

Potensi Penurunan Nilai Perpindahan Panas Menyeluruh Bangunan melalui Konfigurasi Desain Peneduh Efektif

Anisza Ratnasari ^{a,1*}, Imaniar Sofia Asharhani ^{b,2}

a,b Program Studi Arsitektur, Universitas Pradita, Scientia Business Park, Jl. Gading Serpong Boulevard No.1, Curug Sangereng, Kelapa Dua, Tangerang, Banten 15810

1) anisza.ratnasari@pradita.ac.id*; 2) imaniar.sofia@pradita.ac.id

*korespondensi penulis

Informasi artikel	ABSTRAK
Sejarah artikel: Diterima Revisi Dipublikasikan	Radiasi panas melalui bukaan menyumbang nilai yang cukup signifikan terhadap perpindahan panas bangunan. Komponen utama penentu radiasi panas tersebut adalah rasio bukaan terhadap dinding, faktor matahari dan koefisien peneduh. Menentukan desain perangkat peneduh yang tepat adalah salah satu cara efektif untuk mengurangi panas ke bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan fenetrasi panas ke bangunan pada gedung Kampus I Universitas Pradita melalui konfigurasi desain peneduh. Untuk memperoleh nilai koefisien peneduh sebanyak 8 (delapan) desain, meliputi; peneduh horizontal, vertikal dan kombinasi disimulasikan menggunakan <i>software Sketch Up</i> . Analisis penurunan nilai perpindahan panas menyeluruh terhadap bangunan awal dilakukan dengan menerapkan 38 konfigurasi desain. Dari analisis diperoleh bahwa 22 dari 38 konfigurasi desain berpotensi menurunkan nilai menyeluruh panas ke bangunan. Dari 22 konfigurasi tersebut diperoleh bahwa konfigurasi peneduh horizontal, <i>louvre</i> horizontal dan <i>louvre</i> vertikal adalah yang peneduh yang paling efektif diantara desain lainnya dalam menurunkan nilai radiasi bukaan.
Kata kunci: Desain peneduh Koefisien peneduh Radiasi bukaan OTTV Konfigurasi desain	ABSTRACT <i>Solar Radiation through openings radiation contributes a significant value to the thermal transfer value of buildings. The main components that determine the thermal radiation are window to wall area ratio, the solar factor and the shading coefficient. Thermal reduction in a building is determine significantly by shading device design. This study aims to simulate thermal fenetration into buildings on the Pradita University Campus I building through a shading device design configuration. To obtain a shade coefficient value of 8 (eight) designs, including; horizontal, vertical and combination shading were simulated using the Sketch Up software. The thermal transfer loss analysis of the initial building was carried out by applying 38 design configurations. It was found that 22 out of 38 design configurations have the potential to reduce the overall heat value to the building. From the 22 configurations, it was found that the horizontal shading configuration, horizontal louvre and vertical louvre were the most effective shading among other designs in reducing the value of aperture radiation.</i>
Key word: <i>Shading device Shadding coefficient Opening radiation OTTV Design configuration</i>	

Copyright © 2023 Universitas Widya Mataram Yogyakarta. All Right Reserved

Pendahuluan

Sektor bangunan menyerap energi sebesar 45% dari keseluruhan kebutuhan energi dunia, dimana 50% konsumsi energi tersebut dihabiskan untuk membentuk kenyamanan termal bangunan (Nur Setiani, dkk 2017: 100). Bangunan di Indonesia, yang berada pada zona iklim tropis harus beradaptasi untuk mengoptimalkan kinerja bangunannya. Konsep sederhana bangunan tropis ini, meliputi; mengoptimalkan pencahayaan alami, mengurangi silau yang berlebihan, mereduksi radiasi matahari yang tinggi, mengurangi panas yang masuk ke ruang yang dapat meningkatkan temperatur bangunan, menghindari kelembapan tinggi ruangan, melindungi komponen dari curah hujan tinggi, dan mampu mengalirkan udara dari luar ke dalam dan atau sebaliknya (Latifah, 2014). Nur Setiani, dkk (2017: 100-101) menjelaskan bahwa dampak buruk terhadap tingginya konsumsi energi bangunan dapat dihindari dengan melalui penghematan pengembangan konsep arsitektur lebih sadar energi.

