

PENGGUNAAN DESAIN FAÇADE GANDA KACA DI GEDUNG FAKULTAS PSIKOLOGI UNIVERSITAS DIPONEGORO BERDASARKAN PERATURAN PEMERINTAH

Dian Wibowo Kahayanto¹; Agung Dwiyanto²; Erni Setyowati³

^{1,2,3} Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275
Email: diankahayanto@students.undip.ac.id, agungdwiyanto@lecturer.undip.ac.id,
ernisetiowati@lecturer.undip.ac.id

Abstrak : Indonesia dengan iklim tropis sudah selayaknya menerapkan design bangunan hijau yang sudah diatur dalam Peraturan Pemerintah. Bangunan hijau sering menggunakan sistem *Double Skin Façade* (DSF) untuk mengurangi transfer panas masuk ke dalam ruangan. Salah satu material yang digunakan untuk DSF biasanya adalah kaca, berfungsi sebagai lapisan luar. Salah satu Gedung di Universitas Diponegoro, yaitu Gedung Fakultas Psikologi juga telah menerapkan desain gedung hijau. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis DSF yang digunakan pada Gedung dimaksud berdasarkan Peraturan yang berlaku, misalnya SNI 6389-2011 atau Peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia Nomor 21, Tahun 2021, tentang Penilaian Kinerja Bangunan Hijau, yang menyatakan bahwa nilai transfer panas keseluruhan dari lapisan luar bangunan tidak boleh melebihi 35 W/m². Metode deskriptif kuantitatif diterapkan yaitu untuk mengukur *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV), sehingga pengukurannya akan dapat dikonversi dengan Peraturan yang berlaku. Hasil analisis menunjukkan bahwa Gedung Fakultas Psikologi, Universitas Diponegoro menggunakan sistem DSF dengan lapisan luar kaca stopsol Asahimas warna biru gelap dan lapisan dalam menggunakan bata dengan jendela terbuka secara dominan dan nilai OTTV bangunan adalah 42,6 W/m². Dari analisis tersebut, ditemukan bahwa nilai OTTV bangunan secara keseluruhan adalah 54,94 W/m², dan diklasifikasikan sebagai tidak memenuhi kriteria desain bangunan hijau sesuai dengan Peraturan yang berlaku.

Kata Kunci: Desain Bangunan Tropis, *Double Skin Façade*, Bangunan Hijau

Abstract : Indonesia with its tropical climate should adopt green buildings arranged by the Government Regulation. The green buildings usually use the *Double Skin Façade* (DSF) system to mitigate heat transfer into interior spaces. One of the green buildings at Diponegoro University is the Psychology Faculty. This research aims to analyze this green building based on Government Regulation, such as stipulated in SNI 6389-2011 and the Ministerial Regulation of PUPR of the Republic of Indonesia Number 21, dated 2021, which mandates that the overall heat transfer value of the outer building should not exceed 35 W/m². By applying the descriptive qualitative method, the *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) was measured. The results show that Faculty of Psychology building at Diponegoro University utilizes the DSF system, with stopsol Asahimas dark blue glass as the outer skin and predominantly brick inner skin equipped with operable windows with the *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) value of 42.6 W/m². However, the comprehensive building OTTV value is 54.94 W/m², classified as non-compliant with green building design criteria based on the Government Regulations.

Keywords: Tropical Building Design, *Double Skin Façade*, Green Building, Government Regulation

PENDAHULUAN

Bangunan akan selalu beradaptasi dengan iklim dan lingkungannya. Pada daerah iklim tropis, Bangunan harus beradaptasi, bahkan Pemerintah harus mengaturnya, terutama bangunan besar dengan menerbitkan regulasi yang cocok untuk lingkungan sehingga tidak mengganggu kehidupan hayati di sekitarnya. Hal ini ditandai dengan terbitnya regulasi tentang bangunan yang ramah lingkungan dengan sebutan “bangunan hijau”. Beberapa regulasi penting yang dibuat Pemerintah berhubungan dengan ‘Bangunan Hijau’, yaitu pertama Peraturan Menteri PUPR Republik Indonesia Nomor 21, Tahun 2021, tentang Penilaian Kinerja Bangunan Hijau, yang menyatakan bahwa nilai transfer panas keseluruhan dari lapisan luar bangunan tidak boleh melebihi 35 W/m². Kedua, Surat Edaran No: 01/Se/M/2022 Tentang Petunjuk Teknis Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau. Ketiga, SNI 6389-2011, tentang

