

# STUDI NILAI TRANSFER PANAS KESELURUHAN PADA SELUBUNG BANGUNAN PUSAT KEGIATAN MAHASISWA

## STUDY OF OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE ON THE STUDENT ACTIVITY CENTER BUILDING ENVELOPE

Restika Rahmadona Efiariza<sup>1a\*</sup>, Nurul Hikmah<sup>2b</sup>, Galuh Talitha Ayutia<sup>3b</sup>, Novita Hillary Christy Damanik<sup>4b</sup>

<sup>a</sup>Politeknik Negeri Padang, Jurusan Teknik Sipil, Prodi D3 Teknik Sipil, Kampus Limau Manis Padang 25163, Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576, Indonesia

<sup>b</sup>Universitas Tadulako, Jurusan Teknik Arsitektur, Prodi Arsitektur, Palu, Indonesia

<sup>b</sup>PT PP Properti Tbk, Jakarta, Indonesia

<sup>b</sup>Institut Teknologi Sumatera, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Prodi Arsitektur, Lampung, Indonesia

e-mail: restikarahma@pnp.ac.id, nurulhikmah@untad.ac.id, galuhtalithaa@gmail.com, novita.damanik@ar.itera.ac.id

---

### ABSTRACT

*The building envelope plays a crucial role in controlling heat transfer from the outside environment to the interior of the building, which in turn affects occupant comfort and building energy consumption. This study aims to determine the existing Overall Thermal Transfer Value (OTTV) of the Student Activity Center of Universitas Indonesia (PUSGIWA UI) building, as per the applicable Indonesian National Standard (SNI). As well as providing optimization solutions to obtain OTTV values that comply with the Indonesian national standards. The OTTV calculation results of the PUSGIWA UI building show a value of 37.80 W/m<sup>2</sup>, which exceeds the SNI standard limit of 35 W/m<sup>2</sup>. This indicates that the building envelope at PUSGIWA UI is not yet effective in protecting and maintaining the thermal comfort conditions within the building environment. The highest OTTV value is found on the north orientation side of the building, at 42.77 W/m<sup>2</sup>. As optimization, it is recommended to replace the glass section with Asahimas Sunergy Clear glass, which has a low reflection value and better solar energy shading capability compared to the existing glass. The application of this glass can reduce the OTTV value to 28.96 W/m<sup>2</sup>, which already meets the thermal comfort standards of a building. This study contributes to the planning of more environmentally friendly building envelope designs and energy efficiency.*

*Keywords: building envelope, overall thermal transfer value, glass, energy efficiency, pusgiwa ui*

---

### I. PENDAHULUAN

Di seluruh dunia, sekitar 40% dari total energi yang digunakan berasal dari bangunan, dan hampir 60% dari energi tersebut dipakai untuk mengatur suhu, baik melalui pendinginan maupun pemanasan ruangan. Oleh karena itu, banyak negara mengambil langkah nyata untuk menurunkan kebutuhan energi bangunan sekaligus mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan, dengan cara menerapkan strategi yang mendorong penggunaan energi terbarukan dan teknologi yang lebih efisien dalam mengelola energi [1]. Pemerintah Indonesia juga telah melakukan upaya pengoptimalan penggunaan energi, salah satunya melalui desain selubung bangunan pada bangunan gedung untuk mendapatkan sistem selubung bangunan yang optimal sehingga penggunaan energi lebih efisien

[2]. Selubung bangunan merupakan elemen bangunan yang membungkus bangunan gedung, yang mencakup dinding dan atap yang tembus cahaya (fenestrasi) maupun yang tidak tembus cahaya (*opaque*), dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut [2]. Selubung bangunan menjadi elemen utama yang tampak dari sebuah bangunan dan berfungsi sebagai pembatas antara ruang interior dengan lingkungan eksterior. Serta sebagai antarmuka antara ruang dalam dan kondisi iklim luar bangunan. Selubung bangunan memiliki peran penting dalam menentukan kenyamanan penghuni serta efisiensi penggunaan energi pada bangunan [3]. Maka dari itu, pendekatan desain sustainabilitas dalam hal *heating & cooling* sebuah bangunan, perancangan selubung bangunan sangatlah penting diperhatikan karena

akan mempengaruhi jumlah konsumsi energi sistem pasif dan peralatan mekanikal bangunan serta berpengaruh terhadap kenyamanan termal pada produktivitas kerja penghuni bangunan [4].