Panas berpindah ke bangunan melalui berbagai media. Transfer panas pada bangunan ini terjadi melalui konduksi dinding, konduksi bukaan dan radiasi bukaan, dimana nilai transfer panas tersebut akan mempengaruhi beban energi pendingin bangunan (Saud, dkk, 2014: 15). Berbagai upaya dilakukan untuk meminimalkan fenetrasi panas melalui bukaan, dijelaskan oleh Nurul Imam, dkk (2019: 226-227) radiasi matahari pada bukaan merupakan penyumbang terbesar transfer panas pada bangunan dibandingkan hal yang lainnya. Berbagai upaya dilakukan

untuk mengontrol jumlah sinar matahari yang masuk tersebut. Upaya awal yang dilakukan untuk optimalisasi tersebut adalah dengan perencanaan desain pasif pada selubung bangunan dengan matang. Desain pasif mengoptimalkan pemanfaatan sumber alami di sekitar tapak bangunan. Aplikasi solusi desain pasif ini memungkinkan pengurangan emisi gas CO₂ dan pemakaian energi hingga 80%. Beberapa hal yang harus diperhatikan pada perencanaan desain pasif, adalah; orientasi bangunan, sistem peneduh, insulasi, material dan *thermal mass* (Ibnu Saud, dkk, 2014: 15-16).

Perangkat peneduh (*shading devices*) yang baik dapat secara signifikan mengurangi perolehan panas puncak bangunan, pengurangan beban pendinginan dan meningkatkan kualitas pencahayaan alami pada interior bangunan (Nurul Imam, dkk, 2019: 232). Perangkat peneduh ini juga secara efektif meningkatkan kenyamanan visual pengguna dengan cara mengendalikan silau dan mengurangi rasio kontras. Wibawa (2019, 67-68) menjelaskan bahwa memberikan peneduh eksternal pada fasad bangunan, terutama pada fenestrasi bukaan merupakan salah satu strategi yang paling umum diadopsi untuk menyediakan perlindungan matahari. Efektifitas desain perangkat peneduh akan tergantung pada orientasi matahari pada fasad bangunan tersebut (Latifah, 2020: 389-390). Fasad selatan bangunan harus berorientasi ke arah khatulistiwa di belahan bumi utara begitupun sebaliknya. Orientasi juga mempengaruhi nilai faktor matahari (*sun factors-SF*). Nilai SF berbeda-beda pada tiap-tiap daerah tergantung dari letak astronomis daerah tersebut. Sebagai contoh, untuk daerah Jakarta dan sekitarnya nilai SF paling tinggi adalah pada orientasi barat dan nilai SF paling rendah adalah pada orientasi selatan, sehingga aplikasi *overhang* sederhana sangat efektif untuk menaungi jendela yang menghadap ke selatan ketika sudut matahari tinggi.

Gedung Kampus I Universitas Pradita yang sudah menerapkan sebagian besar dari komponen pasif desain dijadikan sampel dan disimulasikan dengan menggunakan software Sefaira untuk menyelidiki perolehan panas matahari tahunan, beban pendinginan, beban pemanasan, dan konsumsi pencahayaan pada bangunan tersebut. Simulasi difokuskan dengan memperbaiki desain perangkat peneduh eksterior, meng-adjust luasan bukaan dan mengganti material kaca pada fasad bangunan yang disinyalir berkontribusi terhadap transfer panas paling besar ke bangunan dengan harapan mengoptimalkan kinerja peneduh. Menentukan desain perangkat peneduh, rasio luasan jendela pada dinding dan jenis kaca merupakan cara efektif untuk mengurangi kehilangan energi tersebut.

Overall Thermal Transfer Value (OTTV)

Panas dapat berpindah melalui konduksi, konveksi dan radiasi. Pada bangunan, selubung bangunan merupakan bagian yang terpapar oleh panas matahari langsung (SNI 6389:2011 dalam Utari, 2018: 41, Imran, dkk, 2020:20, Denis Arifin, dkk, 2018, Setyowati, dkk, 2013, dan Hizra, dkk, 2019). Perpindahan panas yang umum terjadi pada bangunan terjadi melalui konduksi pada selubung dan bukaan serta radiasi pada bukaan. Tidak hanya pada selubung, Imaran (2020: 79) menjelaskan bahwa ternyata atap juga berpotensi mentransfer panas dalam jumlah besar, yaitu melalui konduksi penutup atap dan *skylight* serta radiasi pada *skylight*. Perencanaan desain pasif yang baik akan meminimalkan nilai transfer panas pada bangunan Pramesti, dkk, 2020: 2-3).