Konservasi Energi Selubung Bangunan. Gedung-gedung besar sudah selayaknya memenuhi kriteria yang telah diatur, sesuai dengan ketiga peraturan yang mengatur tentang bangunan hijau,

Pemerintah telah mengatur bangunan Hijau untuk gedung-gedung besar, termasuk gedung dalam kampus. Beberapa aspek bangunan sangat perlu untuk memilih bahan bangunan yang dipakai maupun untuk desain gedung itu sendiri. Menurut David Egan (1975), aspek arsitektur yang optimal untuk iklim tropis lembab melibatkan bangunan, bentuk bangunan, *sun shading* bangunan, panjang *overhang*, ventilasi dan bahan bangunan. Dalam penelitiannya, Setyowati (2015) menyoroti pentingnya bangunan di daerah tropis untuk dapat mengantisipasi iklimnya dengan baik. Selubung bangunan menjadi garda depan dalam menghadapi radiasi masuk ke dalam bangunan. Dengan desain selubung bangunan yang tepat, penggunaan energi di dalamnya dapat dihemat secara optimal. OTTV merupakan metode perhitungan total perolehan termal pada selubung bangunan, mencakup konduksi pada bidang masif, konduksi pada bidang transparan, serta radiasi pada bidang transparan.

Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau menetapkan bahwa nilai transfer panas yang terjadi tidak boleh melebihi 35 Watt/m² (PUPR, 2021), dan ini dinilai pada dinding bangunan masing-masing orientasi. Adapun rumus yang digunakan, yaitu;

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

Dimana diketahui OTTV adalah nilai transfer panas pada dinding bangunan masing-masing orientasi (W/m²), α yaitu absorptansi radiasi panas matahari, U_w adalah transmitansi termal dinding tidak tembus cahaya (W/m² K). Sementara itu WWR merupakan rasio luasan kaca terhadap luasan dinding pada masing-masing orientasi, TDEK ialah beda temperature ekuivalen (K), SC koefisien adalah eneduh dari sistem fenestrasi, SF merupakan faktor radiasi matahari (W/m²), U_f adalah transmitansi termal fenestrasi (W/m²K), dan ΔT ialah beda temperature antara luar dan dalam (5K). Untuk mencari nilai OTTV keseluruhan, dapat menggunakan rumus berikut, yaitu :

$$OTTV_{Total} = (A_{o1} \times OTTV_1) + (A_{o2} \times OTTV_2) + \dots + (A_{oi} \times OTTV_i) \quad OTTV / A_{o1} + A_{o2} + \dots + A_{oi}$$

Dimana, diketahui bahwa A_{oi} merupakan total luas dinding terluar masing-masing orientasi (m²), sementara itu $OTTV_i$ adalah nilai transfer panas pada dinding bangunan masing-masing orientasi (W/m²).

Bangunan hijau pada bangunan besar, banyak menggunakan material kaca pada dinding bangunan memberikan kenyamanan psikologis karena menjadi media penghubung antara lingkungan luar dan dalam bangunan. Selain itu, memberikan penerangan alami ke dalam ruangan, sehingga dapat menekan biaya energi (Albab & Adi, 2019). Salah satu sistem fasad yang diterapkan pada gedung adalah *double skin facade* (DSF). DSF merupakan sistem fasad yang terdiri dari dua lapisan (*inner skin dan outer/secondary skin*), yaitu kaca dan material lainnya. Sistem DSF dapat mereduksi perolehan panas yang disebabkan oleh radiasi matahari sehingga tercapai kenyamanan termal (Kirana et al., 2022). Facade kedua memiliki beberapa keunggulan, seperti dapat menurunkan suhu udara yang diterima oleh dinding bangunan (Poirazis, 2004).

Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau, yaitu bahwa nilai transfer panas yang terjadi tidak melebihi dari 35 Watt/m² (PUPR, 2021). Fakultas Psikologi, Universitas Diponegoro di desain dengan konsep *biopolic & bioclimatic green building*. Dengan konsep tersebut direncanakan bahwa suhu ruangan akan stabil di rentang 25°C - 27°C. Dinding luar fasad berupa *curtain wall* kaca dengan lubang sirkulasi udara sehingga udara yang akan menuju ruangan sudah didinginkan terlebih dahulu. Sistem ini direncanakan dapat mengurangi penggunaan *air conditioner* (AC) secara signifikan. Namun setelah dilakukan pengukuran suhu, diperoleh suhu di atas 27°C. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja DSF kaca pada Gedung Fakultas Psikologi Universitas Diponegoro apakah sudah sesuai dengan kriteria persyaratan Peraturan Pemerintah.

METODE

Desain penelitian ini adalah kuantitatif, dengan menitik beratkan analisis pada penggunaan DSF untuk mengukur OTTV pada Gedung Fakultas Psikologi, Universitas Diponegoro, dengan menjawab pertanyaan apakah Gedung tersebut telah memenuhi kriteria Peraturan Pemerintah yang berlaku. Dari hasil pengukuran di lapangan dan tinjauan pustaka mengenai transfer panas serta perhitungan OTTV pada selubung bangunan, dilakukan analisis terhadap apakah Gedung Fakultas Psikologi, Universitas Diponegoro telah memenuhi kriteria persyaratan dalam SNI 6389-2011 dan Permen PUPR RI Nomor: 21 Tahun 2021, yakni tidak melebihi dari 35 W/m^2 , dan Teknis Pelaksanaannya pada Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 01/Se/M/2022 Tentang Petunjuk Teknis Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau

Penelitian dilaksanakan di Gedung Pendidikan Kampus Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu, pada lantai dasar, lantai 1, lantai 2, dan lantai 3 di keempat sisi massa bangunan dengan orientasi menghadap ke arah Timur Laut, Tenggara, Barat Daya, dan Barat Laut. Dalam penelitian ini, alat yang digunakan melibatkan:

1. Termometer permukaan, alat untuk mengukur suhu pada permukaan kaca di dalam dan luar ruangan.
2. Laptop, sebagai media pencatatan dan pengolahan data.
3. Handphone, digunakan sebagai alat dokumentasi penelitian.

Pengumpulan data menghasilkan data primer seperti dimensi bangunan, orientasi bangunan, material yang digunakan pada selubung bangunan, suhu udara di dalam dan luar ruangan, serta suhu permukaan kaca di dalam dan luar ruangan. Pengukuran suhu udara dan suhu permukaan kaca dilakukan secara langsung di lapangan dengan interval pengukuran sebanyak 2 kali, yaitu jam 09.30 dan 13.30.

HASIL DAN DISKUSI

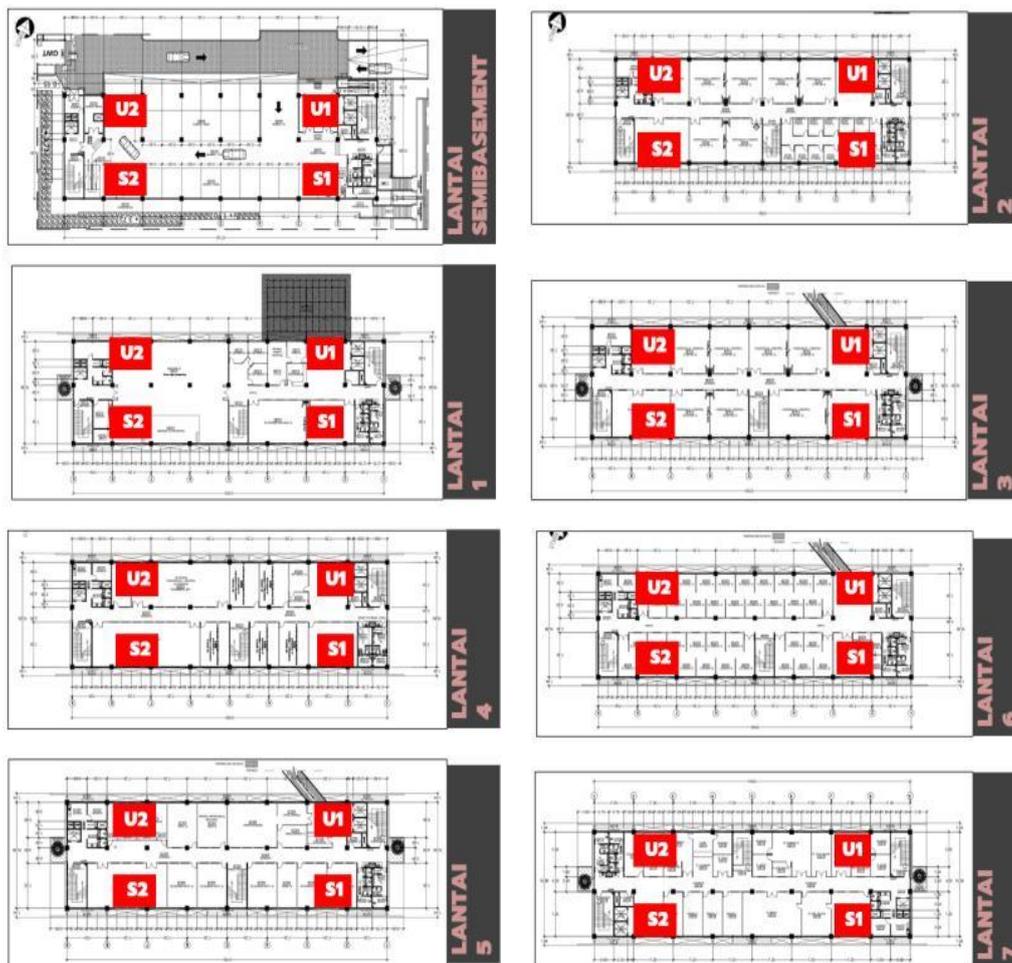
Lokasi Pengambilan Data dan Hasil Penelitian

