

OPTIMASI MATERIAL *DOUBLE SKIN FACADE* TERHADAP PENURUNAN NILAI OTTV PADA GEDUNG KANTOR PUSAT ASDP INDONESIA *FERRY*

Puspanendah Sasotya Kirana¹, Dyah Nurwidyaningrum^{1*}, Ega Edistria¹

^{1,2,3}) Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus UI Depok, Kota Depok, Jawa Barat 16425

^{*})email: dyah.nurwidyaningrum@sipil.pnj.ac.id

Diterima : 24 Agustus 2022
Direvisi : 31 Oktober 2022

Disetujui : 2 November 2022
Diterbitkan : 30 November 2022

Abstract: The urban heat island phenomenon due to the incessant infrastructure development in Jakarta is a massive issue that affects the energy use of a building, for the most part, HVAC. To conserve the energy, the Indonesian Government through the SNI 03-6389-2011 sets the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) for no more than 35 W/m². Meanwhile, The Governor's Regulation of DKI Jakarta Province No. 38 of 2012 states that the OTTV value is no more than 45 W/m². OTTV obtained from ASDP Indonesia Ferry Headquarters Building is 61,86 W/m² so it didn't meet the regulations assigned. An excellent facade planning is essential to reduce the OTTV gain. Therefore, this research was conducted to optimize the facade material in order to reduce OTTV at ASDP Indonesia Ferry Headquarters Building. Keeping the original facade module, which is double skin facade (DSF), this research generated facade modification alternatives at the most possibly-applied facade modification and efficient cost. The addition of concrete parapet walls with semi-glossy white paint reduced the OTTV significantly by 23% to 47.46 W/m² at an efficient cost, so it became an alternative for short-term facade modification. The combination of modifications using sunergy low-e blue green glass (8 mm) and concrete parapet walls with dimensions of 115 x 700 mm painted in semi-gloss white was a recommended long-term facade modification alternative. This modification reduced the OTTV value by 28% to 44.65 W/m² with the most efficient cost.

Keywords: Double Skin Façade; Green Building; OTTV; Urban Heat Island

Abstrak: Fenomena *urban heat island* sebagai dampak dari gencarnya pembangunan infrastruktur di wilayah DKI Jakarta merupakan isu masif yang berpengaruh pada penggunaan energi suatu bangunan khususnya HVAC. Dalam upaya konservasi energi, pemerintah Indonesia dalam SNI 03-6389-2011 menetapkan nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) tidak lebih dari 35 W/m². Sementara itu, Pergub. Provinsi DKI Jakarta No. 38 Tahun 2012 menyatakan bahwa nilai OTTV tidak lebih dari 45 W/m². Perolehan nilai OTTV pada gedung kantor pusat ASDP Indonesia *Ferry* adalah sebesar 61,86 W/m² sehingga belum memenuhi peraturan-peraturan tersebut. Perencanaan fasad yang baik sangat penting dalam mereduksi nilai OTTV. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengoptimasi material fasad guna mereduksi perolehan OTTV di gedung kantor pusat ASDP Indonesia *Ferry*. Mempertahankan modul fasad asli, yakni *double skin facade* (DSF), penelitian ini menghasilkan alternatif modifikasi fasad yang paling memungkinkan untuk diaplikasikan dengan biaya yang efisien. Penambahan dinding parapet beton dengan cat putih semi-kilap dapat mengurangi nilai OTTV secara signifikan hingga sebesar 23% menjadi 47,46 W/m² dengan harga yang efisien, sehingga menjadi alternatif modifikasi jangka pendek. Kombinasi modifikasi menggunakan kaca sunergy *low-e blue green* (8 mm) dan dinding parapet beton dengan cat putih semi-kilap merupakan alternatif modifikasi jangka panjang yang direkomendasikan. Modifikasi tersebut dapat menurunkan nilai OTTV sebesar 28% menjadi 44,65 W/m² dengan biaya yang paling efisien.

Kata kunci: Double Skin Façade; Green Building; OTTV; Urban Heat Island

1. PENDAHULUAN

Urban heat island (UHI) adalah fenomena kenaikan temperatur rata-rata kota yang disebabkan oleh tingkat kepadatan bangunan [1]. Fenomena ini terjadi hampir di seluruh kota besar di dunia termasuk Kota DKI Jakarta [2]. UHI berdampak pada tingginya penggunaan energi khususnya pada sektor HVAC (*heating ventilating air-conditioning*) [3].

