



EVALUASI PENCAHAYAAN ALAMI DAN NILAI OTTV SELUBUNG BANGUNAN UNTUK EFISIENSI ENERGI PADA RUSUNAWA DAAN MOGOT UNIT A

Sutrisno Aji Prasetyo¹, Harry Miarsono², Syarif Hidayatullah³, Lanjar Setiawan⁴

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Kab. Bekasi

Surel: ¹ prasetyosutrisno@pelitabangsa.ac.id

Vitruvian vol 16 no 2 Juli 2026

Diterima: 02 06 2026

Direvisi: 19 07 2026

Disetujui: 22 07 2026

Diterbitkan: 26 07 2026

ABSTRAK

Perancangan hunian vertikal khususnya rumah susun sewa (rusunawa) seringkali belum memenuhi standar efisiensi energi yang dipersyaratkan, terutama terkait optimasi bukaan ventilasi sebagai media pencahayaan alami dan pengendalian beban panas termal selubung bangunan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi tingkat pencahayaan alami melalui bukaan ventilasi eksisting dan menghitung nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV) selubung bangunan pada Rusunawa Daan Mogot Unit A, Kalideres, Jakarta Barat, sebagai indikator efisiensi energi dalam kerangka penilaian Greenship GBCI. Penelitian menggunakan metode kuantitatif melalui simulasi perangkat lunak DIALux pada 884 ruang di 10 lantai dan perhitungan OTTV berdasarkan SNI 6389:2020, dengan pemodelan tiga dimensi menggunakan SketchUp sebagai dasar input. Objek penelitian adalah Rusunawa Unit A yang memiliki total 784 unit bukaan ventilasi jendela terdiri dari tiga tipe (Type 1: 135×150 cm, Type 2: 70×150 cm, Type 3: 260×150 cm) yang terdistribusi pada empat orientasi fasad. Hasil simulasi menunjukkan rata-rata pencahayaan alami sebesar 1.210,96 lux pada seluruh lantai 1 hingga 10, dengan 45,6% dari total 884 ruang aktif memperoleh cahaya alami ≥ 300 lux, seluruhnya telah memenuhi standar minimum 250 lux sesuai SNI 03-6575-2001 dan SNI 6197:2020. Namun demikian, nilai OTTV total bangunan diperoleh sebesar 47,257 W/m², melebihi batas SNI 6389:2020 (≤ 35 W/m²) dan Pergub DKI Jakarta No. 5 Tahun 2026 (≤ 45 W/m²), dengan komponen OTTV Solar sebagai penyumbang terbesar sebesar 55,9%. Sebagai rekomendasi, penggantian spesifikasi kaca menjadi kaca Low-Emissivity (Low-E) dengan Shading Coefficient SC $\leq 0,24$ dan penerapan elemen peneduh horizontal pada orientasi Utara dan Selatan diperlukan untuk memenuhi standar efisiensi energi yang dipersyaratkan.

Kata Kunci: rusunawa; pencahayaan alami; OTTV; simulasi DIALux; efisiensi energi.

ABSTRACT

Vertical residential design, particularly public rental housing (rusunawa), often fails to meet required energy efficiency standards, especially regarding optimization of ventilation openings as natural lighting media and thermal load control of the building envelope. This study aims to evaluate the level of natural lighting through existing ventilation openings and to calculate the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) of the building envelope at Rusunawa Daan Mogot Unit A, Kalideres, West Jakarta, as an energy efficiency indicator within the GBCI Greenship rating framework. A quantitative method was employed through DIALux software simulation across 884 rooms on 10 floors and OTTV calculation based on SNI 6389:2020, with three-dimensional modeling using SketchUp as the simulation input. The study object is Rusunawa Unit A, which has a total of 784 window ventilation openings consisting of three types (Type 1: 135×150 cm, Type 2: 70×150 cm, Type 3: 260×150 cm) distributed across four facade orientations. Simulation results show an average natural illuminance of 1,210.96 lux across all floors 1 to 10, with 45.6% of the total 884 active rooms receiving natural light ≥ 300 lux, all meeting the minimum standard of 250 lux per SNI 03-6575-2001 and SNI 6197:2020. However, the total OTTV of the building was 47.257 W/m², exceeding the limits of SNI 6389:2020 (≤ 35 W/m²) and DKI Jakarta Governor Regulation No. 5 of 2026 (≤ 45 W/m²), with the OTTV Solar component as the largest contributor at 55.9%. As a recommendation, replacing the glass specification with Low-Emissivity (Low-E) glass with a Shading Coefficient SC ≤ 0.24 and

applying horizontal shading elements on the North and South orientations are required to meet the stipulated energy efficiency standards..

Keywords : Public Housing, Natural Lighting, OTTV, DIALux Simulation, Energy Efficiency.

PENDAHULUAN

Rumah Susun Jl. Daan Mogot KM 18 di Jakarta Barat merupakan desain hasil proyek yang diselenggarakan oleh Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Provinsi DKI Jakarta, berbasis lingkungan, dan berkelanjutan. Rumah susun (Rusun) merupakan program yang menyediakan fasilitas hunian vertikal dalam bentuk rumah susun, untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat berpenghasilan rendah (MBR) terhadap hunian yang layak dan terjangkau. Program Rusun di DKI terbagi menjadi dua, yaitu Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) dengan cara pembayaran sewa tiap bulan dan Rumah Susun Sederhana Milik (Rusunami) berupa hunian yang dapat dimiliki warga dengan sistem pembiayaan bersubsidi. Rumah susun di Jakarta dapat menunjang penataan kawasan kumuh, terutama yang terkonsentrasi di sepanjang bantaran sungai/kali, rel kereta api, dan listrik tegangan tinggi. Diperlukan konsep pembangunan dengan sistem berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan dapat menguntungkan pihak pembangun maupun pihak pengguna. Bangunan berkelanjutan memiliki unsur-unsur yang selaras dengan bangunan hijau. Manfaat bangunan hijau sendiri adalah penghematan, peningkatan produktivitas dan kualitas hidup, dan material yang mendukung kesehatan. Penghematan terjadi karena biaya perawatan bangunan hijau per bulannya akan lebih terjangkau karena berbasis lingkungan. Peningkatan produktivitas dan kualitas hidup karena bangunan hijau dapat meminimalisir stress dari penggunaan material dan konsep bangunan yang digunakan. Sehingga bangunan hijau menjadikan bangunan sehat. Kriteria bangunan hijau di Indonesia diatur oleh *Green Building Council Indonesia (GBCI)* dalam sistem rating (perangkat tolak ukur) yang dinamakan *GreenShip*. *Green Building Council Indonesia* adalah lembaga non pemerintah dan nirlaba yang berkomitmen terhadap pendidikan masyarakat dalam aplikasi bangunan berbasis lingkungan dan berkelanjutan. Kriteria bangunan hijau berdasarkan sistem

greenship adalah: tepat guna lahan, efisiensi dan konservasi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, kualitas udara dan kenyamanan udara dalam ruang, dan manajemen lingkungan bangunan. Orientasi bangunan yang didesain menurut arah angin dapat mengoptimalkan penghawaan secara alami sehingga meningkatkan kualitas udara dalam ruang. Sistem ventilasi alami dengan proses *cross ventilation* mengandalkan kekuatan pendorong alami, seperti perbedaan suhu/tekanan udara dalam bangunan dengan lingkungannya, untuk mendorong terjadinya pergerakan udara segar pada sebuah bangunan karena angin bergerak dari tekanan udara tinggi ke rendah. Pergerakan udara merupakan tindakan pengondisian lingkungan yang sangat berdampak pada kenyamanan termal yang bermanfaat untuk mengganti udara kotor dengan udara bersih. Permasalahan: **seberapa efisiensi energi dengan ventilasi untuk menyempurnakan design. Hasil penelitian ventilasi alami**