Di Indonesia, (Utari, 2018) meningkatkan efisiensi energi dengan cara membatasi OTTV (Overall Thermal Transfer Value). OTTV adalah nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan selubung bangunan dinding dan kaca bagian luar bangunan gedung yang dikondisikan. Dijelaskan lebih lanjut bahwa perpindahan termal menyeluruh untuk dinding dan atap tidak boleh melebihi nilai perpindahan termal menyeluruh yaitu tidak melebihi 35 W/m². Terdapat 3 (tiga) komponen dalam perhitungan OTTV, yaitu: konduksi melalui dinding, konduksi melalui kaca jendela, radiasi panas melalui kaca jendela (SNI 6389: 2011), dengan:

- α : absorbtan radiasi matahari;
- U_w : transmitan termal dinding tidak tembus cahaya (W/m².K);
- WWR : perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar;
- TDEK : beda temperatur ekuivalen (K);
- SF : faktor radiasi matahari (W/m²)

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

- SC : koefisien peneduh dari sistem fenestrasi;
- U_f : transmitans termal fenestrasi (W/m².K);
- ΔT : beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam

Desain Peneduh dan Koefisien Peneduh

Bukaan sangat mempengaruhi kondisi termal bangunan (Wibowo, dkk, 2020:12). Umumnya, mendesain bukaan atau jendela tidak terlepas dari elemen-elemen pelengkapannya, termasuk peneduh. Desain elemen-elemen ini mencerminkan berbagai fungsi, antara lain; fungsi pencahayaan alami, ventilasi, privasi dan keamanan, proteksi

silau, estetika, filter debu, kebisingan, polusi, dan serangga, serta privasi dan keamanan, termasuk kontrol termal (Latifah, 2014: 42-44 dan Rujito, dkk, 2020:14). Terdapat 2 (dua) klasifikasi dari peneduh, yaitu; peneduh internal dan peneduh eksternal. Termasuk diantara peneduh internal, adalah; tirai, kaca, *teralis*, *louvred-shutters*, dan tirai nyamuk (Wall, 2012: 45-49 dan Athoillah 2014: 3). Sedangkan, peneduh eksternal yang letaknya di luar bangunan berfungsi sebagai proteksi hujan, perlindungan radiasi matahari langsung, perlindungan dari *sky glare*, dan estetika (Kontadakis, 2017: 16-18). Desain peneduh eksternal bisa sangat kompleks dan dapat dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu: vertikal, horizontal, dan *egg-crate*.

UN Habitats (2018:2-3) dalam *Sun Shading Catalogue*, mengemukakan hal serupa terkait beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendesain perangkat peneduh. Ukuran peneduh ini bisa bervariasi tanpa mengubah karakteristik arsirannya, namun rasio kedalaman dengan jarak elemen atau ketinggian jendela yang akan diarsir (faktor proyeksi) atau sudut bayangan horizontal (HAS) dan sudut bayangan vertikal (VSA) tetap konstan.

Faktor radiasi matahari dihitung berdasarkan radiasi matahari tahunan yang ditransmisikan melalui jendela kaca bening setebal 3 mm (SNI 6389: 2011). Pada sistem bukaan yang lain, arus perolehan kalor matahari dimodifikasi dengan koefisien peneduh (*shading coefficient-SC*), yaitu perbandingan antara perolehan kalor matahari melalui sistem bukaan yang mempunyai kombinasi *glazing* dan koefisien peneduh dengan perolehan kalor matahari yang melalui kaca bening dengan tebal 3 mm (SNI 6389: 2011). Perbandingan ini merupakan karakteristik unik pada setiap jenis bukaan dan rumusnya adalah sebagai berikut :

$$SC = \frac{\text{Pengaruh kalor matahari pada setiap kaca dan kombinasi koefisien peneduh}}{\text{Pengaruh kalor matahari melalui kaca jernih tebal 3 mm}}$$

Secara umum SC pada setiap sistem fenestrasi didapatkan dengan mengalikan koefisien peneduh kaca (atau koefisien peneduh efektif dari kaca dengan kaca film yang ada pada kaca dengan koefisien peneduh peralatan peneduh matahari seperti pada rumus berikut: $SC = SC_k \times SC_{eff}$

SC = koefisien peneduh sistem fenestrasi

SC_k = koefisien peneduh kaca/koefisien peneduh efektif dari kaca dengan kaca film

SC_{eff} = koefisien peneduh efektif peralatan peneduh luar

Beberapa penelitian tersebut belum sepenuhnya membahas keterhubungan antara penerapan perangkat peneduh dan panas yang diterima pada bangunan. Padahal dijelaskan dalam SNI 6389-2011 radiasi panas merupakan salah satu cara perpindahan panas ke dalam bangunan yang potensial meningkatkan beban pendingin pada bangunan. Faktor yang mempengaruhi radiasi panas tersebut adalah rasio bukaan terhadap dinding, orientasi bukaan, jenis material transparan yang digunakan dan desain perangkat peneduh yang diaplikasikan.