Upaya mitigasi dari dampak UHI pada bangunan gedung dapat dilakukan dengan menerapkan konsep *green building* [4]. Konsep *green building* pada bangunan bertujuan untuk mengurangi dampak negatif bangunan terhadap/dari lingkungan serta penghematan energi [5].

Dalam mencapai penghematan energi sesuai dengan kaidah *green building*, dilakukan strategi desain pasif, yakni melalui modifikasi atau retrofit terhadap desain fasad yang ada [6]. Fasad sebagai sumber pencahayaan dan ventilasi alami juga berkontribusi terhadap *heat transfer* dari luar ke dalam ruangan, sehingga memiliki peranan besar terhadap kenyamanan termal [7].

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 [8]. Sistem DSF dapat mereduksi perolehan panas yang disebabkan oleh radiasi matahari secara signifikan sehingga tercapai kenyamanan termal [9].

Gedung Kantor Pusat ASDP Indonesia Ferry telah menerapkan sistem DSF dalam upaya mencapai kenyamanan termal. Berdasarkan tipologi DSF Gedung Kantor Pusat ASDP Indonesia Ferry, material *inner skin* pada DSF dapat berupa kaca dengan *shading coefficient* rendah seperti kaca *low emissivity glass* (*low e-glass*), yaitu kaca yang dirancang untuk memasukkan cahaya matahari ke dalam bangunan sekaligus menahan transmisi radiasi panasnya sehingga dapat menghemat penggunaan energi untuk pendinginan ruangan [10].

Sementara itu, *outer skin* DSF dapat berupa *shading device*, dalam hal ini sirip vertikal, yang memiliki *shading coefficient* rendah serta kinerja insulasi termal yang baik untuk orientasi barat, dan timur [11] [12].

Perolehan panas akibat radiasi matahari yang ditransmisikan melalui satuan luas selubung bangunan dinyatakan dengan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) [13]. Nilai OTTV yang disyaratkan oleh SNI 03-6389-2011 sebagai upaya penghematan energi maksimal adalah 35 W/m^2 [14]. Sementara itu, Peraturan Gubernur (Pergub.) Provinsi DKI Jakarta No. 38 Tahun 2012 menetapkan nilai OTTV ideal adalah tidak lebih

dari 45 W/m^2 [15]. Parameter yang digunakan untuk mencapai perolehan nilai OTTV meliputi rasio luasan jendela-dinding (WWR), material fasad, serta penggunaan *shading device* dengan koefisien peneduh (*shading coefficient*) yang rendah [16].

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi dari penambahan material DSF serta optimasi material DSF eksisting dalam mencapai nilai OTTV berdasarkan standar yang ada dengan biaya modifikasi yang efisien. Dengan melakukan eksplorasi desain fasad tersebut, maka didapatkan alternatif desain DSF yang efisien baik terhadap penurunan OTTV maupun biaya modifikasi, sehingga tercapai bangunan hemat energi sesuai dengan kaidah *green building*.

2. METODE PENELITIAN

Pendekatan dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan memodifikasi variabel DSF dan menghitung penurunan OTTV-nya sesuai standar. Analisis perhitungan dilakukan dalam *software microsoft excel*. Dalam menentukan letak geografis dari lokasi penelitian, digunakan bantuan *google earth*.

Studi kasus dalam penelitian ini adalah Gedung Kantor Pusat ASDP Indonesia Ferry yang berlokasi Jl. Jend. A. Yani No. 52 A RT.10/RW.02, Kecamatan Cempaka Putih, Jakarta Pusat (**Gambar 1**).



Gambar 1 Lokasi Gedung Kantor Pusat ASDP Indonesia Ferry. Sumber: Google Earth, 2022