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengukur Pencahayaan alami dan ventilasi layout unit hunian Rumah Susun Jl. Daan Mogot KM 18 di Jakarta Barat. Menemukan dan menganalisis kondisi efisiensi energi terkait layout titik lampu dan bukaan ventilasi pada unit rumah susun. Menemukan factor-factor yang mempengaruhi efisiensi energi berdasarkan bukaan ventilasi.

TINJAUAN TEORI

Rumah susun adalah bangunan gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan yang terbagi dalam bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional, baik dalam arah horizontal maupun vertikal dan merupakan satuan-satuan yang masing-masing dapat dimiliki dan digunakan secara terpisah, terutama untuk tempat hunian yang dilengkapi dengan bagian bersama, benda bersama, dan tanah bersama. Penyelenggaraan rumah susun adalah kegiatan perencanaan, pembangunan, penguasaan dan pemanfaatan, pengelolaan, pemeliharaan dan perawatan, pengendalian, kelembagaan, pendanaan dan sistem pembiayaan, serta peran masyarakat yang dilaksanakan secara sistematis, terpadu,



berkelanjutan, dan bertanggung jawab menurut (Undang-undang No 20 Tahun 2011 Tentang Rumah Susun).

Ventilasi Greenship

Efisiensi Energy mereduksi permintaan/konsumsi energi dengan mempromosikan Ventilasi alami pergerakan udara bebas memberikan udara segar dan mereduksi aerosol dimana terdapat virus di dalamnya, meningkatkan efisiensi energi dengan Kesehatan ruang yang baik ventilasi udara yang baik memberikan kecukupan udara segar menggunakan energi terbarukan mereduksi penggunaan energi fosil menghemat daya listrik. Tujuan Mendorong penggunaan ventilasi yang efisien di area publik (*non nett lettable area*) untuk mengurangi konsumsi energi. Tolak Ukur 1 Tidak mengkondisikan (tidak memberi AC) ruang WC, tangga, koridor, dan lobi lift, serta melengkapi ruangan tersebut dengan ventilasi alami ataupun mekanik.

Sejumlah penelitian terdahulu telah membahas pencahayaan alami pada bangunan hunian vertikal di Indonesia. Lasty dkk. (2015) menemukan bahwa tingkat pencahayaan alami pada Rusunawa Mariso hanya mencapai rata-rata 127 lux, jauh di bawah standar minimum yang dipersyaratkan, akibat dimensi bukaan jendela yang terlalu kecil dan orientasi fasad yang tidak optimal. Avesta dkk. (2017) pada Rusunawa Jatinegara Barat menunjukkan bahwa penambahan luas bukaan pada orientasi tertentu dapat meningkatkan penetrasi cahaya alami hingga 40% tanpa menambah beban energi pendinginan secara signifikan. Sementara itu, dari aspek termal selubung bangunan, Anastiti (2020) membuktikan bahwa nilai OTTV bangunan gedung di iklim tropis sangat ditentukan oleh kombinasi *Window to Wall Ratio* (WWR), *Shading Coefficient* (SC) kaca, dan nilai *Solar Factor* (SF) per orientasi. Namun demikian, penelitian yang secara bersamaan menganalisis pencahayaan alami melalui simulasi DIALux dan menghitung nilai OTTV selubung bangunan pada tipologi rusunawa di Jakarta masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara simultan kondisi pencahayaan alami dan efisiensi energi termal selubung bangunan pada Rusunawa Daan Mogot Unit A menggunakan simulasi DIALux dan perhitungan OTTV berdasarkan SNI 6389:2020, sehingga dapat dihasilkan rekomendasi desain yang berbasis data

untuk tipologi hunian vertikal serupa di kawasan perkotaan Jakarta..

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan jenis metode penelitian kuantitatif Melalui perhitungan dengan alat bantu untuk menganalisis hasil Pencahayaan alami dan bukaan ventilasi kaitannya dengan efisiensi energi.

Parameter Simulasi DIALux

Simulasi pencahayaan alami dilakukan menggunakan perangkat lunak DIALux versi terbaru dengan pengaturan lokasi geografis Jakarta (koordinat 6°12'S, 106°49'E). Model cuaca yang digunakan adalah *Clear Sky* (langit cerah) dengan kondisi simulasi pada tanggal 12 April 2026 pukul 12.00 WIB, sesuai kondisi cuaca tipikal Jakarta pada periode tersebut. Sistem pengukuran yang digunakan adalah *perpendicular illuminance* (iluminansi tegak lurus) dengan metode *adaptive* pada ketinggian bidang kerja 0,800 m dari lantai, dengan zona dinding (*wall zone*) yang bervariasi antara 0,075 m hingga 0,450 m sesuai dimensi masing-masing ruang. Grid perhitungan ditetapkan secara otomatis oleh DIALux berdasarkan dimensi ruang dengan interval maksimum 0,5 m. Standar acuan pencahayaan alami yang digunakan adalah minimum 250 lux sesuai SNI 03-6575-2001 dan SNI 6197:2020 untuk ruang hunian, dengan nilai 300 lux sebagai ambang optimal pencahayaan alami yang memungkinkan penghematan lampu buatan pada siang hari. Parameter material yang digunakan dalam model DIALux mengacu pada spesifikasi teknis dokumen perancangan Rusunawa Daan Mogot (IRK V2NPTWBZ/IRK/14/05/2024), meliputi nilai reflektansi dinding interior sebesar 50%, langit-langit 70%, dan lantai 20%, sesuai nilai tipikal material finishing rusunawa.