Metode

Metode penitilian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental dengan bantuan *software sketch up*. Penelitian dibatasi pada simulasi penerapan desain pasif, yaitu; desain peneduh, terhadap luasan bukaan tetap dan penggunaan kaca yang sama pada gedung Kampus I Universitas Pradita yang terletak di Scientia Business Park, Jl. Gading Serpong, Kelapa Dua, Tangerang. Data primer pada penelitian ini diperoleh simulasi *software* untuk mendapatkan perbandingan nilai (konstanta) panas yang berpindah dari luar ke dalam bangunan pada berbagai tipe peneduh dan arah hadap bukaan. Data sekunder pada penelitian ini data faktor radiasi matahari kawasan Tangerang dan sekitarnya yang ditetapkan oleh BMKG. Data spesifikasi kaca yang diperoleh dari produsen kaca yang memuat nilai koefisien peneduh kaca (SC_k). Analisis data dilakukan dengan melihat hasil nilai OTTV pada permodelan pada bangunan eksisting. Indikasi awal ini untuk menilai apakah kondisi bangunan saat ini sesuai dengan yang disyaratkan.

Hasil dan pembahasan

Hasil dan luaran yang telah dicapai pada penelitian ini meliputi, fokus simulasi, modeling 3 dimensi, simulasi aplikasi desain peneduh dan perolehan bayangan, perhitungan nilai koefisien peneduh, perhitungan rasio perbandingan panas menyeluruh bangunan. Adapun detail hasil dan luaran yang sudah dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut; Tahap awal dari penelitian ini adalah menyiapkan gambar kerja bangunan, mencakup; denah, tampak dan potongan bangunan, untuk dibuat model 3 dimensi. Pemodelkan bangunan yang akan disimulasi. Pemodelan bangunan dilakukan secara general dengan mempertimbangkan detail-detail khusus yang

berkaitan dengan fokus simulasi, misalnya, akurasi posisi dan luasan bukaan, jenis dan ukuran peneduh yang diaplikasikan pada eksisting bangunan.



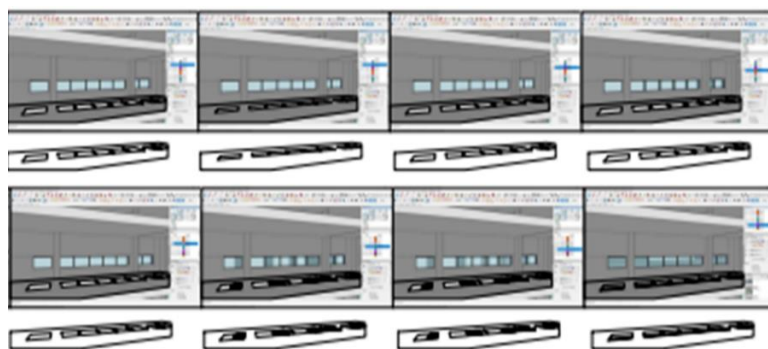
Gambar I. Model 3 dimensi eksisting Gedung I

Secara general, desain peneduh dibedakan menjadi peneduh vertikal, horizontal dan kombinasi. Mengadaptasi dari desain perangkat peneduh yang disajikan dalam Sun Shading Catalogue (UN Habitats, 2018), penelitian ini menerapkan 10 (sepuluh) desain peneduh, yaitu; (1) tanpa peneduh; (2) peneduh horizontal a (lebar = 0.6 m, diatas jendela); (3) peneduh horizontal b (lebar = 0.6 m, 0.2 diatas jendela); (4) peneduh vertikal (lebar = 0.6 m); (5) peneduh bingkai a (lebar = 0.6 m); (6) peneduh bingkai b (lebar = 0.6 m, offset 0.2 m diluar jendela); (7) peneduh louvre horizontal; dan (8) peneduh louvre vertikal.



Gambar 2. Desain standar perangkat peneduh efektif

Secara umum SC pada setiap sistem fenestrasi didapatkan dengan mengalikan koefisien peneduh kaca (atau koefisien peneduh efektif dari kaca) dengan koefisien peneduh eksternal. Nilai SC berkisar antara 0 dan 1, 0 untuk bukaan dengan peneduh dan 1 untuk bukaan tanpa peneduh (Dubois, 2011: 11-13). Nilai SC sangat dipengaruhi oleh desain dan ukuran peneduh serta bayangan yang terbantu oleh aplikasi peneduh pada bukaan tersebut.