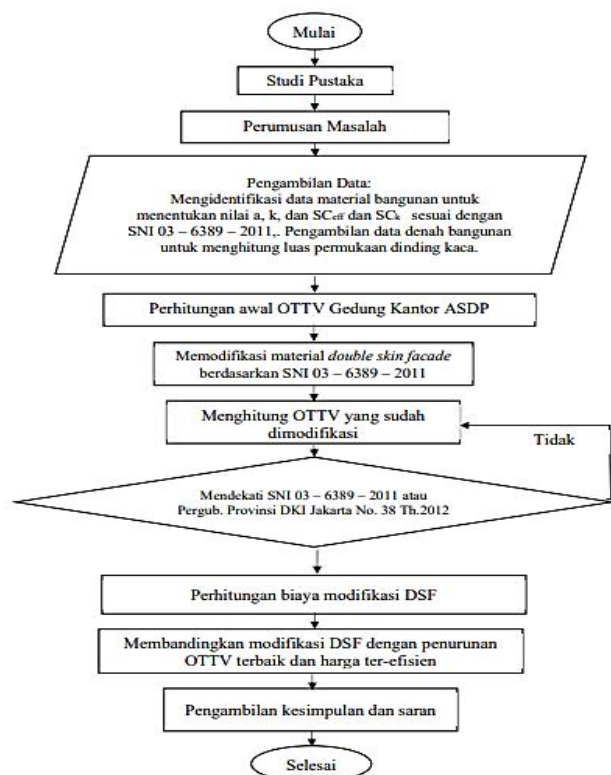
Jakarta beriklim tropis, dengan suhu tahunan rata-rata 27°C dengan kelembaban 80-90%. Secara geografis, gedung ini terletak pada koordinat $6^\circ 11' 03'' \text{ LS} - 106^\circ 52' 30'' \text{ LT}$. Iklim tropis yang memiliki suhu relatif tinggi (mencapai 35°C) serta dapat dijumpai hingga 15 derajat lintang utara dan lintang selatan dari garis khatulistiwa (0°) [17].

Oleh karena itu, perlu dilakukan optimasi fasad pada Gedung Kantor Pusat ASDP Indonesia Ferry guna mengurangi transmisi panas yang masuk ke dalam bangunan.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh fasad

unit Gedung Kantor Pusat ASDP Indonesia Ferry dengan orientasi barat, utara, timur, dan selatan yang tertutup oleh sirip vertikal sebagai *outer skin*. Sampel yang diambil adalah fasad pada unit dengan bukaan barat, utara, timur, dan selatan pada lantai 4, 6, dan 9 dengan sirip vertikal sebagai *outer skin*.

Ada pula rancangan penelitian yang dilakukan seperti yang ditunjukkan dalam bagan alir pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

Penelitian diawali dengan pengambilan data yang diperlukan seperti data *thermal properties* fasad (**Tabel 1**) serta gambar kerja, absorptansi radiasi matahari (α), konduktivitas termal bahan (k) ditentukan berdasarkan SNI 03-6389-2011. Sementara *shading coefficient* (SC) didapatkan dari brosur teknis bahan. Data denah bukaan fasad dihimpun guna mengetahui perbandingan luas jendela dan luas total dinding luar (WWR).

Nilai SC_{eff} didapatkan dari jenis dan konfigurasi *shading devices* terpasang yang kemudian disesuaikan dengan ketentuan yang ada di dalam SNI 03-6389-2011. Pada gedung ini telah terpasang *shading devices* berupa sirip vertikal yang terbuat dari aluminium *hollow* serta *overhang*. Sirip vertikal terpasang dengan jarak 500 mm. Sudut pasang dari sirip vertikal tersebut adalah tegak lurus terhadap permukaan dinding dan arah datangnya sinar matahari. Setelah itu, dapat dihitung dengan **Persamaan 1** dan diperoleh nilai SC total dari fasad eksisting

(**Tabel 2**).

Tabel 1 Thermal Properties Material Fasad

No.	Fasad	Thermal Properties
1.	(Dinding1) Kalsiboard 700 mm T: 6 mm	$\alpha = 0,86$ $k = 0,533$ W/m.K
2.	(Dinding2) Balok Beton 500/850 mm	$\alpha = 0,61$ $k = 1,48$ W/m.K
3.	Kaca <i>Sunergy Low-e Euro Grey</i> 8 mm	$SC_k = 0,41$ $k = 1,053$ W/m.K

Sumber: SNI 03-6389-2011 dan Brosur Kaca *Sunergy AGC* (tanpa tahun)[14][18]

$$SC = SC_k \times SC_{eff} \quad (1)$$

Dimana,

SC : koefisien peneduh sistem fenetrasi

SC_k : koefisien peneduh kaca atau koefisien peneduh efektif dari kaca dengan *solar control film* (kaca film)