Perencanaan dan perancangan selubung bangunan cukup signifikan dilakukan karena mempengaruhi beban pendingin udara [5].

Berdasarkan data *International Finance Corporation* tahun 2011, rincian pengaruh terbesar terhadap konsumsi energi pada beban pendingin bangunan perkantoran tipikal di Jakarta disebabkan oleh bukaan jendela kaca (selubung bangunan) sebesar 60%. Sumber data yang sama juga rincian konsumsi energi pada sistem strategi desain pasif memiliki potensi penghematan energi sebesar 31% untuk bangunan perkantoran. Dimana strategi ini dapat dicapai melalui peneduh fasad eksternal sebesar 10,1%, mengurangi WWR atau *Window to Wall Ratio* (luas rasio jendela dengan fasad dinding) sebesar 8,0%, dan performansi material jendela kaca sebesar 7,3% [1]. Temuan serupa juga menunjukkan bahwa pengurangan WWR dari rasio tinggi (>60%) menjadi sekitar 30–40% dapat menurunkan konsumsi energi pendingin sebesar 9–10% pada bangunan perkantoran di iklim tropis monsun [6].

Pengurangan WWR hingga 15% pada selubung bangunan dan rasio geometri tertentu mampu menurunkan OTTV dan konsumsi energi pendingin secara signifikan [7]. Ini menandakan bahwa, desain pasif bangunan berpengaruh terhadap efisiensi energi pada bangunan bertingkat melalui perhitungan OTTV [8]. Berbagai desain fasad yang berbeda akan menghasilkan nilai OTTV yang berbeda [9]. Penggunaan peneduh fasad dan kaca pengendali surya dapat mengurangi perolehan panas dalam bangunan [10][11]. Pemilihan material insulatif seperti kaca *Low-E* dan lapisan isolasi dari bahan daur ulang dapat secara drastis menurunkan nilai OTTV [12].

Berdasarkan data diatas, salah satu penyebab tingginya konsumsi energi pada bangunan adalah beban panas yang ditransfer dari luar ke dalam ruangan melalui selubung bangunan. Oleh karena itu, pendekatan efisiensi energi pada desain bangunan, khususnya melalui analisis selubung bangunan, menjadi semakin penting. Maka perencanaan desain selubung bangunan perlu di desain dengan seksama agar menghasilkan kenyamanan bagi penghuni dan terwujudnya efisiensi energi terutama untuk bangunan vertikal bertingkat menengah sampai bertingkat tinggi.

Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) eksisting pada bangunan Pusat Kegiatan Mahasiswa Universitas Indonesia (PUSGIWA UI)

berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), serta memberikan optimalisasi atau *improvement* untuk mendapatkan nilai OTTV yang sesuai.

Berbagai studi terdahulu telah membahas tentang pentingnya desain selubung bangunan dalam konservasi energi. Namun, studi yang secara spesifik mengkaji nilai OTTV pada bangunan PUSGIWA UI, yang menggunakan kombinasi material bata merah ekspos dan kaca, masih sangat terbatas. Material tersebut memiliki karakteristik *opacity* dan reflektivitas yang berbeda ini belum dianalisis secara mendalam dalam konteks pengaruhnya terhadap transmisi panas dan kenyamanan termal penghuni. Selain itu, studi yang mengintegrasikan pengukuran OTTV dengan rekomendasi optimalisasi desain selubung bangunan untuk memenuhi standar konservasi energi pemerintah Indonesia juga masih sedikit dibahas. Oleh karena itu, studi ini penting untuk mengisi kekosongan tersebut dengan fokus pada kondisi eksisting bangunan dan upaya perbaikan yang tepat guna mengurangi konsumsi energi.