Gambar 3. Simulasi bayangan (parsial) dan diagram bayangan masing-masing desain peneduh

Bayangan yang terbentuk dari peneduh yang diaplikasikan pada lantai 2 dipakai sebagai sampel untuk menentukan nilai koefisien peneduh. Perhitungan dilakukan dengan menghitung luasan area terang (bayangan) yang terbentuk terhadap area gelap (ruang yang tidak terkena bayangan matahari) dengan acuan nilai koefisien peneduh untuk jendela tanpa peneduh adalah 1 ($SC_{\text{jendela tanpa peneduh}} = 1$).

Tabel 1. Perhitungan nilai koefisien masing-masing desain peneduh

No	Desain	Area Terang	Area Bayangan	Terang / Bayangan	Koefisien Peneduh
1	Tanpa peneduh;	3,684	17,335	0,213	1,000
2	Peneduh horizontal a (L = 0.6 m, diatas jendela);	2,349	18,670	0,126	0,592
3	Peneduh horizontal b (L = 0.6 m, 0.2 diatas jendela);	3,414	17,605	0,194	0,912
4	Peneduh vertical (L = 0.6 m);	3,524	17,495	0,201	0,948
5	Peneduh bingkai a (L = 0.6 m);	3,085	17,934	0,172	0,809
6	Peneduh bingkai b (L = 0.6 m, offset 0.2 m diluar jendela);	3,476	17,543	0,198	0,932
7	Peneduh <i>louvre</i> horizontal;	2,053	18,966	0,108	0,509
8	Peneduh <i>louvre</i> vertikal;	1,934	19,085	0,101	0,477

Mengacu pada nilai $SC=1$ untuk jendela tanpa peneduh, diperoleh bahwa penerapan peneduh vertikal dengan lebar 0,6 meter disamping jendela ($SC = 0,948$) dan peneduh bingkai dengan lebar 0,6 meter yang letaknya offset 0,2 meter dari jendela ($SC = 0,932$) tidak signifikan mempengaruhi panas yang diterima oleh ruang dalam.

Perhitungan nilai perpindahan panas bangunan (OTTV) mengacu pada variabel tetap, yaitu konduksi dinding masif dan konduksi bukaan, serta variabel berubahnya adalah radiasi bukaan. Data bangunan baseline secara general, adalah sebagai berikut; fasade selatan dan timur menggunakan bata merah (120mm) plester luar dalam (total 25mm) dengan finishing cat abu-abu muda, sedangkan dinding utara dan barat menambahkan insulasi berupa kayu lapis 50 mm. Spesifikasi kaca yang digunakan adalah mengacu pada produsen Asahi Mas, yaitu tipe T-SUNLUX on clear CS-108 #2 8mm untuk bukaan fasade selatan, timur dan utara, sedangkan tipe STOPRAY Smart 30/20 diaplikasikan untuk bukaan fasade barat.

Konduksi dinding masif bergantung pada wall-to-window ratio (I-WWR), nilai resistans termal dinding (U_w), dan beda temperatur ekuivalen (T_{Deq}). Konduksi bukaan bergantung pada window-to-wall ratio (WWR), nilai resistans termal kaca (U_f), dan beda temperatur ruang (ΔT). Sedangkan, radiasi bukaan akan dipengaruhi oleh window-to-wall ratio (WWR), koefisien peneduh (SC), dan faktor matahari (SF). Koefisien peneduh (SC) yang dimaksud diperoleh dari perkalian koefisien peneduh efektif (SC_{eff}) dan koefisien peneduh kaca (SC_{kaca}).

Untuk memudahkan proses perhitungan nilai perpindahan panas menyeluruh (OTTV) pada desain baseline, pada tabel 5.2 tertampil data luasan total dinding masif dan dinding bukaan pada masing-masing fasade untuk dapat diperoleh nilai WWR dan I-WWR. Tabel 5.3 memperlihatkan perhitungan nilai resistans termal dinding masif, dengan komponen utama bata merah, plester dinding luar dan dalam, sedangkan sisi kanan menunjukkan perhitungan nilai resistans termal dinding masif berinsulasi dengan menambahkan ketebalan 50mm kayu lapis sebagai insulasi pada fasade barat. Pemakaian warna pada semua fasade dinding akan mempengaruhi nilai absorbtans radiasi matahari (α) pada bangunan, semakin terang dan mengkilap cat yang digunakan akan memperkecil nilai α .