SC_{eff} : koefisien peneduh efektif peralatan peneduh luar

Tabel 2 Nilai Shading Coefficient dari *Shading Devices* Eksisting

Arah	SC_k	SC_{eff}	SC
Timur=Barat	0,41	0,830	0,340
Selatan= Utara		0,707	0,290

Tahap selanjutnya adalah mengkalkulasi nilai OTTV eksisting. Nilai OTTV untuk setiap bidang dinding luar bangunan dengan orientasi tertentu dirumuskan pada **Persamaan 2**.

$$OTTV = \alpha [\{ U_w \times (1 - WWR) \times TD_{Ek} \} + (U_f \times WWR \times \Delta T) + (SC \times WWR \times SF)] \quad (2)$$

Dimana,

$OTTV$: nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar dengan orientasi tertentu (W/m²)

α : absorbtansi radiasi matahari

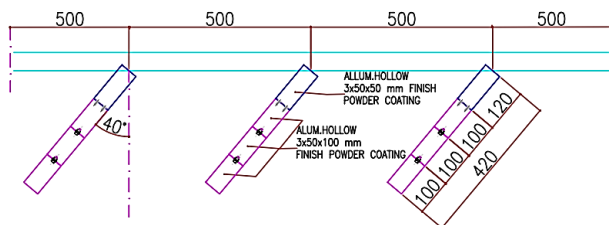
U_w : Transmittans termal dinding tidak tembus cahaya (W/m².K)

WWR : Perbandingan luas jendela dengan luas

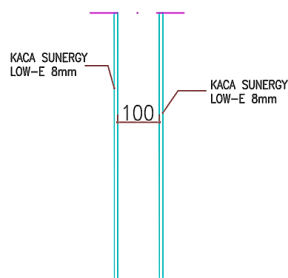
seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan

TD_{Ek} : beda temperatur ekuivalen (K)
 U_f : Transmittans termal fenetrasi ($W/m^2.K$)
 ΔT : beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam
 SC : Koefisien peneduh dan sistem fenetrasi
 SF : Faktor radiasi matahari (W/m^2)

Modifikasi dilakukan dengan mengombinasikan 6 alternatif material fasad yang telah ditentukan. Opsi dari alternatif material fasad pada *inner skin* adalah kaca *sunergy low-e sigma euro grey* (8 mm), kaca *sunergy low-e sigma Blue green* (8 mm), sistem *double glazed* (Rongga udara = 100 mm) (**Gambar 4**), dan dinding parapet beton berdimensi 115 x 700 mm dicat putih semi-kilap (**Gambar 5**). Sementara itu, modifikasi *outer skin* dilakukan dengan cara penyesuaian sirip vertikal terhadap ukuran dan sudut pasang (**Gambar 3**).



Gambar 3 Penyesuaian Sirip Vertikal
Sumber: Olahan Pribadi



Gambar 4 Sistem Double Glazed
(rongga udara = 100 mm)
Sumber: Olahan Pribadi

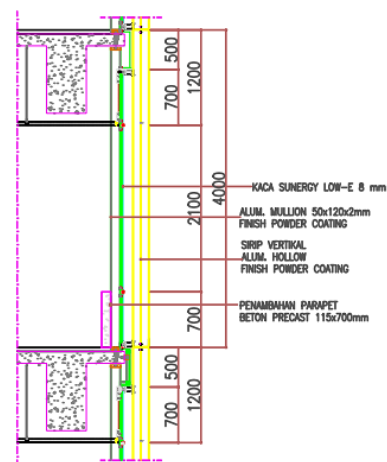
Spesifikasi teknis kaca yang digunakan dalam modifikasi DSF ditunjukkan oleh **Tabel 3**.

Langkah selanjutnya adalah menghitung biaya total dari seluruh alternatif modifikasi yang telah dilakukan. Tahap terakhir adalah menganalisis efisiensi dari penurunan OTTV terhadap SNI 03-6389-2011 dan Pergub. Provinsi DKI Jakarta No. 38 tahun 2012 serta biaya modifikasi.

Tabel 3 Spesifikasi Teknis Kaca Sunergy Low-e

Warna Kaca	SF (%)	SC	U-Value ($W/m^2.k$)
<i>Sigma Euro grey</i>	33	0,38	0,43
<i>Sigma Blue Green</i>	32	0,37	0,43

Sumber: Brosur Kaca Sunergy AGC (tanpa tahun)[18]



Gambar 5 Penambahan Dinding Parapet Beton 115 x 700 mm

Sumber: Olahan Pribadi

3. HASIL PEMBAHASAN

Hasil perhitungan OTTV pada tabel 4 menunjukkan bahwa nilai OTTV eksisting adalah sebesar 61,86 W/m^2 . Nilai tersebut melebihi ketentuan yang ada dalam SNI 03-6380-2011 maupun Pergub. Provinsi DKI Jakarta, yakni 35 W/m^2 dan 45 W/m^2 .