Parameter OTTV

Perhitungan OTTV dilakukan menggunakan tabel rekapitulasi berbasis Microsoft Excel yang divalidasi secara manual dengan mengacu pada rumus OTTVi dalam SNI 6389:2020. Nilai-nilai parameter input yang digunakan adalah sebagai berikut: absorptansi radiasi matahari dinding (α) = 0,91 untuk dinding beton precast berwarna terang; transmitansi termal dinding (U_w) = 1,448 W/m²K sesuai spesifikasi dinding precast 12 cm; transmitansi termal kaca (U_f)

= 5,7 W/m²K untuk kaca tinted tunggal; *Shading Coefficient* (SC) = 0,45 untuk kaca tinted pada seluruh lantai; beda temperatur dalam-luar (ΔT) = 5 K sesuai kondisi setpoint pendinginan ruangan; beda temperatur ekivalen (TDeq) = 10 K; serta nilai *Solar Factor* (SF) per orientasi untuk wilayah Jakarta berdasarkan Tabel SNI 6389:2020, yaitu Utara = 130 W/m², Timur = 112 W/m², Selatan = 97 W/m², dan Barat = 243 W/m². *Window to Wall Ratio* (WWR) dihitung berdasarkan rasio luas kaca terhadap total luas fasad per orientasi dengan nilai 0,5 pada seluruh orientasi. Validasi perhitungan dilakukan dengan membandingkan nilai komponen OTTV Wall, Glass, dan Solar secara manual pada sampel dua lantai sebelum diaplikasikan pada seluruh 10 lantai bangunan.

Sampling dan Representativitas

Pemilihan Rusunawa Unit A sebagai objek penelitian dilakukan melalui metode *scoring* berdasarkan dua kriteria utama, yaitu orientasi *view area* depan bangunan dan jumlah unit hunian serta lantai (Tabel 1). Kriteria orientasi *view area* depan diberi bobot lebih tinggi karena menentukan paparan cahaya alami dan radiasi matahari pada fasad utama bangunan — variabel yang paling berpengaruh terhadap kedua analisis yang dilakukan dalam penelitian ini. Unit A memperoleh nilai tertinggi karena merupakan satu-satunya unit yang memiliki orientasi *view area* depan menghadap Jalan Daan Mogot dengan jumlah unit hunian terbanyak (224 unit) dan jumlah lantai tertinggi (10 lantai). Unit A dianggap representatif untuk mewakili seluruh kawasan karena memiliki konfigurasi fasad paling kompleks dengan keempat orientasi (Utara, Selatan, Timur, Barat) terekspos penuh terhadap kondisi pencahayaan alami dan radiasi matahari dari segala arah.

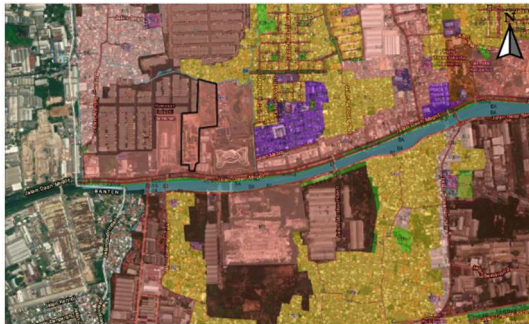
Prosedur Verifikasi dan Batasan

Penelitian ini memiliki beberapa batasan analitis yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil. *Pertama*, simulasi DIALux tidak memperhitungkan pengaruh bayangan dari bangunan Unit B, C, D, dan E yang berada di sekitar Unit A, sehingga nilai pencahayaan alami aktual pada lantai-lantai rendah kemungkinan lebih rendah dari hasil simulasi, khususnya pada Lantai 1 dan Lantai 3. *Kedua*, perhitungan OTTV tidak menyertakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk analisis ventilasi

udara dan kenyamanan termal, sehingga dampak termal aktual pada penghuni belum dapat dikuantifikasi secara langsung. *Ketiga*, nilai *internal gains* dari penghuni, peralatan listrik, dan pencahayaan buatan tidak diperhitungkan dalam model OTTV, sesuai dengan ruang lingkup SNI 6389:2020 yang hanya mencakup perpindahan panas melalui selubung bangunan. *Keempat*, model tiga dimensi dalam DIALux diasumsikan tanpa penghalang eksternal, sehingga hasil simulasi mencerminkan kondisi pencahayaan ideal yang mungkin berbeda dengan kondisi lapangan aktual setelah bangunan terbangun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam rangka mendukung program pengembangan perumahan serta memenuhi kebutuhan hunian yang layak, terjangkau, dan berkelanjutan di kawasan permukiman perkotaan, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta merencanakan pengembangan kawasan hunian vertikal pada lahan Rumah Susun Jalan Daan Mogot yang berlokasi di RT 001 / RW 008, Kelurahan Kalideres, Kecamatan Kalideres, Kota Administrasi Jakarta Barat. Pengembangan ini dilatarbelakangi oleh meningkatnya kebutuhan hunian akibat pertumbuhan penduduk serta keterbatasan lahan di wilayah perkotaan, khususnya di Jakarta Barat. Kawasan Kalideres sebagai salah satu wilayah pengembangan strategis memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi lingkungan hunian yang lebih tertata, efisien, dan berorientasi pada prinsip Pembangunan berkelanjutan, dengan luas sebesar 46.936,6 m² Sebelah Selatan : jalan daan mogot, barat : kawasan industry, timur permukiman warga Rusun tersebut merupakan hunian yang akan digunakan oleh warga sesuai KRK yang jumlah tower-nya akan menyesuaikan rencana kota tipe hunian yang digunakan Pasal 130 dalam persyaratan teknis tentang Pembangunan Rusun wajib dengan Ventilasi alami, Pencahayaan Alami, dan sirkulasi ruang (Tabel 1).

**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

Sumber: IRK V2NPTWBZ/IRK/14/05/2024

**Gambar 2.** Hunian rusun yang di teliti

Sumber: Desain Rusun Jl. Daan Mogot KM 18

Tabel 1. Metode Scoring

Rusun Unit	View Area Depan (10)	Jumlah Unit (224)	Jumlah Lt (10)	Nilai bobot
Unit A	Yes	224	10	100
Unit B	No	224	10	50
Unit C	No	224	10	50
Unit D	No	224	10	50
Unit E	No	110	10	50

Dengan metode scoring rusun unit A memiliki nilai bobot yang besar sehingga menjadi model pengukuran data dan analisis pada Rusun Jl. Daan Mogot KM 18, Rusunawa Unit A dipilih sebagai objek penelitian berdasarkan metode *scoring* yang menghasilkan nilai bobot tertinggi (100) dibandingkan Unit B, C, D, dan E (masing-masing 50). Selain pertimbangan scoring, Unit A dinilai representatif karena memiliki keempat orientasi fasad (Utara, Selatan, Timur, Barat) yang terekspos penuh terhadap kondisi pencahayaan alami dan radiasi matahari dari segala arah — kondisi yang paling kompleks dan komprehensif di antara seluruh unit yang ada. Total 784 unit bukaan