## II. METODE PENELITIAN

Studi ini menerapkan penelitian kuantitatif melalui perhitungan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) yang merupakan salah satu kebijakan pemerintah Indonesia dalam bidang konservasi energi pada selubung bangunan. Standar batas nilai OTTV yang diterapkan adalah tidak melebihi 35 W/m<sup>2</sup>. Objek studi ini adalah Bangunan yang digunakan sebagai Pusat Kegiatan Mahasiswa di Universitas Indonesia (PUSGIWA UI). Konsep perhitungan OTTV pada dasarnya adalah perhitungan perpindahan panas dari luar ke dalam bangunan yang terdiri dari penjumlahan ketiga fenomena, yaitu: (1) Konduksi panas melalui dinding (*Heat Conduction through Wall*) ; (2) Konduksi panas melalui kaca (*Heat Conduction through Windows*); (3) Radiasi matahari melalui kaca (*Heat Radiation through Windows*).

Langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum mencapai perhitungan OTTV untuk sebuah bangunan, diantaranya:

- Menentukan orientasi setiap fasad bangunan.
- Menentukan jenis dinding dan bukaan pada setiap lantai untuk masing-masing orientasi ;
- Mengukur luasan setiap jenis dinding dan bukaan pada setiap lantai berdasarkan orientasi, menggunakan data CAD. Dari hasil pengukuran ini diperoleh nilai *Window-to-Wall Ratio* (WWR) untuk setiap orientasi bangunan

- d. Mendapatkan nilai  $a$ ,  $u$ -value,  $shading$  coefficient (SC), ketebalan, dan densitas dari setiap jenis dinding dan bukaan
- e. Mendapatkan nilai Tdek,  $\Delta T$ , dan  $solar$  factor (SF) berdasarkan lokasi bangunan tersebut
- f. Melakukan perhitungan OTTV untuk setiap lantai, jenis dinding, bukaan, dan orientasi
- g. Melakukan perhitungan OTTV masing-masing orientasi bangunan.
- h. Melakukan perhitungan OTTV seluruh bangunan.

Jika OTTV memenuhi atau lebih rendah dari standar yang ditetapkan, maka penulis akan memberikan masukan berupa optimalisasi untuk selubung bangunannya. Namun jika melebihi standar, maka penulis akan memberikan studi peningkatan (*Improvement*) berupa solusi desain, menganalisis dan kalkulasi kembali sehingga mendapatkan hasil OTTV yang sesuai standar. Nilai OTTV untuk setiap bidang dinding luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu, dapat dihitung dengan persamaan berdasarkan SNI 6389 tahun 2020 :

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

Dimana  $\alpha$  adalah nilai absorbtansi panas material,  $U_w$  adalah nilai transmitansi panas dinding (U-value)(W/m<sup>2</sup>K), WWR adalah *window to wall ratio*, Tdek adalah perbedaan temperatur ekuivalen (°C/K),  $U_f$  adalah nilai transmitansi panas bukaan (U-value)(W/m<sup>2</sup>.K),  $\Delta T$  adalah perbedaan temperatur (°C), SC adalah *shading coefficient* dan SF adalah *solar factor* (W/m<sup>2</sup>).

Untuk fenomena konduksi pada dinding dalam persamaan OTTV dengan melakukan perkalian antara nilai  $\alpha$  dan  $U_w$ , yang didapatkan dari susunan material dinding, Nilai (1-WWR) yang didapatkan dari selisih antara nilai 1 dengan perbandingan bukaan dengan dinding, dan Tdek berdasarkan lokasi bangunan. Untuk fenomena konduksi pada kaca dapat dihitung dengan mengalikan nilai  $U_f$  berdasarkan jenis kaca yang digunakan, nilai WWR, dan nilai  $\Delta T$  berdasarkan lokasi bangunan. Untuk fenomena radiasi melalui bukaan kaca dapat dihitung dengan mengalikan nilai SC berdasarkan perhitungan jenis kaca dan peneduh eksternal yang digunakan, nilai SF berdasarkan lokasi bangunan, dan nilai WWR.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kondisi Eksisting Selubung Bangunan

Bentuk selubung bangunan PUSGIWA UI diterangkan pada gambar 1, 2, 3 dan 4. Bangunan

berlantai delapan ini memiliki tipologi persegi panjang dengan massa dua tower dan mengapit massa auditorium di tengahnya. Berdasarkan pengamatan di lapangan, selubung bangunan didominasi oleh material bata merah ekspos dan kaca yang keduanya memiliki karakteristik dasar material *opacity* dan reflektivitas yang berbeda terhadap sinar matahari.