Berdasarkan analisis terhadap penurunan nilai OTTV serta efisiensi biaya modifikasi dari alternatif modifikasi DSF yang telah ditentukan, didapatkan dua opsi desain fasad yang memungkinkan untuk diterapkan. Opsi tersebut adalah modifikasi menggunakan parapet beton berdimensi 115 x 700 mm (cat putih semi-kilap) serta penambahan kaca *sunergy low-e blue green* (8 mm) (**Tabel 4**).

Modifikasi menggunakan parapet beton berdimensi 115 x 700 mm dengan cat putih semi-kilap mampu menurunkan nilai OTTV sebesar 23% menjadi 47,46 W/m^2 . Sementara itu, modifikasi menggunakan parapet beton berdimensi 115 x 700 mm (cat putih semi-kilap) dengan penambahan kaca *sunergy low-e sigma blue green* (8 mm) mampu menurunkan nilai OTTV eksisting

menjadi 44,65 W/m² dengan penurunan sebesar 28%. Nilai OTTV dari modifikasi yang telah dilakukan belum ada yang sesuai dengan SNI 03-6389-2011, yaitu ≤ 35 W/m². Namun, apabila ditinjau dari Pergub. Provinsi DKI Jakarta No. 38 Tahun 2012 dengan ketentuan OTTV ≤ 45 W/m², maka perolehan OTTV dari modifikasi dengan penggunaan parapet beton 115 x 700 mm dan *sunergy low-e blue green* (8 mm) telah sesuai.

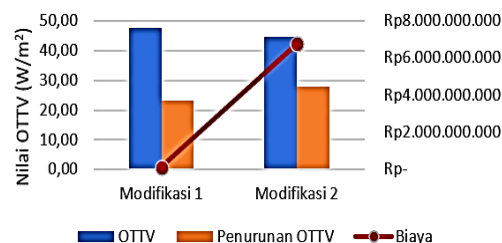
Tabel 4 Analisis Nilai OTTV

No	Modifikasi	OTTV Eksisting (W/m ²)	OTTV Modifikasi (W/m ²)	Penurunan
1	Parapet Beton 115 x 700 mm (cat putih semi-kilap)		47,46	23%
2	Kaca <i>Sunergy Low-e Sigma Blue Green</i> - 8 mm + Parapet Beton 115 x 700 mm (cat putih semi kilap)	61,86	44,65	28%

Perolehan nilai OTTV salah satunya dipengaruhi oleh besarnya rasio WWR (*wall-window ratio*). Memperkecil rasio WWR dapat mereduksi perolehan nilai OTTV. Hal ini dibuktikan oleh penurunan nilai OTTV pada modifikasi menggunakan dinding parapet beton berdimensi 115 x 700 mm. Penambahan dinding parapet beton tersebut memperkecil rasio WWR sehingga nilai OTTV dapat tereduksi secara signifikan. Warna material juga berpengaruh terhadap nilai OTTV dimana semakin gelap warna material maka semakin besar perolehan OTTV. Hal ini berhubungan dengan kemampuan material dalam merefleksikan cahaya guna meminimalisir absorptansi panas yang diterima material tersebut. Cat berwarna putih semi-kilap yang digunakan sebagai *finishing* dinding parapet beton ini memiliki nilai absorptansi yang rendah sehingga dapat membantu meningkatkan insulasi termal material.

Modifikasi menggunakan kaca *sunergy low-e blue green* (8 mm) dengan *shading coefficient* rendah mampu

menaikkan persentase penurunan nilai OTTV sebesar 5%. Oleh karena itu, pemilihan kaca dengan nilai *shading coefficient* rendah juga dapat dilakukan untuk mencapai nilai ideal OTTV. Akan tetapi, penggunaan kaca dengan transmitansi termal rendah seperti kaca *sunergy low-e* membutuhkan biaya yang cukup mahal. Hal ini dibuktikan dalam grafik pada gambar 6 dimana penambahan kaca *sunergy low-e blue green* (8 mm) memerlukan biaya yang jauh lebih besar dibandingkan penambahan dinding parapet beton saja.