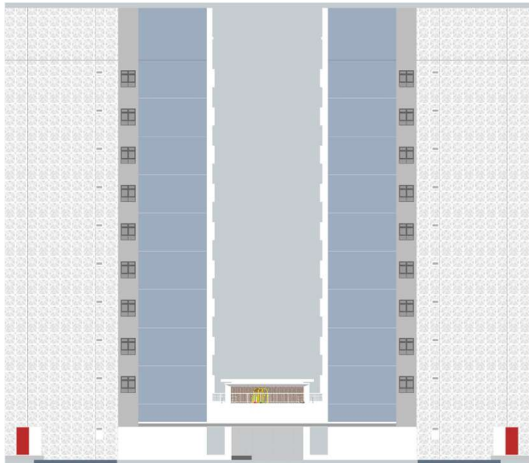
ventilasi pada Unit A mencakup seluruh variasi tipe jendela (Type 1, 2, dan 3) yang digunakan di seluruh kawasan Rusunawa Daan Mogot, sehingga analisis pada Unit A secara inheren mewakili karakteristik desain bukaan yang juga diterapkan pada unit-unit lainnya. Keterbatasan representativitas terletak pada perbedaan orientasi fasad masing-masing unit — Unit B hingga E yang tidak memiliki orientasi *view area* depan kemungkinan memiliki nilai pencahayaan alami dan OTTV yang berbeda, sehingga penelitian lanjutan pada seluruh unit tetap diperlukan untuk gambaran efisiensi energi kawasan secara menyeluruh.

**Gambar 3.** Orientasi Hadap Utara

Sumber: Desain Rusun Jl. Daan Mogot KM 18

**Gambar 4.** Orientasi Hadap Selatan

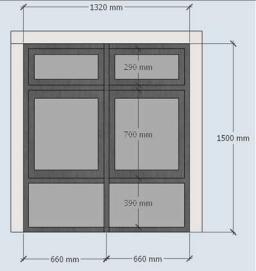
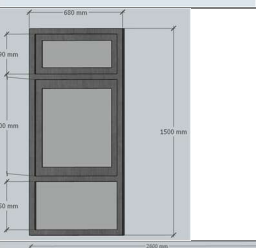
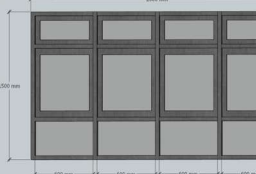
Sumber: Desain Rusun Jl. Daan Mogot KM 18

**Gambar 5.** Orientasi Barat & Timur

Sumber: Desain Rusun Jl. Daan Mogot KM 18

Berdasarkan pembagian lantai Rusun Unit A memiliki beberapa type ventilasi bukaan yaitu.

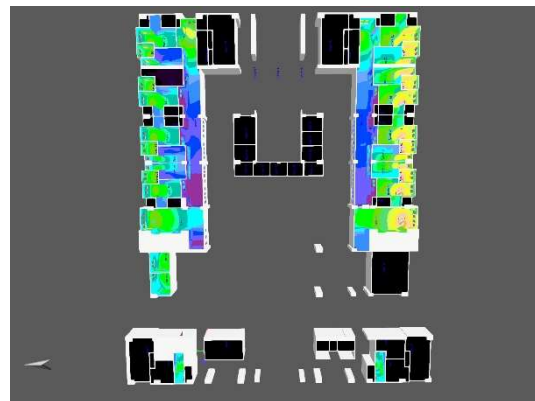
Tabel 2. Type Ventilasi Bukaan Eksisting

Jenis Tipe Ventilasi	Ukuran	Gambar
Type 1	135 x 150 cm	
Type 2	70 x 150 cm	
Type 3	260 x 150 cm	

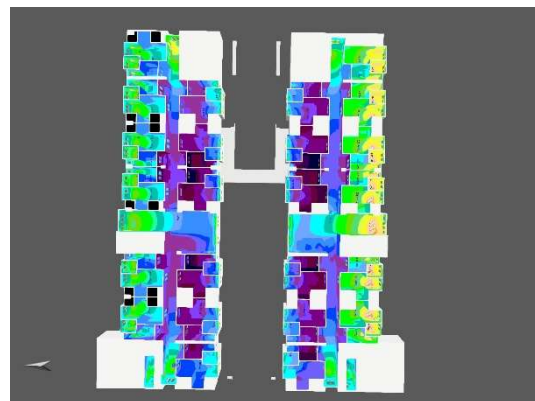
Berdasarkan data hasil design rusun Jl. Daan Mogot KM 18 memiliki 3 type jendela yang mewakili di semua unit rusun yang ada sesuai dengan orientasi masing-masing fasad bangunan.

Tabel 3. Jumlah Type ventilasi bukaan eksisting Desain Rusun A

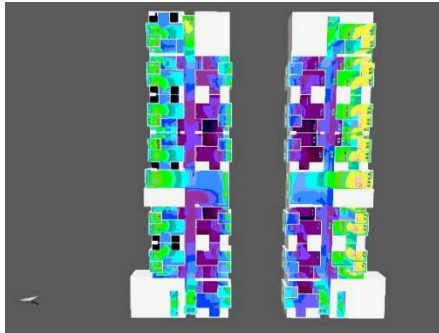
LANTAI	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
Basement	-	-	-
1	44	18	2
2	52	26	2
3	52	26	2
4	52	26	2
5	52	26	2
6	52	26	2
7	52	26	2
8	52	26	2
9	52	26	2
10	52	26	2

**Gambar 6.** Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 1

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026

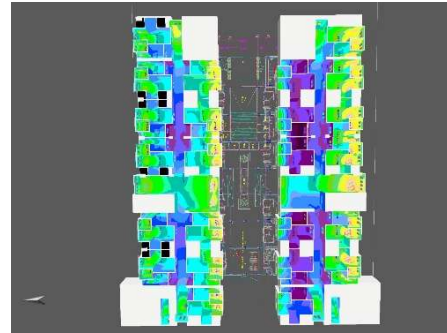
**Gambar 7.** Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 2

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026



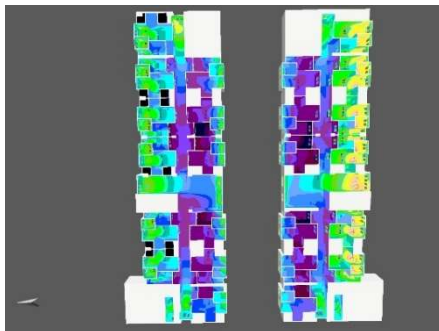
Gambar 8. Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 3.