Pengumpulan data penelitian adalah langkah yang penting dalam melakukan penelitian. Ini adalah proses yang dilakukan peneliti untuk mengumpulkan informasi atau fakta yang relevan dengan masalah dan tujuan penelitian yang sedang dilakukan. Adapun lokasi pengambilannya dilaksanakan pada Gedung Fakultas Psikologi terletak pada +200mdpl, dengan fungsi - fungsi sebagai berikut.

- Lantai basement : Fasilitas parkir, dan lobby
- Lantai 1 : Layanan psikologi, ruang komunal,
- Lantai 2 : Ruang perkuliahan mahasiswa S1
- Lantai 3 : Ruang perkuliahan mahasiswa S1
- Lantai 4 : Laboratorium
- Lantai 5 : Pusat Studi dan PKM
- Lantai 6 dan 7 : Dekanat dan administrasi
- Lantai rooftop : Utilitas Gedung



Gambar 1. Gedung Fakultas Psikologi
Sumber: Google maps, Penulis, 2023.



Gambar 2. Titik Pengambilan sampel
Sumber: Penulis, 2023.

Dari hasil pengambilan data penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh data – data, yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu

Tanggal			
15 Januari 2023			
Waktu			
09.00			
Titik			
Barat Laut 1			
Lantai	Suhu Ruang Luar (a)	Suhu Ruang Perantara (b)	Suhu Ruang Dalam ©
1	29.2	28.4	28.1
2	29.2	28.4	28.1
3	29.2	28.3	27.7
4	29.2	28.3	29.4
5	29.2	28.3	28.1
6	29.2	28.4	27.8
7	29.2	28.6	27.8

Tanggal			
15 Januari 2023			
Waktu			
09.00			
Titik			
Barat Laut 2			
Lantai	Suhu Luar (a)	Suhu Perantara (b)	Suhu Dalam ©
1	29.2	28.3	28.1
2	29.2	28.4	28.1
3	29.2	28.4	27.7
4	29.2	28.4	29.4
5	29.2	28.3	28.1
6	29.2	28.4	27.8
7	29.2	28.5	30.1

Tanggal			
15 Januari 2023			
Waktu			
09.00			
Titik			
Tenggara 1			
Lantai	Suhu Luar (a)	Suhu Perantara (b)	Suhu Dalam ©
1	29.4	28.6	28.1
2	29.4	28.6	27.8
3	29.4	28.5	28.1
4	29.4	28.7	28
5	29.4	28.7	28.1
6	29.4	28.7	27.8
7	29.4	28.9	28

Tanggal		15 Januari 2023		
Waktu		09.00		
Titik		Tenggara 2		
Lantai	Suhu Luar (a)	Suhu Perantara (b)	Suhu Dalam ©	
1	29.4	28.5	28.1	
2	29.4	28.6	28.2	
3	29.4	28.6	28.1	
4	29.4	28.6	28	
5	29.4	28.5	27.8	
6	29.4	28.7	27.6	
7	29.4	28.8	27.1	