Gambar 1. Tampak sisi timur



Gambar 2. Tampak sisi barat



Gambar 3. Tampak sisi utara



Gambar 4. Tampak sisi selatan

#### B. Jenis Konstruksi Dinding pada Selubung Bangunan

Jenis-jenis konstruksi dinding fasad yang digunakan pada bangunan PUSGIWA UI dapat diklasifikasikan berdasarkan material penyusunnya, ketebalan elemen, serta karakteristik termal yang dimilikinya. Informasi rinci mengenai tipe konstruksi dinding yang bersifat tidak tembus cahaya pada bangunan PUSGIWA UI dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konstruksi dinding fasad tidak tembus cahaya pada bangunan PUSGIWA UI

| Jenis Dinding Konstruksi   | Tebal Bahan (m) | Resistansi Termal $R$ ( $m^2 \cdot k/W$ ) | U-Value ( $W/m^2 \cdot k$ ) |
|----------------------------|-----------------|-------------------------------------------|-----------------------------|
| Bata Ekspos                | 0,140           | 0,264                                     | 3,793                       |
| Bata Ringan – Cat Abu Tua  | 0.150           | 0.588                                     | 1.701                       |
| Bata Ringan – Cat Abu Muda | 0.150           | 0.588                                     | 1.701                       |
| Slab Beton – Cat Abu Tua   | 0.20            | 0.302                                     | 3.310                       |
| Slab Beton – Cat Abu Muda  | 0.20            | 0.302                                     | 3.310                       |
| Kusen Aluminium            | 0.0030          | 0.164                                     | 6.097                       |

### C. Model Buka-an Jendela pada Selubung Bangunan

Jenis-jenis model bukaan yang digunakan pada bangunan PUSGIWA UI diterangkan pada gambar 5 dan 6. Berdasarkan kondisi eksisting, terdapat beberapa tipe bukaan yang digunakan, yaitu fixed glass dengan ketebalan 8 mm dan 10 mm, jendela top-hung 8 mm, jalusi aluminium, serta curtain wall menggunakan kaca film (*tinted glass*) 10 mm. Variasi ini mencerminkan kombinasi strategi pencahayaan alami, ventilasi, dan estetika bangunan.

Gambar 5. *fixed glass*, jendela *top-hung* dan jalusi aluminiumGambar 6. *Curtain wall* menggunakan kaca film (*tinted glass*)

### D. Hasil Perhitungan OTTV Setiap Selubung Bangunan

Tabel 2, 3, 4 dan 5 merupakan ringkasan hasil perhitungan OTTV PUSGIWA UI dari empat orientasi fasad berdasarkan ketiga fenomena, yaitu :

Tabel 2. Hasil Perhitungan OTTV pada Orientasi Utara PUSGIWA UI

| Identifikasi Termal            | Tipe Fasad          | Area x OTTV (W) |
|--------------------------------|---------------------|-----------------|
| Konduksi panas melalui dinding | Tidak tembus cahaya | 20.092,13       |
| Konduksi panas melalui kaca    | Fenestrasi          | 12.989,54       |
| Radiasi matahari melalui kaca  | Fenestrasi          | 47.486,54       |

Tabel 3. Hasil Perhitungan OTTV pada Orientasi Selatan PUSGIWA UI

| Identifikasi Termal            | Tipe Fasad          | Area x OTTV (W) |
|--------------------------------|---------------------|-----------------|
| Konduksi panas melalui dinding | Tidak tembus cahaya | 19.752,39       |
| Konduksi panas melalui kaca    | Fenestrasi          | 12.989,73       |
| Radiasi matahari melalui kaca  | Fenestrasi          | 35.432,86       |

Tabel 4. Hasil Perhitungan OTTV pada Orientasi Barat PUSGIWA UI

| Identifikasi Termal            | Tipe Fasad          | Area x OTTV (W) |
|--------------------------------|---------------------|-----------------|
| Konduksi panas melalui dinding | Tidak tembus cahaya | 5.880,26        |
| Konduksi panas melalui kaca    | Fenestrasi          | 6.140,86        |
| Radiasi matahari melalui kaca  | Fenestrasi          | 49.314,80       |

