)

Dari penjelasan di atas, jelas terlihat peranan elemen peneduh pada *curtain wall* dan adanya dinding *opaque* sangat krusial untuk mengurangi transfer panas ke interior bangunan.

Selain itu, gedung ini mempunyai solusi elemen peneduh yang unik pada sisi orientasi barat dan mengurangi panas yang menembus selubung bangunan dengan dinding *opaque* pada *curtain wall*.

Pada tampak ruang dalam bangunan pada gambar di atas terlihat bukaan jendela pada dinding *curtain wall* tidak terbuka setinggi dinding, tapi diberi dinding parapet di sebelah bawah jendela dan dinding atas jendela. Terlihat juga bentuk elemen peneduh yang mempunyai sirip miring, selain menolak panas tapi tetap memberikan pencahayaan alami yang cukup bagi interior bangunan.



Gambar 13. Gedung Graha Telkom Sigma (Sumber: Penulis, 2019)

Perhitungan OTTV dilakukan pada dua kondisi yaitu bangunan terbangun (simulasi I) dan desain awal (simulasi II) yang masih ada elemen peneduh sepanjang 90 cm.



Gambar 14. Detail Elemen peneduh pada curtain wall (IFC, 2021)

Elemen peneduh punya bagian yang menjorok ke luar sebagai elemen peneduh, dan menjorok ke dalam sebagai sarana untuk memantulkan cahaya matahari ke dalam ruangan seperti pada mockup elemen peneduh curtain wall di bawah ini.



Gambar 15. Visualisasi *mockup* elemen peneduh curtain wall dengan light shelves ((PU, 2010).

Dari perhitungan bangunan eksisting didapat hasil OTTV yang cukup bagus yaitu 25.78 Watt/m² (\leq 45 Watt/m²) yang memenuhi standar peraturan daerah (DKI, 2012).

Kondisi Eksisting	OTTV (Watt/m ²)					Total OTTV
	U	S	T	B	TGR	
OTTV orientasi	16.16	36.37	32.51	17.35	48.11	25.78
A (m ²)	1668	1538	1884	2014	181	
WWR (%)	6.84	34.1	25.25	7.57	49.4	

Tabel 1. Perhitungan OTTV (simulasi I) bangunan eksisting (Sumber: Penulis, 2021)

Untuk simulasi perhitungan kedua, dinding *curtain wall* diberi elemen peneduh horizontal sepanjang 90 cm, ternyata OTTV pada dinding *curtain wall* (Selatan dan Timur) terjadi penurunan cukup besar sekitar 6 Watt/m², sehingga OTTV keseluruhan turun 2.62 Watt/m².

Elemen Peneduh Curtain Wall 90 cm	OTTV (Watt/m ²)					Total OTTV
	U	S	T	B	TGR	
OTTV orientasi	16.16	30.88	26.87	17.35	48.11	23.16
A (m ²)	1668	1538	1884	2014	181	
WWR (%)	6.84	34.1	25.25	7.57	49.4	

Tabel 2. Perhitungan OTTV (simulasi II) dengan elemen peneduh 90 cm sesuai desain awal (Sumber: Penulis, 2021)

Rendahnya angka OTTV baik kondisi eksisting maupun usulan penambahan elemen peneduh dikarenakan desain bangunan mengikuti kaidah desain pasif yang baik seperti ratio bukaan jendela dengan dinding (WWR) yang rendah terutama di sisi Barat dan Utara, Pemakaian elemen peneduh *eggcrate* di sisi Barat yang dimodifikasi kemiringan siripnya, dinding *curtain wall* yang mempunyai dinding *opaque* dan penempatan kaca yang diselingi oleh panel ACP yang mengurangi WWR fasad *curtain wall* dan pemakaian kaca low-e di sisi Selatan dan Timur.

Perbandingan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah temuan bahwa desain elemen peneduh yang optimal dalam mengurangi panas, dapat juga mendukung unsur estetika fasad bangunan. Hal ini dapat dilihat pada elemen peneduh pada sisi barat dari gedung Graha Telkom Sigma. Penelitian ini juga meneliti secara kualitatif pengaruh bukaan jendela dan elemen peneduh terhadap pencahayaan alami dalam ruangan.

PENUTUP

Kesimpulan dari hasil pembahasan penelitian di Gedung Graha Telkom Sigma ini dapat dilihat pada ulasan di bawah ini.