Tanggal		15 Januari 2023		
Waktu		13.30		
Titik		Barat Laut 1		
Lantai	Suhu Luar (a)	Suhu Perantara (b)	Suhu Dalam ©	
1	34.5	32.1	30.5	
2	34.5	32.4	30.1	
3	34.5	32.2	30.2	
4	34.5	33.2	30	
5	34.5	33.5	29.1	
6	34.5	33.7	28.9	
7	34.5	33.7	28.6	

Tanggal		15 Januari 2023		
Waktu		13.30		
Titik		Barat Laut 2		
Lantai	Suhu Luar (a)	Suhu Perantara (b)	Suhu Dalam ©	
1	34.5	33.4	30.2	
2	34.5	33.5	30.4	
3	34.5	33.5	31.1	
4	34.5	33.1	30.1	
5	34.5	34	31	
6	34.5	33.8	28.1	
7	34.5	34.1	27.1	

Tanggal				15 Januari 2023			
Waktu				13.30			
Titik				Tenggara 1			
Lantai	Suhu Luar (a)	Suhu Perantara (b)	Suhu Dalam ©				
1	33.8	31.3	29.2				
2	33.8	33.2	28.5				
3	33.8	32.5	29.4				
4	33.8	32.8	29.3				
5	33.8	30.2	29.1				
6	33.8	30.5	27.5				
7	33.8	30.2	27				

Tanggal				15 Januari 2023			
Waktu				13.30			
Titik				Tenggara 2			
Lantai	Suhu Luar (a)	Suhu Perantara (b)	Suhu Dalam ©				
1	33.8	31.3	29.3				
2	33.8	33.2	29.9				
3	33.8	32.4	30.2				
4	33.8	32.2	30.2				
5	33.8	30.2	27.2				
6	33.8	30.3	27.6				
7	33.8	30.2	26.9				

Perhitungan Nilai Transfer Panas Tiap Arah

Perhitungan ini adalah suatu langkah yang penting dalam pengumpulan data selanjutnya, Ia merupakan proses yang dilakukan untuk menentukan nilai transfer panas yang berlangsung dari satu media ke media lain. Adapun hasil pengumpulan data, dapat disampaikan sebagai berikut :

1. Barat Laut

KONDUKSI BIDANG MASIF				$q[(U_w \times (1-WWR) \times TDEK]$			
Bahan	Luas	1- WWR	U	TDEK	α	Sub Total	Total
Batu Bata	1	0,797	2,71	10	0,9	19,447	19,447

SOLAR HEAT GAIN				SC x WWR x SF			
Bahan	Luas	WWR	SC Kaca	SF	SC EF	Sub Total	Total
Kaca Jendela	1	0,203	0,69	211	1	29,509	26,772
Kaca Jendela	1	0,203	0,69	211	1	29,509	
Pintu Kaca	1	0,203	0,83	211	0,6	21,298	

KONDUKSI BIDANG TRANSPARAN						$U_f \times WWR \times \Delta T$	
Bahan	Luas	WWR	U	ΔT	Faktor	Sub Total	Total
Kaca Jendela	1	0,203	5,93	6	1	7,207	7,116
Kaca Jendela	1	0,203	5,93	6	1	7,207	
Pintu Kaca	1	0,203	5,70	6	1	6,934	
OTTV Barat Laut							53,334
A Barat Laut							1.968,260

2. Timur Laut

KONDUKSI BIDANG MASIF					$q[(U_w \times (1-WWR) \times TDEK)]$		
Bahan	Luas	1-WWR	U	TDEK	α	Sub Total	Total
Batu Bata	1	0,948	2,71	10	0,9	23,112	23,112

SOLAR HEAT GAIN						$SC \times WWR \times SF$	
Bahan	Luas	WWR	SC Kaca	SF	SC EF	Sub Total	Total
Kaca Jendela	1	0,052	0,69	113	1	4,086	3,160
Kaca Jendela	1	0,052	0,69	113	0,66	2,697	
Pintu Kaca	1	0,052	0,69	113	0,66	2,697	