Tabel 5. Hasil Perhitungan OTTV pada Orientasi Timur PUSGIWA UI

| Identifikasi Termal            | Tipe Fasad          | Area x OTTV (W) |
|--------------------------------|---------------------|-----------------|
| Konduksi panas melalui dinding | Tidak tembus cahaya | 7.968,90        |
| Konduksi panas melalui kaca    | Fenestrasi          | 9.057,07        |
| Radiasi matahari melalui kaca  | Fenestrasi          | 29.132,33       |

### E. Total Hasil Perhitungan OTTV Selubung Bangunan

Berdasarkan ringkasan perhitungan OTTV pada setiap orientasi fasad, didapatkan total hasil perhitungan OTTV Bangunan PUSGIWA UI, yaitu:

Tabel 6. Total Hasil Perhitungan OTTV Bangunan PUSGIWA UI

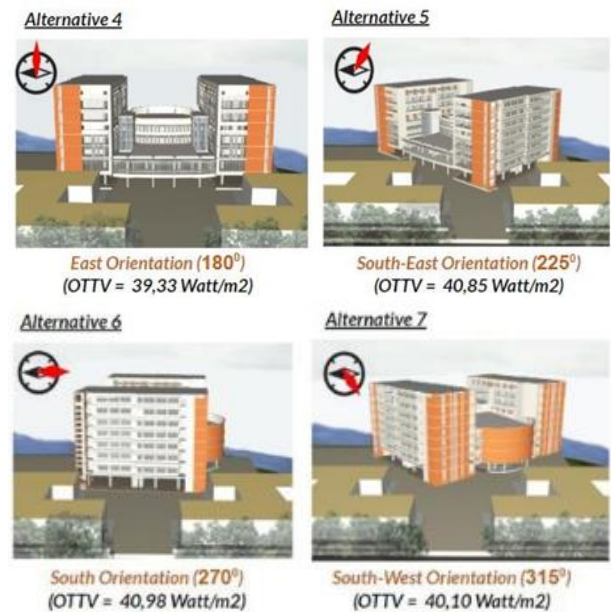
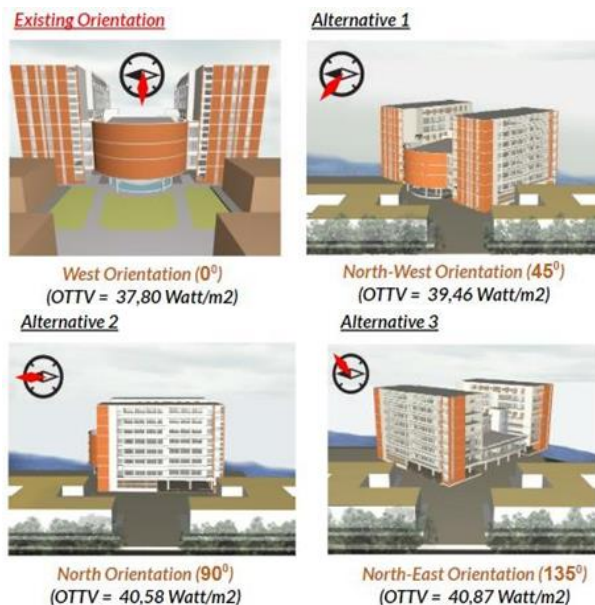
| Orientasi | A <sup>a</sup><br>(W) | B <sup>b</sup><br>(m <sup>2</sup> ) | C <sup>c</sup><br>(W/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Utara     | 80.568,21             | 1.883,58                            | 42,77                                 |
| Timur     | 49.559,46             | 1.436,96                            | 34,49                                 |
| Selatan   | 68.174,97             | 1.913,37                            | 35,63                                 |
| Barat     | 61.335,91             | 1.635,74                            | 37,50                                 |
| Total     | 259.638,57            | 6.869,65                            | 37,80                                 |

<sup>a</sup>Penjumlahan hasil OTTV tiap orientasi <sup>b</sup>Luas area tiap orientasi <sup>c</sup>Pembagian hasil OTTV dengan luas area tiap orientasi

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai total OTTV bangunan PUSGIWA UI sebesar 37,80 W/m<sup>2</sup>, yang dimana belum memenuhi persyaratan SNI 03-6389-2011, yaitu  $\leq 35$  W/m<sup>2</sup>. Nilai OTTV tertinggi berada pada orientasi utara bangunan yaitu sebesar 42,77 W/m<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah nilai SF (*solar Factor*) yang besar pada radiasi termal bukaan kaca orientasi utara dibandingkan orientasi selatan, walaupun orientasi utara dan selatan memiliki nilai WWR yang sama, serta jumlah luasan atau bukaan tipe jendela yang sama.