Tabel 2. Data luasan fasad

NO	ELEVASI	Luas Total [A] (m^2)	Dinding Masif (m^2)	Dinding Bukaan (m^2)	WWR	1-WWR
1	Dinding Utara	1.002,00	649,19	352,81	0,35	0,65
2	Dinding Selatan	1.002,00	649,19	352,81	0,35	0,65
3	Dinding Barat	793,25	697,09	96,16	0,12	0,88
4	Dinding Timur	809,89	592,65	217,24	0,27	0,73
SUB TOTAL LUAS		3.607,14	2588,12	1019,02		

Tabel 3. Nilai absorbtans dinding

No	KETERANGAN	α
1	Dinding bata merah	0,89
2	Finishing cat abu muda	0,88
	α total = [$\alpha_1 * \alpha_2$]	0,78

Tabel 4. Resistans termal dinding

Resistans Termal (U_w) Dinding masif bata merah				Resistans Termal (U_w) Dinding masif bata merah berinsulasi			
No	KOMPONEN	Konduktivitas panas (W/mk)	Resistensi panas (m^2k/W)	No	KOMPONEN	Konduktivitas panas (W/mk)	Resistensi panas (m^2k/W)
1	Permukaan eksternal	0	0,044	1	Permukaan eksternal	0	0,044
2	Plester dinding luar (12,5 mm)	0,57	0,022	2	Plester dinding luar (12,5 mm)	0,57	0,022
3	Bata merah (120 mm)	0,77	0,156	3	Bata merah (120 mm)	0,77	0,156
4	Plester dinding dalam (12,5 mm)	0,57	0,022	4	kayu lapis (5 mm)	0,148	0,338
5	Permukaan internal	0	0,130	5	Permukaan internal	0	0,130
			Total R				Total R
			$U_w = 1/R$				$U_w = 1/R$
			2,68				0,690
							1,45

Berdasarkan data-data diatas, nilai konduksi dinding, konduksi bukaan dan radiasi bukaan bisa diperoleh. Perlu diperhatikan bahwa untuk memperoleh nilai OTTV, bukaan dinding muncul pada 2 (dua) perhitungan, yaitu pada konduksi bukaan dan radiasi bukaan, sehingga OTTV bisa dihitung dengan mengkalikan OTTV masing-masing terhadap luas dinding dibagi dengan jumlah total luasan dinding masif dan bukaan.

Tabel 5. Nilai perpindahan panas konduksi dinding, konduksi bukaan dan radiasi bukaan

No	EVELASI	KONDUKSI DINDING (Q_1)				Sub Total Q_1	KONDUKSI BUKAAN (Q_2)			Sub Total Q_2	RADIASI BUKAAN (Q_3)				Sub Total Q_3
		1-WWR	U_w	T_{deg}	α		WWR	U_f	ΔT		WWR	SC_{kaca}	SC_{eff}	SF	
1	Dinding Utara	0,65	1,45	10	0,78	7,36	0,35	1,6	4	2,25	0,35	0,16	0,95	130	6,76
2	Dinding Selatan	0,65	2,68	10	0,78	13,58	0,35	1,6	4	2,25	0,35	0,16	0,95	97	5,05
3	Dinding Barat	0,88	1,45	10	0,78	9,98	0,12	4,3	4	2,09	0,12	0,02	1,00	243	0,65
4	Dinding Timur	0,73	2,68	10	0,78	15,34	0,27	1,6	4	1,72	0,27	0,16	1,00	112	4,68
Total Konduksi Dinding (Q_1)						46,25	Total Konduksi Bukaan (Q_2)			8,31	Total Radiasi Bukaan (Q_3)				17,13

Tabel 6. Nilai perpindahan menyuluh bangunan baseline

NO	Sub Total Transfer Panas	Sub Luas Total [A_x]	OTTV	A*OTTV
1	Konduksi Dinding	2.588,12	46,25	119.708,80
2	Konduksi Bukaan	1.019,02	8,31	8.466,72
3	Radiasi Bukaan	1.019,02	17,13	17.460,14
Sub Total				145.635,66
Total A = Dinding masif +bukaan				3.607,14
Total OTTV (Wm^2)				40,37

Berdasarkan perhitungan pada bangunan baseline diperoleh bahwa nilai OTTVnya adalah 40,37 W/m². Bila mengacu pada SNI 3689: 2011 tentang konservasi energi selubung bangunan pada bangunan sedang yang mensyaratkan bahwa OTTV bangunan harus kurang dari 35 W/m² perlu adanya modifikasi desain peneduh pada fasade bangunan. Mengacu pada 8 (delapan) desain peneduh yang sudah disampaikan sebelumnya beserta nilai koefisien peneduh (SC) akan dilakukan beberapa perbaikan desain untuk mengoptimalkan perolehan OTTV bangunan.