Elemen peneduh yang di desain dengan memperhatikan arah sinar matahari dan orientasi dapat memberikan hasil yang optimal dalam perhitungan OTTV, yang berarti mengurangi panas radiasi sinar matahari yang masuk ke dalam ruang dalam. Hal ini juga berarti penghematan energi

karena mengurangi beban pendinginan ruangan. Elemen peneduh juga dapat mendukung estetika dan dapat difungsikan sebagai *light shelves* untuk pencahayaan alami. Selain itu desain elemen peneduh dan bukaan jendela yang optimal juga memberikan kualitas pencahayaan alami yang baik.

Dinding *curtain wall* perlu diberi dinding *opaque* sebagai parapet atau dinding atas untuk mengurangi *Window to Wall Ratio* (WWR). WWR yang kecil akan mengurangi besar OTTV sehingga juga penting dalam penghematan energi.

Dari perhitungan OTTV didapat penurunan yang signifikan apabila *curtain wall* diberi elemen peneduh. Hasil OTTV yang rendah juga karena tidak semua orientasi bangunan memakai *curtain wall*, khususnya untuk dinding barat dipakai dinding *opaque* dengan bukaan jendela kecil dan elemen peneduh yang berbentuk *eggcrate* bersudut.

Dinding *curtain wall* tidak cocok untuk iklim tropis lembap seperti di Indonesia, karena selimut bangunan ini akan meneruskan panas yang besar ke dalam bangunan sehingga terjadi pemborosan energi listrik karena naiknya beban pendinginan.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. (2020). *Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung, SNI 6389:2020*. Badan Standardisasi Nasional.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design, Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (Fourth Edi). California: SAGE Publications, Inc.
- Dananjaya, A., Priyatmono, A. F., & Raidi, S. (2015). Identifikasi Fasad Arsitektur Tropis Pada Gedung-Gedung Perkantoran Jakarta (Studi Kasus Pada Koridor Dukuh Atas-Semanggi). *Sinektika: Jurnal Arsitektur*, 13(2), 125–135. <https://doi.org/10.23917/sinektika.v13i2.756>
- DKI, P. (2012). *Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 38 Tahun 2012*.
- DKI, P., & IFC. (2012). *Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta berdasarkan Peraturan Gubernur No. 38/2012; Vol.1 Selubung Bangunan*.
- Fikri, R. (2020). Pengaruh Penerapan Desain Shading Device pada ITDC Office Semarang. *IMAJI*, 9(2).
- Gendo, R., Priatman, J., & Loekito, S. (2015). ANALISA KONSERVASI ENERGI SELUBUNG BANGUNAN BERDASARKAN SNI 03-6389-2011. STUDI KASUS: GEDUNG P1 DAN P2 UNIVERSITAS KRISTEN PETRA SURABAYA. *Jurnal Dimensi Utama Teknik Sipil*, 2(1), 1–7.
- IFC. (2020). *EDGE User Guide Version 3.0.a*. International Finance Corporation.
- IFC. (2021). *EDGE Preliminary Certification Gedung Graha Telkom Sigma*.
- Institute, A. D. (n.d.). CREATE A SET OF PARAMETRIC SHADING DEVICES AND SIMULATE THEIR FORM USING LADYBUG

- AND GALAPAGOS. Retrieved December 1, 2021, from https://www.youtube.com/watch?v=x_azNMWaiIU&t=2120s
- Lechner, N. (2015). *HEATING, COOLING, LIGHTING* (4 th). Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Nations, U. (2021). *COP26 The Glasgow Climate Pact*. Glasgow.
- PU, K. (2010). *Perencanaan: Green Site Kampus Kementerian Pekerjaan Umum dan Gedung Utama Kementerian Pekerjaan Umum*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Ramadona. (2017). PERAN PENANGKAL MATAHARI DALAM MENGATASI SILAU PADA DINDING KACA BANGUNAN TINGGI DI IKLIM TROPIS LEMBAP. *Jurnal Idealog*, 2(1), 80–92.
- Utpariya, A., & Mishra, S. A. (2018). Passive Cooling by Shading Devices in High Rise Buildings in Tropical Climate. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, 1(10), 594–597.
- Wibawa, B. A., & Hutama, A. N. (2019). Optimalisasi Bukaas Dan Kenyamanan Ruang Melalui Analisis Ottv Dan Sun Shading. *Modul*, 19(2), 68. <https://doi.org/10.14710/mdl.19.2.2019.68-77>