#### F. Optimalisasi Selubung Bangunan dengan berbagai Orientasi

Penulis melakukan studi perubahan orientasi pada bangunan eksisting untuk melihat perbandingan nilai OTTV dengan orientasi yang berbeda-beda. Hasil studi ditunjukkan oleh gambar 7.



Gambar 7. Studi perbandingan nilai OTTV untuk orientasi yang berbeda

Dari hasil studi perbandingan nilai OTTV untuk masing-masing perubahan orientasi, penulis mendapatkan nilai perubahan orientasi ke selatan (berdasarkan posisi awal lengkungan pada gedung PUSGIWA UI) merupakan nilai yang terbesar dengan 40,98 W/m<sup>2</sup> dan WWR sebesar 38%. Sedangkan variasi yang memiliki nilai OTTV terendah yaitu, perubahan orientasi ke timur dengan nilai OTTV sebesar 39,33 W/m<sup>2</sup> dan WWR sebesar 24%.

Namun variasi ini tidak menunjukkan bahwa nilai-nilai tersebut lebih rendah dibandingkan nilai OTTV bangunan eksisting, yang berarti bangunan eksisting sudah memperhitungkan orientasinya dalam perancangannya. Hal ini juga menunjukkan bahwa bentuk dan orientasi bangunan mempengaruhi nilai OTTV, semakin besar nilai WWR maka semakin besar nilai OTTV bangunan tersebut dan hal tersebut mempengaruhi besarnya beban pendinginan ruang akibat konduksi dan radiasi melalui jendela.

#### G. Optimalisasi Selubung Bangunan dengan Penggantian Kaca

Optimalisasi yang dilakukan selanjutnya adalah mengganti kaca eksisting (Asahimas, Indoflot glass) dengan kaca *sunergy clear* (SNFL) yang juga produk dari Asahimas, dengan ketebalan kaca yang sama dengan eksisting yaitu 8 mm untuk seluruh kaca di PUSGIWA UI kecuali 10 mm untuk kaca lengkung pada sisi timur bangunan.



Gambar 8. Ilustrasi pengaplikasian kaca sunergy clear (SNFL) di PUSGIWA UI

*Sunergy clear* (SNFL) *glass*, merupakan kaca yang dilapisi oleh dua pelapis (*coating*) oksida logam, melalui proses CVD (*Chemical Vapor Deposition*). Pelapisan hanya pada satu sisi kaca. Dua *coating* tersebut yaitu : *low reflective coating* dan *low emissivity coating*, yang dapat mengurangi panas yang masuk sehingga mampu meningkatkan kenyamanan. *Sunergy clear glass* sudah mendapatkan beberapa penghargaan seperti GBCI, BCI Asia dan merupakan kaca *eco-friendly*. Hal-hal inilah yang membuat kaca *sunergy clear glass* lebih baik dari *indoflot glass*, yang dimana tidak ada fitur spesifik pada *Solar energy shading* dan menurunkan nilai SC, serta tidak adanya teknologi pelapisan.

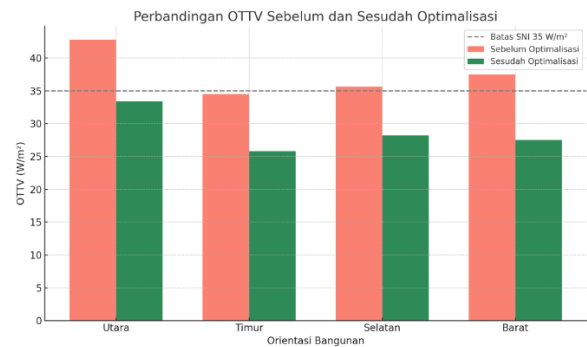
Tabel 7. Hasil OTTV dengan penggantian kaca pada PUSGIWA UI

| Orientasi | A <sup>a</sup><br>(W) | B <sup>b</sup><br>(m <sup>2</sup> ) | C <sup>c</sup><br>(W/m <sup>2</sup> ) |
|-----------|-----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Utara     | 62.851,94             | 1.883,58                            | 33,37                                 |
| Timur     | 37.078,88             | 1.436,96                            | 25,80                                 |
| Selatan   | 54.030,11             | 1.913,37                            | 28,24                                 |
| Barat     | 45.000,37             | 1.635,74                            | 27,51                                 |
| Total     | 198.961,30            | 6.869,65                            | 28,96                                 |