KONDUKSI BIDANG TRANSPARAN						$U_f \times WWR \times \Delta T$	
Bahan	Luas	WWR	U	ΔT	Faktor	Sub Total	Total
Kaca Jendela	1	0,052	5,93	6	1	1,863	1,242
Kaca Jendela	1	0,052	5,93	6	1	1,863	
Pintu Kaca	1	0,052	5,93	6	1	1,863	
OTTV Timur Laut							27,514
A Timur Laut							635,360

3. Tenggara

KONDUKSI BIDANG MASIF					$q[(U_w \times (1-WWR) \times TDEK)]$		
Bahan	Luas	1-WWR	U	TDEK	α	Sub Total	Total
Batu Bata	1	0,802	2,71	10	0,9	19,564	19,564

SOLAR HEAT GAIN						$SC \times WWR \times SF$	
Bahan	Luas	WWR	SC Kaca	SF	SC EF	Sub Total	Total
Kaca Jendela	1	0,198	0,69	97	1	13,245	13,245
Kaca Jendela	1	0,198	0,69	97	1	13,245	

KONDUKSI BIDANG TRANSPARAN						Uf x WWR x ΔT	
Bahan	Luas	WWR	U	ΔT	Faktor	Sub Total	Total
Kaca Jendela	1	0,198	5,93	6	1	7,036	7,036
Kaca Jendela	1	0,198	5,93	6	1	7,036	
						OTTV Tenggara	39,844
						A Tenggara	1.968,260

4. Barat Daya

KONDUKSI BIDANG MASIF					q[(Uw x (1-WWR) x TDEK]		
Bahan	Luas	1-WWR	U	TDEK	α	Sub Total	Total
Batu Bata	1	0,950	2,71	10	0,9	23,171	23,171

SOLAR HEAT GAIN						SC x WWR x SF	
Bahan	Luas	WWR	SC Kaca	SF	SC EF	Sub Total	Total
Kaca Jendela	1	0,050	0,69	243	1	8,378	8,378
Kaca Jendela	1	0,050	0,69	243	1	8,378	

KONDUKSI BIDANG TRANSPARAN						Uf x WWR x ΔT	
Bahan	Luas	WWR	U	ΔT	Faktor	Sub Total	Total
Kaca Jendela	1	0,050	5,93	6	1	1,777	1,777
Kaca Jendela	1	0,050	5,93	6	1	1,777	
						OTTV Barat Daya	33,327
						A Barat Daya	635,360

Analisis dan Perhitungan Nilai Transfer Panas

Setelah dilakukan proses pengambilan data, untuk menentukan nilai transfer panas yang berlangsung dari dinding bangunan ke lingkungan sekitarnya. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus dan korelasi yang telah ditetapkan, hasil perhitungan untuk mengetahui efisiensi sistem pengumpulan panas dan untuk mengoptimalkan proses pengumpulan panas dalam suatu bangunan.

Nilai Transfer Panas Keseluruhan Selubung Bangunan:

$$\text{Total} = \frac{(AoBL \times OTTVBL) + (AoTG \times OTTVTG) + (AoBD \times OTTVBD) + (AoTL \times OTTVTL)}{AoBL + AoTG + AoBD + AoTL} OTTV = \frac{222.055}{5.207} = 42.6$$

Sehingga nilai total $OTTV = 42,6 \text{ W/m}^2$

Hasil perhitungan nilai *Total Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) sebesar 42,6 W/m² mengindikasikan performa termal yang baik pada bangunan tersebut. Nilai yang relatif rendah menunjukkan kemampuan bangunan dalam mengurangi transfer panas dari luar ke dalam ruangan (Chan & Chow, 2013). Keberhasilan ini dapat disebabkan oleh penggunaan insulasi yang efektif dan material bangunan dengan sifat termal yang baik. Bangunan dengan OTTV rendah cenderung lebih efisien dalam penggunaan energi, mengurangi kebutuhan pemanasan dan pendinginan serta

memberikan kontribusi positif terhadap perlindungan lingkungan (Chan & Chow, 2014; Chow & Yu, 2000). Analisis kinerja termal bangunan sebaiknya dilakukan secara holistik dengan mempertimbangkan faktor-faktor tambahan seperti orientasi bangunan, penggunaan material yang tepat, dan sistem manajemen energi untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif. Standar dan regulasi setempat juga perlu diperhatikan untuk menilai sejauh mana bangunan memenuhi persyaratan kinerja termal yang berlaku.