Mengacu pada eksisting (*baseline design*) bangunan Gedung I Universitas Pradita saat ini, diperoleh nilai perpindahan panas menyeluruh total adalah 40,37 W/m². Modifikasi desain peneduh dilakukan dengan mengkonfigurasi beberapa desain peneduh yang sudah dikerucutkan pada tabel 5.1. Dengan mempertimbangkan keselarasan dan estetika fasad, konfigurasi 4 (empat) desain peneduh yang berbeda tidak dilakukan, namun hanya akan diterapkan 2 (dua) desain peneduh secara berpasangan, yaitu fasade utara dan selatan, serta fasade timur dan barat. Hal ini dilakukan dengan mengacu pada desain awal bangunan dimana penerapan 2 (dua) desain peneduh pada fasade yang sama. Dari 38 konfigurasi (lampiran I) dengan mengaplikasikan 7 (tujuh) desain peneduh, diperoleh 22 (dua puluh dua) konfigurasi desain dengan perolehan nilai OTTV yang lebih kecil dari pada desain baseline, namun nilainya perpindahan panasnya tidak signifikan berbeda dari desain awal. Dari konfigurasi tersebut, diperoleh 5 (lima) konfigurasi dengan nilai OTTV terkecil yaitu; 1) konfigurasi I3 (OTTV 37,63 W/m²): desain peneduh 2 pada utara-selatan dan desain peneduh 8 pada barat-timur; 2) konfigurasi I2 (OTTV 37,75 W/m²): desain peneduh 2 pada utara-selatan dan desain peneduh 7 pada barat-timur; 3) konfigurasi I0 (OTTV 37,89 W/m²): desain peneduh 2 pada utara-selatan dan desain peneduh 5 pada barat-

timur; 4) konfigurasi 33 (OTTV 38,02 W/m²): desain peneduh 7 pada utara-selatan dan desain peneduh 8 pada barat-timur; dan 5) konfigurasi 38 (OTTV 38,19 W/m²): desain peneduh 8 pada utara-selatan dan desain peneduh 7 pada barat-timur. Berdasarkan data diatas diperoleh bahwa konfigurasi peneduh horizontal dengan lebar 0,6 m diatas jendela (desain 2), peneduh louvre horizontal (desain 7) dan peneduh louvre vertikal (desain 8) potensial menurunkan nilai OTTV ke bangunan meskipun belum signifikan.

Berdasarkan hasil pelaksanaan penelitian dijelaskan bahwa dari 38 (tiga puluh delapan) konfigurasi desain peneduh diperoleh bahwa 22 (dua puluh dua) diantaranya berkontribusi menurunkan perpindahan panas ke bangunan. Analisis yang dilakukan terhadap 5 (lima) konfigurasi nilai OTTV terkecil didapatkan bahwa penurunan OTTV dilakukan dengan mengkombinasikan desain peneduh 2, peneduh 7 dan peneduh 8 (tabel 5.I). Dengan memperhatikan bahwa modifikasi desain peneduh sebagai satu-satunya variabel berubah pada penelitian ini, masih sangat dimungkinkan penurunan nilai OTTV bisa dicapai dengan menambahkan variabel berubah lainnya, seperti mengganti jenis kaca, merubah dimensi jendela untu mencapai nilai OTTV kurang dari 35 W/m² sesuai ketentuan SNI 3689: 2011.

Simpulan

Dengan mempertimbangkan nilai koefisien peneduh yang dihasilkan pada masing-masing desain peneduh, modifikasi desain peneduh juga sangat mungkin dilakukan untuk memberikan impresi dan tampilan fasad yang estetik. Contohnya, desain peneduh 2 adalah peneduh horizontal dengan lebar peneduh 0,6 m diatas jendela menghasilkan nilai koefisien peneduh (SC) 0,59 (gambar 5.2-[2]) dapat dilakukan beberapa modifikasi desain peneduh vertikal seperti yang ditunjukkan gambar 5.4. Sedangkan gambar 5.5 dan gambar 5.6 adalah contoh alternatif modifikasi peneduh louvre horizontal dan peneduh louvre vertikal yang bisa diaplikasikan pada fasade bangunan untuk meningkatkan estetika bangunan.

Berdasarkan nilai perpindahan panas menyeluruh (OTTV) bangunan diperoleh hasil bahwa aplikasi konfigurasi desain peneduh vertikal, peneduh louvre vertikal dan peneduh louvre yang diaplikasikan pada fasade utara-selatan dan barat-timur bangunan paling efektif mengurangi perpindahan panas bangunan, meskipun belum cukup signifikan berpengaruh pada pengurangan nilai OTTV. Selain itu juga, desain ketiga peneduh tersebut cukup statis dan masif yang kurang bisa memperkuat ekspresi fasade bangunan. Namun demikian masih terdapat beberapa celah yang sangat dimungkinkan untuk bisa dikembangkan ke dalam penelitian lanjutan terkait penerapan konfigurasi peneduh terhadap estetika bangunan.