<sup>a</sup>Penjumlahan hasil OTTV tiap orientasi <sup>b</sup>Luas area tiap orientasi <sup>c</sup>Pembagian hasil OTTV dengan luas area tiap orientasi

Dari optimalisasi ini didapatkan nilai OTTV sebesar 28,96 W/m<sup>2</sup>. Sehingga mendapatkan penurunan nilai OTTV sebesar  $\pm 6$  W/m<sup>2</sup> dari standar OTTV Indonesia (35 W/m<sup>2</sup>), dan juga penurunan nilai OTTV sebesar  $\pm 9$  W/m<sup>2</sup> dari nilai OTTV eksisting bangunan (37,80 W/m<sup>2</sup>).

Gambar 9 memperlihatkan perbandingan nilai OTTV antara kondisi eksisting PUSGIWA UI dan sesudah dilakukan optimalisasi selubung bangunan pada empat orientasi (utara, timur, selatan, dan barat). Secara umum, terlihat penurunan yang signifikan pada nilai OTTV di setiap orientasi setelah dilakukan penggantian material kaca dengan jenis *Sunergy Clear Glass* dan seluruhnya berhasil berada di bawah batas SNI sebesar 35 W/m<sup>2</sup>.



Gambar 9. Grafik Perbandingan OTTV Sebelum dan Sesudah Optimalisasi

Penurunan nilai OTTV dari 37,80 W/m<sup>2</sup> menjadi 28,96 W/m<sup>2</sup> menunjukkan bahwa bangunan menjadi lebih efisien dalam mengurangi perpindahan panas melalui fasad bangunan, khususnya pada area bukaan. Implikasi langsung dari penurunan nilai OTTV adalah berkurangnya beban pendinginan (*cooling load*) pada sistem tata udara (AC). Dengan berkurangnya energi panas yang masuk ke dalam bangunan, kebutuhan penggunaan sistem pendingin menjadi lebih rendah, yang berdampak pada efisiensi konsumsi energi listrik, pengurangan biaya operasional serta perpanjangan umur pakai peralatan mekanikal.

#### IV. KESIMPULAN

Selubung bangunan sangat penting dalam efisiensi dan konservasi energi untuk menjaga kenyamanan lingkungan dalam bangunan. Analisis total OTTV eksisting di PUSGIWA UI menunjukkan nilai 37,80 W/m<sup>2</sup> yang melebihi batas standar 35 W/m<sup>2</sup>, terutama pada sisi utara dengan nilai 42,77 W/m<sup>2</sup>, sehingga belum optimal dalam menjaga kenyamanan termal dan mengurangi konsumsi energi.

Upaya perbaikan orientasi bangunan tidak memberikan hasil yang lebih baik, sehingga disarankan penggantian kaca *clear glass* dengan Asahimas *Sunergy Clear* 8mm atau 10mm yang memiliki nilai *shading coefficient* rendah dan teknologi pelapisan yang lebih tahan lama dibandingkan dengan jenis kaca eksisting. Dengan penggantian kaca ini, nilai total OTTV dapat turun menjadi 28,96 W/m<sup>2</sup> dan memenuhi standar yang berlaku, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi bangunan PUSGIWA UI.

Studi ini menegaskan pentingnya evaluasi dan perbaikan desain selubung bangunan sejak tahap perencanaan maupun pada bangunan eksisting sebagai strategi praktis untuk mencapai efisiensi energi. Temuan ini menjadi acuan bagi perencana dan pengelola bangunan sejenis agar rutin melakukan audit dan perbaikan desain selubung, sehingga standar efisiensi energi nasional tetap

terpenuhi dan target konservasi energi tercapai. Penerapan solusi serupa pada bangunan lain di iklim tropis akan memberikan manfaat nyata berupa penghematan energi, penurunan emisi karbon, dan peningkatan kualitas lingkungan dalam ruang.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penelitian ini berlangsung. Terima kasih kepada Universitas Indonesia, khususnya para staf Pusat Kegiatan Mahasiswa (PUSGIWA UI), yang telah memberikan izin, kesempatan dan fasilitas untuk melakukan studi ini.