Gambar 6 Grafik Resume OTTV dan Biaya Modifikasi

Biaya yang diperlukan untuk modifikasi dengan menambahkan kaca *sunergy low-e blue green* (8 mm) terbilang cukup mahal, namun penambahan material kaca tersebut dapat menurunkan OTTV lebih baik dibandingkan penggunaan dinding parapet beton saja.

Melihat persentase penurunan OTTV serta biaya yang diperlukan untuk melakukan modifikasi, maka dalam penelitian ini terdapat dua saran modifikasi, yaitu modifikasi jangka pendek dan modifikasi jangka panjang. Modifikasi jangka pendek diasumsikan dapat dilakukan sesegera mungkin dengan biaya yang rendah dan tanpa memerlukan pembongkaran material eksisting serta pemasangan yang rumit. Dalam hal ini, modifikasi menggunakan penggunaan dinding parapet beton dengan dimensi 115 x 700 mm dapat diterapkan.

Sementara itu, modifikasi jangka panjang dapat dilakukan dalam rentang waktu pergantian unit kaca. Fasad kaca dapat bertahan 10 hingga 20 tahun dengan perawatan yang baik. Modifikasi dengan menggunakan dinding parapet beton 115 x 700 mm ditambah kaca *sunergy low-e blue green* (8 mm) dapat dijadikan alternatif modifikasi jangka panjang karena telah memenuhi syarat OTTV yang ada di dalam Pergub. Provinsi DKI Jakarta No.38 Tahun 2012 yakni kurang dari 45 W/m². Hal ini mengindikasikan bahwa bangunan tersebut masuk ke dalam kriteria bangunan hemat energi. Modifikasi DSF tersebut memiliki performa insulasi termal yang baik sehingga dapat menjadi investasi dalam segi konservasi energi khususnya HVAC. Selain itu, biaya modifikasi yang efisien apabila dibandingkan dengan kombinasi lainnya menjadikan modifikasi

tersebut alternatif modifikasi yang direkomendasikan.

Penerapan modifikasi dapat dilakukan secara bertahap. Penambahan dinding parapet beton (117 x 500 mm) dapat dilakukan terlebih dahulu sebab biayanya yang relatif murah dan tidak melibatkan pembongkaran serta instalasi yang rumit. Apabila sudah masuk pada waktu pergantian kaca, maka dilakukan instalasi kaca *sunergy low-e blue green* (8 mm) pada gedung eksisting.

Dari beberapa kombinasi yang telah dilakukan, didapati bahwa kenaikan biaya modifikasi tidak selalu berhubungan dengan penurunan OTTV. Oleh karena itu, pemilihan kombinasi material fasad yang baik sangatlah penting guna mencapai nilai OTTV yang sesuai dengan standar dengan biaya yang se-efisien mungkin

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perolehan nilai OTTV eksisting di Gedung Kantor Pusat ASDP Indonesia Ferry adalah sebesar 61,86 W/m². Modifikasi dengan menggunakan dinding parapet beton berukuran 115 x 700 mm dengan cat putih semi-kilap merupakan alternatif modifikasi jangka pendek dengan capaian nilai OTTV sebesar 47,46 W/m² dan mengalami penurunan nilai OTTV sebesar 23%. Modifikasi jangka panjang dapat dilakukan secara bertahap dengan menambahkan kombinasi dinding parapet beton (115 x 700 mm dicat putih semi-kilap) kemudian penggantian kaca *sunergy low-e blue green* tebal 8 mm. Nilai OTTV yang dicapai dari modifikasi tersebut adalah sebesar 44,65 W/m² dan mengalami penurunan sebesar 28% dengan biaya yang paling efisien.

Saran

Untuk kajian penelitian lebih lanjut, dapat dilakukan modifikasi DSF dengan penggunaan jenis kaca lain yang memiliki *shading coefficient* rendah serta *shading devices* lainnya seperti *egg-crate* untuk mencapai nilai OTTV yang ditentukan pada SNI 03-6389-2011.

Competing Interest Statement

Penulis yang tertera pada jurnal penelitian ini menyatakan bahwa tidak ada afiliasi atau keterlibatan dari organisasi maupun lembaga pendanaan tertentu yang mempengaruhi pelaporan jurnal penelitian ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. P. Dewi dan B. Anang, "Efektivitas Kinerja Double Skin Fasade-Green Wall

Terhadap Efisiensi Energi Pendinginan Bangunan," *Jurnal RUAS*, vol. 15, no. 2, 2017.

- [2] C. D. Putra, A. Ramadhani, dan E. Fatimah, "Increasing Urban Heat Island area in Jakarta and it's relation to land use changes," dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Apr 2021, vol. 737, no. 1. doi: 10.1088/1755-1315/737/1/012002.
- [3] A. Maulana, D. Jaelani, A. Erlita, dan A. Tri, "Pemanfaatan Internet of Things (IOT) pada Sistem Pengukuran Suhu dan Kelembaban," *PPI KIM LIPI*, hlm. 86–106, 2018.
- [4] A. Bhargava, S. Lakmini, dan S. Bhargava, "Urban Heat Island Effect: It's Relevance in Urban Planning," *Journal of Biodiversity & Endangered Species*, vol. 05, no. 02, 2017, doi: 10.4172/2332-2543.1000187.
- [5] P. N. Ratnasari dan D. Nurwidyaningrum, "Kualitas dan Kenyamanan Udara Pada Gedung Perkantoran Bertingkat dengan Studi Kasus Gedung Perkantoran PT. X di Jakarta," *Construction and Material Journal*, vol. 2, no. 2, 2020.
- [6] E. R. Mahyuddin, J. Rilatupa, dan C. O. P. Marpaung, "Optimasi Facade Kantor Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta, Jalan Gatot Subroto Kavling 40-41, Jakarta dengan Konsep Bangunan Hijau," 2020.
- [7] H. Nurahman dan R. Muslim, "Optimasi Desain Fasad Bangunan Restaurant di Kebonwaru, Batununggal Kota Bandung," *Jurnal Arsitektur Zonasi*, vol. 2, no. 2, hlm. 138–146, 2019, doi: 10.17509/jaz.v3i1.17470.
- [8] J. Arsitektur, R. Karsa, E. Y. Rahadian, W. Dwiausti, N. A. Maretia, dan B. Fitrian, "Pengaruh Secondary Skin Fasad Bangunan terhadap Kualitas Pencahayaan Alami Ruang Kerja," *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA* |, vol. 2, no. 2, hlm. 124–135, 2021.
- [9] E. P. Dewi, A. Wijaya, S. Sujatini, D. Rahmana, C. Mandela, dan F. Gult, "Penerapan Double Skin Facade Pada Daerah Iklim Tropis," *Jurnal UPI-YAI*, vol. 4, no. 2, hlm. 1–7, 2020.
- [10] C. E. Mediastika, L. Kristianto, dan J. Anggono, "Kaca Untuk Bangunan," dalam *Penorbit Andi*, 2019, hlm. 55–56.
- [11] G. Faisal dan P. Aldy, "Typology of building shading elements on Jalan Sudirman corridor in Pekanbaru," dalam *IOP Conference*

Series: Materials Science and Engineering,
Mei 2016, vol. 128, no. 1, hlm. 1–8. doi:
10.1088/1757-899X/128/1/012029.

- [12] P. N. Zatibayani, A. M. Nugroho, dan H. Santosa, “Pengaruh Shading Devices terhadap Penerimaan Radiasi Matahari Langsung pada Fasad Gedung Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya,” *Jurnal Mahasiswa Arsitektur Universitas Brawijaya*, 2015, [Daring]. Available: http://id.wikipedia.org/wiki/Pemanasan_global
- [13] Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, Paduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Berdasarkan Peraturan Gubernur No. 38/2012-Selubung Bangunan, vol. 1. [Daring]. Available: <http://greenbuildingjakarta.go.id>
- [14] Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-6389-2011: Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung Badan Standardisasi Nasional. 2011. [Daring]. Available: www.bsn.go.id
- [15] Pemerintahan Provinsi DKI Jakarta, *Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 38 Tahun 2012 Tentang Bangunan Gedung Hijau*. 2012.
- [16] W. O. Alfian, “Pengaruh Fasad Terhadap Kinerja Energi Pendinginan Pada Kantor Pemerintah di Surabaya,” 2018.
- [17] H. T. Fachrudin dan R. Bastanta, “Kajian OTTV (Overall Thermal Transfer Value) Selubung Bangunan Studi Kasus Asrama Putri USU,” hlm. 1–7.
- [18] AGC, “Solar Control Low-E Glass Sunergy Focus On Energy Saving In Tropical Climate.”