Referensi

- Athoillah, Muhammad Rofiqi, and Totok Ruki Biyanto. 2014. "Optimasi Penggunaan Pencahayaan Alami Pada Ruang Kerja Dengan Mengatur Perbandingan Luas Jendela Terhadap Dinding." *Jurnal Teknik Pomits* 1(1):1–6.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. "SNI 6389:2011 Tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung." 1–60.
- Denis Arifin PP, Moch, Arrad Ghani Safitra, and Hendrik Elvian G.P. 2018. "Analisis Beban Pendingin Dan OTTV Pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Cempaka Putih Permata Surabaya." Pp. 235–42 in *Seminar Nasional Sains dan teknologi Terapan IV 2018*.
- Dubois, Marie-Claude. 2011. *Impact of Solar Shading Devices on Daylight Quality: Measurements in Experimental Office Rooms*. Lund: Lund University.
- Hizra Muhammad, Alvin, Ery Djunaedy, Wahyu Sujatmiko, and Amaliyah Riu. 2019. "Analisis Pengaruh OTTV Terhadap Intensitas Konsumsi Energi Pada Berbagai Tipe Bangunan." Pp. 4994–5001 in *E-Proceeding of Engineering*.
- Imran, Mohammad. 2020. "Analisa Hemat Energi Terhadap Gedung GPIB Kelapa Gading Melalui Pendekatan OTTV." *Jurnal LINEARS* 2(2):79–91.
- Kontadakis, Antonis, Aris Tsangrassoulis, Lambros Doulos, and Stelios Zerefos. 2017. "A Review of Light Shelf Designs for Daylit Environments." *Sustainability* 10(1):1–24.
- Latifah, Nur Laela. 2014. *Fisika Bangunan I*. Jakarta: Griya Kreasi.
- Latifah, Nur Laela, and Erwin Yuniar Rahadian. 2020. "Energy Saving Building Strategies through The Application of Solar Control Glass." *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika* 8(2):388–403.

- Nur Setiani, Aprilia, Arnis Rochma Harani, and Resza Riskiyanto. 2017. "Perhitungan Overall Thermal Transfer Value (OTTV) Pada Selubung Bangunan (Studi Kasus : Podium Dan Tower Rumah Sakit Siloam Pada Proyek Spondol Mixed-Use Development)." *Jurnal Arsir* 1(2):100–109.
- Nurul Imam, M; Gandarum, Dedes Nur; Lahji. Khotijah; 2019. "Inovasi Desain Peneduh Untuk Bangunan Kantor Bertipologi Highrise Di Jakarta." Pp. 226–33 in *Prosiding Seminar Intelektual Muda #2*.
- Pramesti, P. U., M. Ramandhika, M. I. Hasan, and H. Werdiningsih. 2021. "The Influence of Building Envelope Design in Energy Efficiency: OTTV Calculation of Multi Storey Building." in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 623. IOP Publishing Ltd.
- Rujito Wibowo, Danang, Wahyu Setia Budi, and Erni Setyowati. 2020. "Pengaruh Material Kaca Terhadap Perpindahan Panas Pada Bangunan Pendidikan (Studi Kasus Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang)." *Jurnal ARSIR* 4(2):12–24.
- Saud, Mohammad Ibnu, and J. C. Heldiansyah. 2014. "Optimalisasi Kinerja Termal Selubung Bangunan Pada Desain Kampus Baru Program Studi Arsitektur Unlam." *Journal of Architecture: LANTING* 3(1):14–24.
- Setyowati, Erni, and Hendro Trilistyo. 2013. "Konsep Berkelanjutan Melalui OTTV (Overall Thermal Transfer Value) Dan Model Hubungan Orientasi Bangunan Dengan Tingkat Kenyamanan Termal Pada Perumahan Kawasan Pantai." *Jurnal MODUL* 13(1):9–16.
- UN Habitat. 2018. *Sun Shading Catalogue (Adequate Shading: Sizing Overhangs and Fins)*. Vol. 1.
- Utari, Rini Pebri. 2018. "Analisa Nilai Overall Thermal Transfer (OTTV) Sebagai Konservasi Energi Selubung Pada Bangunan Berdasarkan SNI 03-6389-2011." Pp. 40–47 in *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2018*. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)2018.
- Wall, Maria. 2012. "Shading Devices." Pp. 128–37 in *Sustainable Solar Housing: Exemplary Buildings and Technologies*. Vol. Volume 2.
- Wibawa, Baju Arie, and Alif Nur Utama. 2019. "Optimalisasi Bukaian Dan Kenyamanan Ruang Melalui Analisis OTTV Dan Sun Shading." *Jurnal MODUL* 19(2):68–77.