Penghargaan setinggi-tingginya juga kami sampaikan kepada rekan sejawat yang telah memberikan masukan konstruktif, serta keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral.

Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan desain bangunan yang lebih berkelanjutan, serta mendukung upaya konservasi energi demi terciptanya lingkungan yang lebih nyaman dan ramah bagi kehidupan manusia dan generasi mendatang.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, "Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta - Vol 1 - Selubung Bangunan," *Pandu. Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta*, vol. 1, no. 38, p. 40, 2016, [Online]. Available: <https://greenbuilding.jakarta.go.id/files/userguides/IFCGuideVol1-IND-edit.pdf>
- [2] A. A. Hamzah, "Sni 03-6389-2000," vol. 1, pp. 7–8, 2020.
- [3] M. A. Kamal, "Technological Interventions in Building Facade System: Energy Efficiency and Environmental Sustainability," *Archit. Res.*, vol. 2020, no. 2, pp. 45–53, 2020, doi: 10.5923/j.arch.20201002.01.
- [4] Norberth Lechner, *Heating Cooling Lighting : sustainable design methods for architects*. 4th edition, John Wiley & Sons, Canada : Wiley, 2015, Canada. 8
- [5] P. Chiradeja, S. Thongsuk, S. Ananwattanaporn, A. Ngaopitakkul, and S. Yoomak, "A Study on Transparent Type Envelope Material in Terms of Overall Thermal Transfer, Energy, and Economy for an Office Building Based on the Thai Building Energy Code," *Sustain.*, vol. 15, no. 13, 2023, doi: 10.3390/su151310435.
- [6] J. Rana, R. Hasan, H. R. Sobuz, and V. W. Y. Tam, "Impact assessment of window to wall ratio on energy consumption of an office building of subtropical monsoon climatic country Bangladesh," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 22, no. 13, pp. 2528–2553, 2022, doi: 10.1080/15623599.2020.1808561.
- [7] M. Mukhtar, Baharuddin Hamzah, and Rosady Mulyadi, "Pengaruh Geometri Dan Window To Wall Ratio Terhadap Overall Thermal Transfer Value Dan Konsumsi Energi Pendingin Bangunan," *Nat. Natl. Acad. J. Archit.*, vol. 10, no. 1, pp. 15–26, 2023, doi: 10.24252/nature.v10i1a2.
- [8] P. U. Pramesti, M. Ramandhika, M. I. Hasan, and H. Werdiningsih, "The influence of building envelope design in energy efficiency: OTTV calculation of multi storey building," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 623, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/623/1/012075.
- [9] M. T. Lakhiar, S. Sanmargaraja, A. Olanrewaju, C. H. Lim, V. Ponniah, and A. D. Mathalamuthu, "Passive Design Approach to Improve Energy Efficiency for Office Building," pp. 1276–1288, 2023, doi: 10.46254/an13.20230371.
- [10] Y. Arab, A. S. Hassan, Z. A. Al-Absi, B. Witchayangkoon, and B. Qanaa, "OTTV'S Assessment on Thermal Performance of High-Rise Apartment Buildings in Penang," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 102, no. 2, pp. 21–32, 2023, doi: 10.37934/arfmts.102.2.2132.
- [11] B. A. Wibawa and A. N. Utama, "Optimalisasi Buka-an Dan Kenyamanan Ruang Melalui Analisis Ottv Dan Sun Shading," *Modul*, vol. 19, no. 2, p. 68, 2019, doi: 10.14710/mdl.19.2.2019.68-77.
- [12] M. H. Hadini, O. C. Dewi, N. S. D. Putra, and T. Hanjani, "Heat gain reduction and cooling energy minimization through building envelope material," *ARTEKS J. Tek. Arsit.*, vol. 8, no. 1, pp. 73–82, 2023, doi: 10.30822/arteks.v8i1.1910.