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026



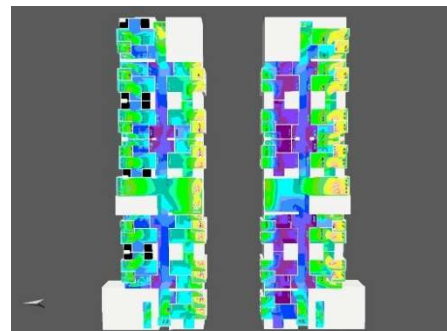
Gambar 12. Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 7

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026



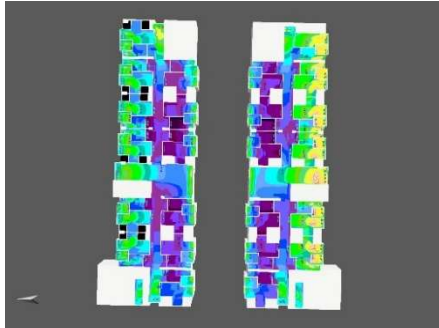
Gambar 9. Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 4.

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026



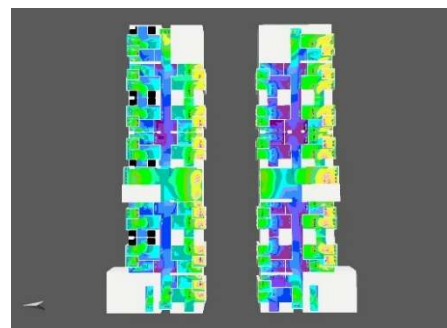
Gambar 13. Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 8.

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026



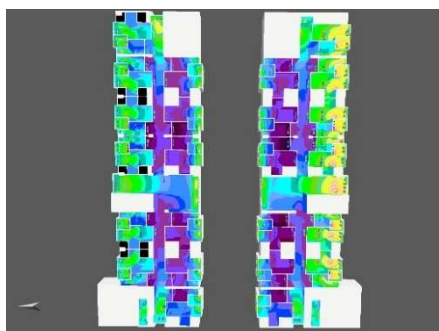
Gambar 10. Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 5

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026



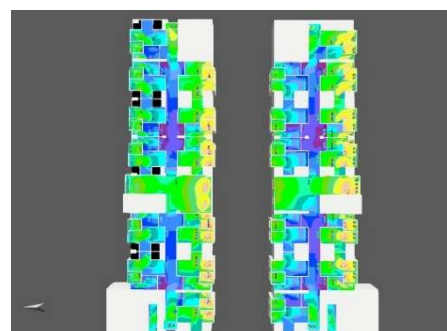
Gambar 14. Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 9

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026



Gambar 11. Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 6

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026



Gambar 15. Hasil Ventilasi Alami Jangkauan cahaya lt 10

Sumber: Analisis Penulis Dialux, 2026

Seluruh visualisasi distribusi pencahayaan alami pada Gambar 7 hingga Gambar 15 dihasilkan dari simulasi DIALux menggunakan model cuaca *Clear Sky* (langit cerah) pada tanggal 12 April 2026 pukul 12.00 WIB, dengan lokasi simulasi Jakarta pada koordinat 6°12'S, 106°49'E. Gradasi warna pada peta distribusi cahaya menggunakan skema warna standar DIALux dengan interpretasi sebagai berikut: **putih dan kuning** menunjukkan area dengan intensitas pencahayaan tinggi (>500 lux) yang umumnya berada di dekat bukaan jendela; **hijau dan biru muda** menunjukkan area dengan intensitas sedang (250–500 lux) yang masih memenuhi standar minimum hunian; **ungu dan biru tua** menunjukkan area dengan intensitas rendah (100–250 lux) yang memerlukan pencahayaan buatan tambahan; serta **hitam** menunjukkan area tanpa cahaya alami (<100 lux) seperti area servis, koridor dalam, dan kamar mandi. Titik-titik pengukuran dalam simulasi ditetapkan pada grid dengan interval maksimum 0,5 m pada bidang kerja setinggi 0,800 m dari permukaan lantai, sesuai ketentuan SNI 03-2396-2001.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil Ventilasi Alami eksisting Desain Rusun A

No	Rusun Area A	Jumlah Ruang	Daylighting Lux
1	Lantai 1	92	503,06
2	Lantai 2	88	1412,76
3	Lantai 3	88	736,20
4	Lantai 4	88	1324,79
5	Lantai 5	88	1361,08
6	Lantai 6	88	1413,31
7	Lantai 7	88	1291,54
8	Lantai 8	88	1324,28
9	Lantai 9	88	1360,96
10	Lantai 10	88	1413,83
Total/Rata-rata		884	1.210,96

Simulasi: DIALux, Clear Sky, 12 April 2026 pukul 12.00 WIB, Jakarta (6°12'S, 106°49'E)

Setelah mengetahui bukaan ventilasi alami Pencahayaan dengan beberapa type dan ventilasi alami melalui jendela berdasarkan kondisi eksisting Rusun unit A. bukaan ventilasi sangat mempengaruhi cahaya masuk pada suatu ruangan rusun unit A, mendorong penggunaan pencahayaan alami yang optimal untuk mengurangi konsumsi energi dan

mendukung desain bangunan yang memungkinkan pencahayaan alami semaksimal mungkin Penggunaan cahaya alami secara optimal sehingga minimal 30% luas alami minimal sebesar 300 lux, dengan total LT 1-10 adalah 1.070.496,06 dengan rata-rata 1.210, 96 lux. Standar acuan yang umum digunakan adalah SNI 03-6575-2001 (Indonesia) dan SNI 6197:2020 tentang pencahayaan untuk bangunan hunian/Gedung adalah ≤ 250 lx. Dari data yang ada, 45,6% room aktif (300 room dari 884) mendapat cahaya alami ≥ 300 lx — artinya ruang-ruang tersebut berpotensi menghemat penggunaan lampu buatan selama jam siang hari. Ini adalah argumen efisiensi energi yang langsung terbaca dari data DIALux.

Rendahnya nilai pencahayaan alami pada Lantai 1 (503,06 lux) dibandingkan lantai tipikal di atasnya disebabkan oleh dua faktor utama. *Pertama*, jumlah bukaan ventilasi pada Lantai 1 lebih sedikit yaitu 64 unit dibandingkan 80 unit pada Lantai 2–10, akibat sebagian area lantai dasar digunakan untuk fasilitas bersama dan akses sirkulasi yang tidak memerlukan bukaan jendela hunian. *Kedua*, posisi lantai dasar yang lebih dekat dengan permukaan tanah menyebabkan sudut datang cahaya alami yang lebih rendah, sehingga penetrasi cahaya ke dalam ruangan menjadi lebih terbatas. Kondisi serupa ditemukan oleh Lasty dkk. (2015) pada Rusunawa Mariso, di mana lantai-lantai terbawah konsisten memperoleh nilai pencahayaan alami lebih rendah dibandingkan lantai atas akibat keterbatasan sudut datang cahaya dan potensi bayangan dari elemen lansekap maupun bangunan sekitar. Sementara itu, nilai Lantai 3 (736,20 lux) yang lebih rendah dibandingkan Lantai 2 (1.412,76 lux) dan Lantai 4 (1.324,79 lux) mengindikasikan adanya kemungkinan pengaruh bayangan (*shadowing effect*) dari elemen bangunan atau overstek pada ketinggian tersebut.

Dari 884 ruang aktif yang dianalisis, sebanyak 45,6% atau 403 ruang memperoleh cahaya alami ≥ 300 lux, yang berarti ruang-ruang tersebut berpotensi tidak memerlukan pencahayaan buatan selama jam siang hari. Sebagai estimasi sederhana, apabila diasumsikan setiap ruang menggunakan lampu LED dengan daya rata-rata 10 watt dan pencahayaan buatan dioperasikan selama 8 jam per hari, maka total konsumsi energi pencahayaan seluruh 884 ruang per hari adalah $884 \times 10 \text{ W} \times 8 \text{ jam}$



= **70.720 Wh atau 70,72 kWh per hari**. Dengan potensi penghematan pada 403 ruang selama jam siang (rata-rata 6 jam), estimasi penghematan energi pencahayaan adalah $403 \times 10 \text{ W} \times 6 \text{ jam} = \mathbf{24.180 \text{ Wh atau } 24,18 \text{ kWh per hari}}$, setara dengan penghematan sekitar **34,2% dari total konsumsi pencahayaan harian**. Perlu dicatat bahwa estimasi ini merupakan perhitungan sederhana berbasis asumsi dan belum memperhitungkan variasi kondisi cuaca, penggunaan ruang aktual, serta pola perilaku penghuni. Perhitungan energi yang lebih akurat memerlukan simulasi energi dinamis menggunakan perangkat lunak seperti EnergyPlus atau DesignBuilder yang mengintegrasikan semua variabel secara simultan.

Setelah mengetahui bukaan ventilasi alami untuk Pencahayaan pada eksisting maka untuk mengukur energi menggunakan OTTV -dengan data-data tersebut bisa mengetahui efisiensi energi dari perhitungan OTTV berdasarkan bukaan ventilasi serta orientasi bangunan arah mata angin yang memiliki nilai luas dan rumus SNI 6389:2020 dan DKI Jakarta Nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) untuk bangunan tidak boleh melebihi 45 Watts/m² (Tabel 5).

Tabel 5. Perhitungan OTTV Wall

Orientasi	Luas m ²	A*OTTV
Lt 1		
Utara	147,19	948
Timur	50,03	322
Selatan	37,34	241
Barat	61,02	393
Lt 2		
Utara	162,71	1.048
Timur	33,92	219
Selatan	162,71	1.048
Barat	61,02	393
Lt 3		
Utara	162,71	1.048
Timur	33,92	219
Selatan	162,71	1.048
Barat	61,02	393
Lt 4		
Utara	162,71	1.048
Timur	33,92	219
Selatan	162,71	1.048
Barat	61,02	393
Lt 5		
Utara	162,71	1.048

Orientasi	Luas m ²	A*OTTV
Timur	33,92	219
Selatan	162,71	1.048
Barat	61,02	393

Lt 6		
Utara	162,71	1.048
Timur	33,92	219
Selatan	162,71	1.048
Barat	61,02	393

Lt 7		
Utara	162,71	1.048
Timur	33,92	219
Selatan	162,71	1.048
Barat	61,02	393

Lt 8		
Utara	162,71	1.048
Timur	33,92	219
Selatan	162,71	1.048
Barat	61,02	393

Lt 9		
Utara	162,71	1.048
Timur	33,92	219
Selatan	162,71	1.048
Barat	61,02	393

Lt 10		
Utara	162,71	1.048
Timur	33,92	219
Selatan	162,71	1.048
Barat	61,02	393

Total	4,079	26,873
--------------	--------------	---------------

Total OTTV WALL	6,588	
------------------------	--------------	--

Tabel 6. Perhitungan OTTV Glass

Orientasi	Luas m ²	A*OTTV
Lt 1		
Utara	28,35	404
Timur	1,05	15
Selatan	17,78	253
Barat	2,03	29

Lt 2		
Utara	34,50	492
Timur	2,03	29
Selatan	34,50	492
Barat	2,03	29

Lt 3		
Utara	34,50	492

Orientasi	Luas m ²	A*OTTV
Timur	2,03	29
Selatan	34,50	492
Barat	2,03	29
Lt 4		
Utara	34,50	492
Timur	2,03	29
Selatan	34,50	492
Barat	2,03	29
Lt 5		
Utara	34,50	492
Timur	2,03	29
Selatan	34,50	492
Barat	2,03	29
Lt 6		
Utara	34,50	492
Timur	2,03	29
Selatan	34,50	492
Barat	2,03	29
Lt 7		
Utara	34,50	492
Timur	2,03	29
Selatan	34,50	492
Barat	2,03	29
Lt 8		
Utara	34,50	492
Timur	2,03	29
Selatan	34,50	492
Barat	2,03	29
Lt 9		
Utara	34,50	492
Timur	2,03	29
Selatan	34,50	492
Barat	2,03	29
Lt 10		
Utara	34,50	492
Timur	2,03	29
Selatan	34,50	492
Barat	2,03	29
Total	707	10,070
Total OTTV GLASS		14,250

Tabel 7. Perhitungan OTTV Solar		
Orientasi	Luas m ²	A*OTTV
Lt 1		
Utara	28,35	1.456
Timur	1,05	46
Selatan	17,78	681
Barat	2,03	194
Lt 2		
Utara	34,50	1.009
Timur	2,03	51
Selatan	34,50	753
Barat	2,03	111
Lt 3		
Utara	34,50	1.009
Timur	2,03	51
Selatan	34,50	753
Barat	2,03	111
Lt 4		
Utara	34,50	1.009
Timur	2,03	51
Selatan	34,50	753
Barat	2,03	111
Lt 5		
Utara	34,50	1.009
Timur	2,03	51
Selatan	34,50	753
Barat	2,03	111
Lt 6		
Utara	34,50	1.009
Timur	2,03	51
Selatan	34,50	753
Barat	2,03	111
Lt 7		
Utara	34,50	1.009
Timur	2,03	51
Selatan	34,50	753
Barat	2,03	111
Lt 8		
Utara	34,50	1.009
Timur	2,03	51
Selatan	34,50	753
Barat	2,03	111
Lt 9		
Utara	34,50	1.009
Timur	2,03	51
Selatan	34,50	753
Barat	2,03	111



Orientasi	Luas m ²	A*OTTV
Lt 10		
Utara	34,50	1.009
Timur	2,03	51
Selatan	34,50	753
Barat	2,03	111
Total	707	19,692
Total OTTV SOLAR		27,867

Tabel 8. Perhitungan Summary OTTV

Komponen (OTTV)	Luas (m ²)	$\Sigma(A \times OTTV)$	OTT V (W/m ²)	Kontribusi (%)
WALL	4079	26.873	6,588	13,9%
GLASS	707	10.070	14,250	30,2%
SOLAR	707	19.692	26,419	55,9%
OTTV TOTAL	-	-	47,257	100%

$OTTV_i = \alpha((1-WWR) \cdot U_w) \cdot T_{Deq}) + (WWR \cdot U_f \cdot \Delta T) + (WWR \cdot SC \cdot SF)$ Hasil OTTV pada Rusun Unit A adalah **47,257 watt/m²** SNI 6389:2020 tidak boleh melebihi 35 W/m² dan Pergub DKI Jakarta No. 5 Tahun 2026 Nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV) untuk bangunan tidak boleh melebihi 45 W/m².

Distribusi kontribusi ketiga komponen OTTV — Wall 13,9%, Glass 30,2%, dan Solar 55,9% — memberikan implikasi penting bagi strategi optimasi. Dominasi OTTV Solar yang mencapai lebih dari separuh total beban termal (26,419 W/m² dari 47,257 W/m²) menunjukkan bahwa radiasi matahari yang masuk melalui kaca merupakan jalur perpindahan panas yang paling kritis pada bangunan ini. Temuan ini sejalan dengan Anastiti (2020) yang menyimpulkan bahwa pada bangunan di iklim tropis lembab dengan $WWR \geq 0,4$, komponen solar *heat gain* hampir selalu mendominasi total beban OTTV. Sebaliknya, rendahnya kontribusi OTTV Wall (6,588 W/m²) mengindikasikan bahwa material dinding precast eksisting sudah cukup efektif dalam menahan konduksi panas, sehingga penggantian material dinding tidak akan memberikan dampak signifikan terhadap penurunan

OTTV total. Strategi optimasi yang paling efisien secara biaya adalah fokus pada komponen Solar dan Glass, yaitu melalui penggantian kaca dan penambahan elemen peneduh, yang secara teori dapat menurunkan OTTV Total hingga di bawah 35 W/m² apabila SC diturunkan menjadi $\leq 0,24$.

Dari aspek kenyamanan termal, nilai OTTV Solar yang tinggi pada orientasi Barat (SF = 243 W/m²) berimplikasi pada potensi *overheating* pada unit-unit hunian yang menghadap ke Barat, terutama pada periode sore hari antara pukul 14.00–17.00 WIB. Meskipun luas bukaan kaca pada orientasi Barat relatif kecil (20,25 m²), intensitas radiasi matahari sore yang tinggi dan bersifat langsung dapat meningkatkan suhu ruangan secara signifikan dan meningkatkan kebutuhan energi pendinginan (AC) pada unit-unit tersebut. Kondisi ini berpotensi mengurangi efisiensi energi total bangunan melebihi apa yang tercermin dalam nilai OTTV saja. Oleh karena itu, penerapan elemen peneduh vertikal (*vertical fin*) pada fasad Barat disarankan sebagai langkah mitigasi tambahan di luar penggantian spesifikasi kaca, untuk melindungi penghuni dari ketidaknyamanan termal pada sore hari sekaligus mengurangi beban pendinginan aktif pada unit-unit yang menghadap ke Barat.

Terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini yang perlu diakui. Simulasi DIALux tidak memodelkan bayangan dari bangunan-bangunan sekitar Unit A, sehingga nilai pencahayaan alami aktual di lapangan — khususnya pada Lantai 1 dan Lantai 3 — kemungkinan lebih rendah dari hasil simulasi yang dilaporkan. Selain itu, penelitian ini tidak menyertakan simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) untuk menganalisis pergerakan udara dan distribusi suhu di dalam ruangan, sehingga dampak ventilasi alami terhadap kenyamanan termal penghuni secara komprehensif belum dapat dikuantifikasi. Nilai internal heat gains dari penghuni dan peralatan listrik juga tidak diperhitungkan dalam model OTTV, yang berarti beban panas aktual bangunan kemungkinan lebih tinggi dari yang tercermin dalam nilai OTTV 47,257 W/m² yang dihitung. Penelitian lanjutan dengan simulasi energi dinamis seperti EnergyPlus atau DesignBuilder, yang dapat mengintegrasikan semua faktor beban panas secara simultan, sangat direkomendasikan untuk mendapatkan gambaran efisiensi energi bangunan yang lebih akurat dan komprehensif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi pencahayaan alami menggunakan DIALux dan perhitungan nilai OTTV berdasarkan SNI 6389:2020 pada Rusunawa Daan Mogot Unit A, dapat disimpulkan tiga hal sebagai berikut. **Pertama**, kondisi pencahayaan alami (*daylighting*) pada seluruh 10 lantai Rusunawa Daan Mogot Unit A telah memenuhi standar minimum hunian. Nilai rata-rata pencahayaan alami keseluruhan adalah **1.210,96 lux**, dengan rentang nilai per lantai antara 503,06 lux (Lantai 1) hingga 1.413,83 lux (Lantai 10), seluruhnya melampaui batas minimum 250 lux sesuai SNI 03-6575-2001 dan SNI 6197:2020. Sebanyak **45,6% dari total 884 ruang aktif** (403 ruang) memperoleh pencahayaan alami ≥ 300 lux, yang mengindikasikan potensi pengurangan penggunaan lampu buatan pada siang hari. Namun demikian, klaim penghematan energi listrik aktual memerlukan perhitungan energi dinamis lebih lanjut yang tidak termasuk dalam lingkup penelitian ini. **Kedua**, nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) total selubung bangunan Rusunawa Daan Mogot Unit A diperoleh sebesar **47,257 W/m²**, yang melebihi batas maksimum SNI 6389:2020 sebesar 35 W/m² (selisih +12,257 W/m²) dan ketentuan Pergub DKI Jakarta No. 5 Tahun 2026 sebesar 45 W/m² (selisih +2,257 W/m²). Dengan demikian, selubung bangunan eksisting **belum memenuhi** persyaratan efisiensi energi termal yang ditetapkan oleh kedua standar tersebut. **Ketiga**, komponen OTTV Solar merupakan penyumbang terbesar beban termal bangunan yaitu **26,419 W/m² atau 55,9%** dari total OTTV, diikuti oleh OTTV Glass sebesar 14,250 W/m² (30,2%) dan OTTV Wall sebesar 6,588 W/m² (13,9%). Dominasi komponen Solar disebabkan oleh kombinasi luas bukaan kaca yang besar pada orientasi Utara (338,85 m²) dan Selatan (328,28 m²) dengan nilai *Solar Factor* yang tinggi, serta nilai *Shading Coefficient* kaca eksisting (SC = 0,45) yang belum cukup rendah untuk mengendalikan perolehan panas surya pada iklim tropis Jakarta.

Dengan demikian, bukaan ventilasi eksisting Rusunawa Daan Mogot Unit A **efektif dalam mengoptimalkan pencahayaan alami** namun **belum efisien dalam mengendalikan beban panas termal**

selubung bangunan, sehingga diperlukan optimasi pada spesifikasi kaca dan penambahan elemen peneduh fasad untuk memenuhi standar efisiensi energi yang dipersyaratkan.

Saran/Rekomendasi

Berdasarkan temuan penelitian, rekomendasi berikut disusun berdasarkan urutan prioritas implementasi dari yang paling segera hingga jangka panjang. **Pertama Segera**: Pasang Elemen Peneduh Horizontal pada Orientasi Utara dan Selatan. Mengingat komponen OTTV Solar menyumbang 55,9% dari total beban termal dan orientasi Utara–Selatan memiliki luas kaca terbesar, penerapan *horizontal sun shading* di atas seluruh jendela pada kedua orientasi tersebut merupakan langkah paling efektif dan ekonomis untuk segera dilakukan. Elemen peneduh horizontal dengan overhang ratio 0,3–0,5 dapat mereduksi *Solar Factor* efektif hingga 30–40% tanpa mengurangi masuknya cahaya alami difus, sehingga nilai OTTV Solar dapat diturunkan tanpa mengorbankan kualitas pencahayaan alami yang telah terbukti memadai.

Kedua, Berdasarkan analisis sensitivitas yang dilakukan, penggantian kaca eksisting (SC = 0,45) menuju spesifikasi kaca yang lebih rendah memberikan dampak penurunan OTTV sebagai berikut:

Tabel 9. Spesifikasi kaca terhadap peraturan Pergub dan SNI

Spesifikasi Kaca	SC	OT TV Solar (W/m ²)	OT TV Total (W/m ²)	Penurunan dari Eksisting	Status
Kaca tinted eksisting	0,45	26,419	47,257	-	Tidak Memenuhi
Kaca tinted premium	0,41	24,070	44,908	-2,349 (5,0%)	Memenuhi DKI
Kaca reflektif	0,35	20,548	41,386	-5,871 (12,4%)	Belum SNI



Kaca	0,	14,	34,	-12,3	Mem
Low-E	24	090	928	29	enuhi
				(26,1	SNI
				%)	
Kaca	0,	11,	32,	-14,6	Mem
Low-E	20	742	580	77	enuhi
premi				(31,1	SNI
um				%)	

Untuk memenuhi ketentuan **Pergub DKI Jakarta No. 5 Tahun 2026 ($\leq 45 \text{ W/m}^2$)**, disarankan penggantian ke kaca dengan $SC \leq 0,41$ seperti kaca tinted premium atau *reflective glass*. Untuk memenuhi **SNI 6389:2020 ($\leq 35 \text{ W/m}^2$)**, diperlukan penggantian ke kaca *Low-Emissivity* (Low-E) dengan $SC \leq 0,24$ seperti *Saint-Gobain Planitherm*, *Pilkington Energy Advantage*, atau sistem *double glazing* dengan lapisan *low-e coating* yang tersedia di pasaran Indonesia.

Ketiga, Pasang Elemen Peneduh Vertikal pada Orientasi Barat. Meskipun luas kaca orientasi Barat relatif kecil ($20,25 \text{ m}^2$), nilai Solar Factor Barat tertinggi ($SF = 243 \text{ W/m}^2$) berpotensi menyebabkan overheating pada unit-unit yang menghadap Barat terutama pada sore hari (pukul 14.00–17.00 WIB). Penerapan vertical fin dengan sudut $60\text{--}90^\circ$ pada fasad Barat disarankan untuk melindungi penghuni dari ketidaknyamanan termal sore hari sekaligus mengurangi beban pendinginan aktif pada unit-unit tersebut.

Keempat, Penelitian lanjutan yang direkomendasikan meliputi: (1) **simulasi termal dinamis** menggunakan EnergyPlus atau IES-VE untuk mengintegrasikan seluruh variabel beban panas secara simultan termasuk *internal gains* dan pola penggunaan penghuni; (2) **simulasi CFD** (*Computational Fluid Dynamics*) untuk menganalisis distribusi temperatur dan pergerakan udara dalam ruangan sehingga kenyamanan termal penghuni dapat dikuantifikasi secara akurat; (3) **perluasan analisis** pada seluruh unit Rusunawa (Unit B, C, D, dan E) dengan variasi orientasi fasad yang berbeda; serta (4) **analisis ekonomi investasi** untuk membandingkan biaya penggantian kaca (*Low-E* vs *double glazing* vs penambahan *shading*) dengan estimasi penghematan tagihan listrik jangka panjang sebagai dasar pengambilan keputusan bagi pemangku kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastiti, P. N. (2020). *Analisis Nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV) sebagai Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang*. Diploma thesis, Universitas Negeri Malang.
- Avesta, R., Putri, A. D., Hanifah, R. A., Hidayat, N. A., & Dunggio, M. D. (2017). Strategi desain bukaan terhadap pencahayaan alami untuk menunjang konsep bangunan hemat energi pada Rusunawa Jatinegara Barat. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 1(2), 124–135.
<https://doi.org/10.26760/jrh.v1i2.1633>
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). *SNI 03-2396-2001: Tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). *SNI 03-6575-2001: Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 6197:2020: Konservasi energi pada sistem pencahayaan*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 6389:2020: Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung*. BSN.
- Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Provinsi DKI Jakarta. (2024). *Dokumen desain Rusunawa Jalan Daan Mogot KM 18, Kalideres, Jakarta Barat* (No. IRK V2NPTWBZ/IRK/14/05/2024). Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Provinsi DKI Jakarta.
- Green Building Council Indonesia. (2014). *GreenShip rating tools untuk bangunan baru versi 1.2*. GBCI.
<http://www.gbcindonesia.org/>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2012). *Buku pedoman energi efisiensi untuk desain bangunan gedung di Indonesia*. Kementerian PUPR.
- Lasty, D. R. KS., Rahim, R., & Hamzah, B. (2015). Tingkat pencahayaan alami pada rumah susun: Studi kasus

- Rusunawa Mariso. *Jurnal Sains & Teknologi*, 14(1), 29–36.
- Mangkuto, R. A. (2016). Akurasi perhitungan faktor langit dalam SNI 03-2396-2001 tentang pencahayaan alami pada bangunan gedung. *Jurnal Permukiman*, 11(2), 110–115. <https://doi.org/10.31815/jp.2016.11.110-115>
- Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. (2026). *Peraturan Gubernur Nomor 5 Tahun 2026 tentang efisiensi energi dan air pada bangunan gedung*. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2011). *Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2011 tentang rumah susun*. Sekretariat Negara.
- Teras Jurnal. (2026). Evaluasi nilai *overall thermal transfer value* (OTTV) pada bangunan gedung. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Malikussaleh. <https://teras.unimal.ac.id/teras/article/view/1319>