Tabel 2. Nilai Transfer Panas Pada Dinding

No.	Orientasi Bangunan	Variabel		Luas Dinding Bangunan pada Masing-masing Orientasi X Nilai Transfer Panas pada Dinding Bangunan Masing-masing Orientasi
		Luas Dinding Bangunan pada Masing- masing Orientasi	Nilai Transfer Panas pada Dinding Bangunan Masing-masing Orientasi	
		<i>Aoi</i>	<i>OTTVi</i>	
		-1	-2	
1	Barat Laut	1.968,260	53,334	104976,1267
2	Timur Laut	635,360	27,514	17481,45742
3	Tenggara	1.968,260	39,844	78423,9145
4	Barat Daya	635,360	33,327	21174,34938
Total		5.207		222.055,848

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data, diperoleh nilai OTTV sebesar 42,6 W/m². Nilai ini tidak memenuhi persyaratan yang ada. Diperlukan peninjauan dan penyempurnaan desain bangunan untuk mencapai standar kinerja yang diinginkan sesuai SNI 6389-2011 dan PUPR RI No. 21/2021 yang menetapkan batas perpindahan panas maksimal sebesar 35 W/m². Bangunan tersebut masih memerlukan desain ulang agar dapat dikategorikan sebagai bangunan hijau yang adaptif dan nyaman bagi penggunanya. Implikasi dari penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak, termasuk pemilik gedung, Universitas Diponegoro, dan gedung-gedung pemerintah lainnya untuk perbaikan konstruksi di masa depan. Penelitian ini dapat menjadi pedoman dalam perencanaan bangunan yang mematuhi peraturan yang berlaku untuk menjamin kenyamanan dan kelestarian lingkungan.

DAFTAR RUJUKAN

- AGC, "Solar Control Low-E Glass Sunergy Focus on Energy Saving in Tropical Climate.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-6389- 2011: Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung Badan Standardisasi Nasional. 2011. [Daring]. Available: www.bsn.go.id.
- Chan, A. L. S., & Chow, T. T. (2013). Evaluation of Overall Thermal Transfer Value (OTTV) for commercial buildings constructed with green roof. *Applied Energy*, 107, 10–24. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.02.010>
- Chan, A. L. S., & Chow, T. T. (2014). Calculation of overall thermal transfer value (OTTV) for commercial buildings constructed with naturally ventilated double skin façade in subtropical Hong Kong. *Energy and Buildings*, 69, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.09.049>
- Chow, W. K., & Yu, P. C. H. (2000). Controlling building energy use by Overall Thermal Transfer Value (OTTV). *Energy*, 25(5), 463–478. [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(99\)00079-1](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(99)00079-1)
- Egan, M. David. (1975). *Concept in Thermal Comfort*. London: Prentice-Hall.

- H. T. Fachrudin dan R. Bastanta, “Kajian OTTV (Overall Thermal Transfer Value) Selubung Bangunan Studi Kasus Asrama Pu- tri USU,” hlm. 1–7.
- J. Arsitektur, R. Karsa, E. Y. Rahadian, W. Dwiastuti, N. A. Maretia, dan B. Fitriani, 2021. “Pengaruh Secondary Skin Fasad Bangunan terhadap Kualitas Pencahayaan Alami Ruang Kerja,” *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA* |, vol. 2, no. 2, hlm. 124–135.
- Kirana, P. S., Nurwidyaningrum, D., & Edistria, E. (2022). Optimasi Material Double Skin Facade Terhadap Penurunan Nilai OTTV Pada Gedung Kantor Pusat ASDP Indonesia Ferry. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 134–140.
- Nugroho, Adi. 2011. Konservasi Energi Selubung Bangunan SNI 6389-2011. <https://www.scribd.com/document/321192806/SNI-6389-2011-web-konservasi-Energi-Selubung-Bangunan-pdf-Unlocked>
- Poirazis, H. (2004) Double Skin Facades for Office Buildings. Division of Energy and Building Design, Department of Construction and Architecture, Lund Institute of Technology, Lund University, Lund.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau.
- Setyowati, Erni. (2015). *Fisika Bangunan 2 Thermal dan Acoustic*. Documentation. CV. Tiga Media Pratama, Departemen Arsitektur
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 01/Se/M/2022 Tentang Petunjuk Teknis Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau.