



Optimasi Konfigurasi Ruang untuk Peningkatan Pencahayaan Alami pada Unit *Single-Aspect* Rusun Putri Cempo Surakarta

Spatial Configuration Optimization to Enhance Daylighting in Single-Aspect Public Housing Units in Surakarta

Merizka Widya Zahran, Agung Dwiyanto

Program Studi Magister Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

*Corresponding author: merizkazahran@students.undip.ac.id

Article history

Received: 08 Jun 2026

Accepted: 22 Jul 2026

Published: 30 Oct 2026

Abstract

Urban population growth has driven the construction of low-income public housing as a vertical housing solution. However, the commonly applied double-loaded corridor typology restricts units to a single-aspect condition, limiting natural light entry to only one façade. This study aims to evaluate the influence of spatial configuration on daylighting performance in Rusun Putri Cempo Blok E Surakarta using DIALux Evo 13.2 with data collection based on existing building geometry. The evaluation measures the Daylight Factor (DF) and daily illuminance distribution. Baseline evaluation results show that despite achieving a 17% Window-to-Wall Ratio (WWR), the living room only obtains a 0,03% DF due to obstruction by the solid bedroom walls. Of the two reconfiguration scenarios tested, Design Configuration 2 proved the most effective, increasing the living room's DF to 2,87–2,89% and ensuring all rooms meet the SNI 03-6575-2001 standards.

Keywords: daylighting; DIALux simulation; low-income housing; spatial configuration

Abstrak

Pertumbuhan populasi perkotaan yang pesat mendorong pembangunan rumah susun sebagai solusi hunian vertikal. Namun, tipologi *double-loaded corridor* yang umum diterapkan membatasi unit hunian pada kondisi *single-aspect*, sehingga pencahayaan alami hanya dapat masuk dari satu sisi fasad. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh konfigurasi ruang terhadap kinerja pencahayaan alami pada Rusun Putri Cempo Blok E Surakarta. Metode yang digunakan adalah simulasi komputasional melalui DIALux Evo 13.2, dengan pengumpulan data berupa geometri bangunan eksisting. Evaluasi untuk mengukur *Daylight Factor* (DF) dan distribusi iluminansi harian. Hasil evaluasi eksisting menunjukkan bahwa meskipun *Window-to-Wall Ratio* (WWR) telah mencapai 17%, Ruang Keluarga hanya memperoleh DF sebesar 0,03% akibat terhalang dinding kamar tidur. Dari dua skenario rekonfigurasi yang diuji, Konfigurasi Desain 2 terbukti paling efektif dengan DF di ruang keluarga meningkat menjadi 2,87–2,89% dan seluruh ruang memenuhi standar SNI 03-6575-2001.

Kata kunci: pencahayaan alami; simulasi DIALux; rumah susun; konfigurasi ruang

Cite this as: Zahran, M.W., Dwiyanto, A.. (2026). Optimasi Konfigurasi Ruang untuk Peningkatan Pencahayaan Alami pada Unit Single-Aspect Rusun Putri Cempo Surakarta. *Article. Arsitektura: Jurnal Ilmiah Arsitektur dan Lingkungan Binaan*, 24(2), 197-213. <https://doi.org/10.20961/arst.v24i2.120227>

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi urban yang pesat dan keterbatasan lahan di kawasan perkotaan telah memicu tingginya angka *backlog* perumahan. Sebagai respons, pemerintah menyiapkan strategi utama berupa penyediaan hunian komunal vertikal seperti Rumah Susun bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah (Rusun MBR) (Rahma dkk., 2020). Di Kota Surakarta, tantangan ini sangat terasa mengingat luas wilayahnya hanya 46,721 km² harus menampung kepadatan penduduk menembus lebih dari 11.283 jiwa/km² (Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, 2026). Akibat keterbatasan lahan tersebut, desain rusun umumnya memprioritaskan efisiensi lahan melalui luasan unit hunian yang sangat *compact* dan tingkat kepadatan bangunan yang tinggi (Arshard dkk., 2022; Peters dkk., 2019; Rahma dkk., 2020). Sayangnya, prioritas pada kapasitas tampung di hunian vertikal terjangkau ini sering kali mengabaikan kualitas lingkungan dalam bangunan atau *Indoor Environmental Quality*, yang berujung pada rendahnya tingkat kenyamanan fisik dan psikologis penghuninya (Peters dkk., 2019; Suryo, 2022). Apabila akar penyebabnya belum dipahami secara tepat, permasalahan keterbatasan cahaya alami ini berpotensi terus berulang pada proyek-proyek Rusun MBR berikutnya.

Dalam arsitektur tropis, pencahayaan alami menjadi salah satu aspek penting dalam desain pasif yang berhubungan langsung dengan kesehatan dan kenyamanan penghuni (Meutia dkk., 2025; Setiawan & Elsiana, 2025). Selain itu, mengoptimalkan pencahayaan alami juga dapat berkontribusi pada efisiensi energi bangunan secara menyeluruh (AL-Dossary & Kim, 2020; Alfani dkk., 2023). Rendahnya kualitas pencahayaan alami di dalam unit hunian tidak hanya mengganggu kenyamanan visual, tetapi juga memaksa penghuni untuk terus bergantung pada pencahayaan buatan di siang hari. Bagi masyarakat berpenghasilan rendah seperti penghuni Rusun MBR, ketergantungan ini membebani kondisi ekonomi mereka melalui peningkatan biaya energi harian (Sultana & Rahman Joarder, 2025; Sundaram & Luthra, 2026). Secara empiris, pemanfaatan cahaya alami yang tepat dapat mengurangi ketergantungan pada lampu di siang hari hingga 20% (Saputra & Nugrahaini, 2024). Di Indonesia, standar

kualitas pencahayaan ini diatur pada SNI 03-6575-2001 yang merekomendasikan tingkat iluminansi ruang hunian pada rentang 120–250 lux. Sementara itu, untuk parameter *Daylight Factor* (DF) diatur dalam BS 8206-2:2008 yang menetapkan nilai *Average Daylight Factor* (ADF) secara spesifik berdasarkan fungsi ruang, yaitu minimum 1% untuk kamar tidur dan minimum 1,5% untuk ruang keluarga (CIBSE, 2023). Sementara itu, instrumen penelitian bangunan hijau seperti *GreenShip* dari GBCI menetapkan syarat yang lebih ketat, yaitu pemanfaatan cahaya alami harus menjangkau sekurang-kurangnya 30% luasan lantai dengan intensitas minimal 300 lux (GBCI, 2024). Pemenuhan standar ini kini dapat dievaluasi secara akurat melalui instrumen simulasi komputasional seperti DIALux evo (Meutia dkk., 2025).

Namun, pemenuhan standar pencahayaan alami dinilai sulit dicapai pada jenis rusun yang memakai sistem *double-loaded corridor* (koridor tertutup di tengah). Sistem *double-loaded corridor* ini memiliki sirkulasi yang efisien lahan, sehingga membatasi unit rumah dengan hanya memiliki satu sisi fasad yang bersinggungan langsung dengan area luar. Kondisi ini dikenal sebagai tipologi *single-aspect*, yaitu unit hunian yang hanya memiliki akses bukaan (jendela) pada satu sisi dinding saja, berbeda dengan tipologi *dual-aspect* yang memiliki bukaan pada dua sisi fasad yang berlawanan sehingga cahaya dapat masuk dari dua arah. Pada tipologi *single-aspect*, seluruh cahaya alami harus menjangkau area terdalam unit hanya melalui satu titik masuk, sehingga unit-unit dengan tipologi ini sangat rentan mengalami kekurangan cahaya di area dalam unit (Ji & Sawyer, 2022; Peters & Kesik, 2018; Suryo, 2022). Kondisi umum ini turut ditemukan pada seluruh blok Rusunawa Putri Cempo Surakarta yang menerapkan sistem koridor serupa. Di antara seluruh massa bangunan pada kawasan tersebut, Blok E mempunyai karakteristik tipologi denah yang paling berbeda dibandingkan dengan blok-blok yang sudah dibangun sebelumnya. Berdasarkan perhitungan data teknis, unit di Blok E memiliki rasio bukaan terhadap dinding (*Window-to-Wall Ratio*) sebesar 17% (Tabel 1). Secara teori, rasio ini berada dalam rentang ideal untuk rumah di iklim tropis. Penelitian terdahulu menyarankan WWR antara 10–20% agar

cahaya alami yang masuk mencukupi dan meminimalkan risiko silau yang ada (Kalaimathy dkk., 2023; Lotfabadi, 2023).

Berdasarkan pengamatan, kondisi pencahayaan di lapangan tidak sejalan dengan hasil evaluasi teoritis nilai WWR, yaitu area bagian dalam unit, terutama ruang keluarga dan jalur sirkulasi yang masih minim pencahayaan alami dan tampak gelap di siang hari. Kurangnya performa visual pada unit hunian ini membuktikan bahwa akar permasalahan bukan terletak pada proporsi dimensi luasan jendela, melainkan pada tata letak atau konfigurasi ruang dalam (*spatial configuration*) yang menjadi faktor yang menghalangi cahaya matahari masuk ke area terdalam (AL-Dossary & Kim, 2020; Alfani dkk., 2023; Setiawan & Elsiana, 2025). Berangkat dari celah permasalahan tersebut, Blok E menjadi lokus penelitian yang penting untuk dievaluasi. Urgensi evaluasi ini semakin nyata mengingat unit-unit di Blok E telah dihuni oleh masyarakat MBR yang saat ini menanggung konsekuensi langsung dari minimnya cahaya alami tersebut, meskipun rasio bukaan pada fasadnya secara teknis telah memenuhi standar WWR untuk hunian iklim tropis.

Sebenarnya banyak penelitian yang telah dilakukan tentang masalah pencahayaan alami pada hunian padat di kawasan beriklim tropis, tetapi sebagian besar penelitian telah berfokus pada komponen fasad luar, seperti optimasi *Window-to-Wall Ratio* (WWR) dan material kaca (Kalaimathy dkk., 2023). Kemudian, terdapat penelitian menggunakan *double skin facades* (DSF) untuk bangunan residensial (Hong dkk., 2025), penerapan elemen peneduh eksterior seperti *folding shutter* pada rumah susun (Ghufrona dkk., 2021), hingga optimasi *shading device* untuk mengontrol pencahayaan apartemen bertingkat (Hong dkk., 2025). Akan tetapi penerapan strategi modifikasi eksterior tersebut kerap kali sulit direalisasikan pada tipologi hunian vertikal seperti Rusun MBR. Hal ini dikarenakan proyek perumahan massal umumnya menggunakan solusi bukaan samping (*side lighting*) yang standar dan seragam demi efisiensi biaya konstruksi (Setiawan & Elsiana, 2025). Selain itu, sistem *double-loaded corridor* pada tipologi ini turut menghambat persebaran cahaya matahari yang masuk (Fatimah dkk., 2024). Oleh karena itu,

geometri dan konfigurasi tata ruang (*spatial layout*) sebenarnya memiliki peran yang jauh lebih besar dalam menentukan pencahayaan yang merata (Achsani dkk., 2025; Safavi dkk., 2026; Suryo, 2022). Sintesis literatur ini menunjukkan adanya celah penelitian yang penting, yaitu masih terbatasnya kajian yang secara spesifik berupaya memecahkan masalah ketimpangan cahaya melalui perubahan konfigurasi ruang dalam, khususnya pada unit Rusun MBR tropis yang secara teoritis telah memiliki rasio bukaan jendela terhadap dinding yang sudah sesuai standar.

Masalah pencahayaan yang tidak merata di hunian seperti Rusun Putri Cempo Blok E, di mana area kamar tidur yang berbatasan langsung dengan fasad dan memblokir area ruang keluarga di dalam unit sehingga kekurangan cahaya menunjukkan bahwa perlu adanya solusi desain yang berbasis susunan ruang. Pemecahan masalah pada tipologi hunian vertikal yang menggunakan tipe *double-loaded corridor* ini jelas tidak bisa mengandalkan modifikasi fasad, melainkan membutuhkan penataan konfigurasi ruang yang tepat agar cahaya alami dapat menyebar secara merata dan optimal. Berangkat dari celah permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara kuantitatif pengaruh konfigurasi ruang terhadap kinerja pencahayaan alami di Rusun Putri Cempo Blok E melalui simulasi komputasional, serta merumuskan rekomendasi konfigurasi tata ruang yang paling optimal untuk meningkatkan kinerja pencahayaan alami pada tipologi hunian tersebut.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif berbasis komputasi simulasi. Pendekatan simulasi ini dipilih karena dipandang sebagai alat yang krusial dan valid dalam mengevaluasi kinerja pencahayaan alami karena permodelan digital terbukti mampu memberikan tingkat presisi dan akurasi analisis yang tinggi dibandingkan dengan manual (Hemmerling dkk., 2023; Qureshi & Hemarathne, 2026). Metode ini memberikan fleksibilitas bagi peneliti untuk mengevaluasi berbagai skenario rekonfigurasi ruang secara iteratif, tanpa perlu mengubah kondisi bangunan asli di lapangan (Zhao dkk., 2025).

Pendekatan simulasi ini difokuskan untuk mengukur secara spesifik dampak perubahan variabel konfigurasi ruang terhadap kinerja pencahayaan alami di bawah parameter kondisi cuaca dan lingkungan yang sudah dikontrol. Melalui simulasi digital, efisiensi distribusi cahaya dari berbagai alternatif desain konfigurasi ruang dapat divalidasi secara kuantitatif sebelum benar-benar diimplementasikan pada bangunan hunian nyata (Qureshi & Hemarathne, 2026).

2.1. Lokasi dan Objek Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Kawasan Rumah Susun Putri Cempo, Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah (Gambar 1). Objek spesifik yang diteliti adalah Rusun Putri Cempo Blok E, yang merupakan tipologi hunian vertikal atau rumah susun bagi masyarakat berpenghasilan rendah atau MBR.



Gambar 1. Lokasi Rusunawa Putri Cempo Blok E
Sumber: Google Maps; Open Street Map, 2026

2.2. Instrumen dan Data Penelitian

2.2.1. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak DIALux evo 13.2 sebagai instrumen utama untuk mensimulasikan pencahayaan alami. Pemilihan *software* ini didasarkan pada kemampuannya menghitung distribusi cahaya secara akurat, khususnya pada geometri bangunan yang memiliki banyak partisi atau sekat interior (Zhao dkk., 2025). Dibandingkan dengan estimasi perhitungan manual, pendekatan komputasi ini menawarkan tingkat presisi, fleksibilitas, dan akurasi analisis yang jauh lebih tinggi (Hemmerling dkk., 2023; Qureshi & Hemarathne, 2026). Keunggulan

utama DIALux evo sebagai instrumen simulasi terletak pada penggunaan algoritma *photon shooting* yang mampu menghasilkan data fotometrik yang sangat presisi dan merepresentasikan kondisi nyata di lapangan. Perangkat lunak ini juga telah tervalidasi sertifikasi internasional CIE 171:2006 dengan rata-rata margin error kalkulasi iluminansi di bawah 5%, menjadikannya sangat valid untuk digunakan dalam riset ilmiah (Zhao dkk., 2025). Meski mumpuni, instrumen ini memiliki beban komputasi perangkat keras yang tinggi, sehingga memakan waktu pemrosesan yang cukup lama pada simulasi ruang dengan konfigurasi sekat yang rumit. DIALux evo juga kurang fleksibel untuk pemodelan bidang melengkung, dan ketiadaan fitur optimasi parametrik otomatis membuat setiap penyesuaian alternatif tata letak ruang harus selalu dikalkulasi ulang secara manual dari awal (Zhao dkk., 2025).

2.2.2 Data Penelitian

Data yang dikumpulkan dan diolah dalam penelitian ini diklasifikasikan ke dalam dua kelompok utama, yaitu:

1. Data Primer: merupakan data faktual yang didapatkan langsung melalui observasi mandiri di lapangan dan hasil keluaran simulasi digital. Data primer dalam penelitian ini meliputi hasil identifikasi material permukaan ruang (warna cat dinding, jenis lantai, jenis plafon), serta hasil numerik simulasi DIALux Evo berupa nilai rata-rata iluminansi (lux) dan persentase *Daylight Factor* (DF), yang selanjutnya dianalisis dan diinterpretasikan pada bagian Hasil dan Pembahasan.
2. Data Sekunder: merupakan data pendukung yang diperoleh dari dokumen resmi instansi terkait atau literatur ilmiah. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi berkas gambar kerja (*as-built drawings*) Rusun Putri Cempo Blok E yang diperoleh dari Dinas Perumahan, Permukiman, dan Pertanahan (Disperumkimtan) Kota Surakarta, serta parameter kelayakan pencahayaan alami yang merujuk pada SNI 03-6575-2001 untuk standar iluminansi hunian 120–250 lux dan BS 8206-2:2008 untuk nilai

Average Daylight Factor minimum per fungsi ruang.

2.3. Parameter dan Pemodelan Simulasi

Spesifikasi geometri ruang beserta pengaturan parameter simulasi yang diterapkan pada perangkat lunak DIALux evo dirangkum pada Tabel 1. Penetapan kondisi batas (*boundary conditions*) ini disesuaikan untuk merepresentasikan karakteristik pencahayaan alami secara realistis sekaligus mengacu pada pemenuhan standar kenyamanan visual hunian.

Tabel 1. Parameter Input Simulasi DIALux Evo

Kelompok Data	Material Input	Nilai/Setelan
Geografi & Waktu	Lokasi	Surakarta (longitude 110,85°; latitude -7,53)
	Tanggal Simulasi	20 Maret, 21 Juni, & 22 Desember
	Waktu Pengamatan	08.00, 12.00, & 14.00 WIB.
Model Langit	<i>Overcast Sky</i>	<i>CIE Standard Overcast</i> (untuk metrik DF)
	<i>Average Sky</i>	Langit rata-rata (untuk metrik Lux)
Geometri Ruang	Tinggi <i>Floor-to-Floor</i>	3,40 meter
	WWR Eksisting	17%
	Bidang kerja (<i>Workplane</i>)	0,75 m
Reflektansi Material	Dinding	70% (Cat Cream)
	Plafon	70% (Gypsum Putih)
	Lantai	72% (Glossy Cream)

Berdasarkan rincian pada Tabel 2 di atas, kalkulasi distribusi pencahayaan alami di dalam ruangan secara fungsional difokuskan pada bidang kerja (*workplane*) horizontal imajiner yang diposisikan setinggi 0,75 meter di atas permukaan lantai. Penentuan tinggi bidang kerja ini merujuk secara mutlak pada pedoman Standar Nasional Indonesia yaitu SNI 03-2396-2001 karena merepresentasikan elevasi rata-rata aktivitas visual manusia pada ruang residensial. Di atas bidang kerja tersebut, penarikan data dalam perangkat lunak DIALux diatur menggunakan *wall zone* sebesar 0 meter agar seluruh area lantai dari ujung ke ujung terekam secara komprehensif tanpa adanya sisa area mati yang terabaikan di dekat dinding.

Agar hasilnya dapat merepresentasikan performa bangunan dengan maksimal, pengambilan data dilakukan di tiga tanggal kritis yang mewakili variasi lintasan matahari tahunan. Ketiga tanggal tersebut meliputi hari ekuinoks tanggal 20 Maret untuk merepresentasikan kondisi rata-rata saat posisi lintasan matahari berada persis di garis khatulistiwa, titik balik utara (Solstis) 21 Juni, serta titik balik selatan (Solstis) 22 Desember. Pengujian pada kedua tanggal solstis ini sangat penting untuk mengetahui secara keseluruhan pencahayaan yang masuk ke dalam unit rusun eksisting karena posisi matahari berada di titik kemiringan terjauh, sehingga arah datang cahaya dan pembayangan mandiri (*self-shading*) dari geometri luar bangunan akan menghasilkan karakteristik sebaran yang sangat berbeda sepanjang tahun (Hong dkk., 2025; Iswanudin, 2026).

Pada ketiga tanggal kritis tersebut, data fotometrik dicatat secara sistematis pada pukul 08.00, 12.00, dan 14.00 WIB. Mengacu pada Pratiwi, Kridarso, dan Iskandar (2021) dalam Meutia dkk., (2025), ketiga titik waktu ini ditetapkan sebagai representasi siklus pencahayaan alami selama periode aktif penggunaan ruang hunian sehari-hari. Secara spesifik, pukul 08.00 WIB mewakili kondisi pagi hari ketika intensitas cahaya mulai terbentuk namun belum mencapai level puncaknya dengan karakter pendaran yang belum terlalu tajam. Pukul 12.00 WIB merepresentasikan kondisi ekstrem siang hari, di mana posisi matahari diasumsikan berada di titik kulminasi zenit dan memberikan paparan tingkat iluminansi paling maksimal ke permukaan bumi. Sementara itu, pukul 14.00 WIB dipilih untuk mengevaluasi fase transisi siang ke sore, saat arah datang cahaya mulai condong bergeser ke arah barat dengan tingkat intensitas terang yang masih cukup dominan menerangi ruang dalam unit.

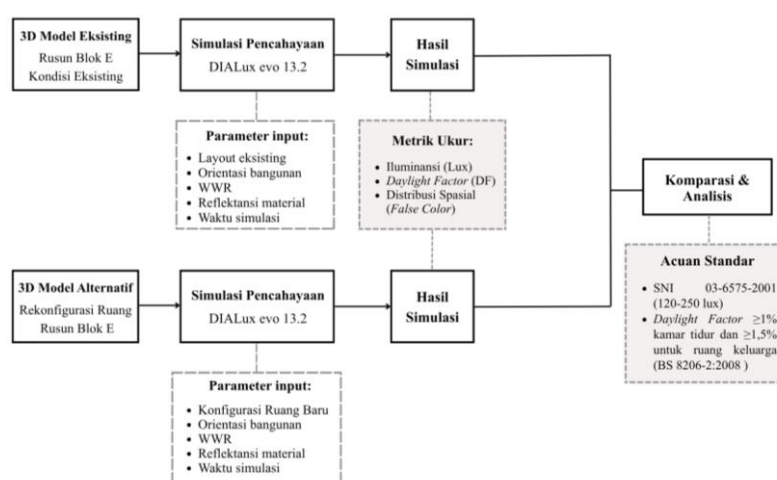
Simulasi pencahayaan alami dalam penelitian ini menggunakan dua parameter model langit (*sky conditions*). Model pertama adalah *CIE Standard Overcast Sky* (langit mendung standar). Model ini mendistribusikan cahaya secara difus merata tanpa sinar matahari langsung untuk menguji performa bangunan pada skenario terburuk (*worst-case scenario*), yang secara literatur direkomendasikan untuk

pengujian di kawasan beriklim tropis (Hong dkk., 2025; Hraška & Čurpek, 2024). Secara regulasi, penggunaan kondisi langit mendung ini merupakan prosedur pengujian yang diwajibkan oleh SNI 03-2396-2001 untuk mengevaluasi batas minimal persebaran cahaya. Capaian metrik *Daylight Factor* (DF) dari hasil simulasi tersebut kemudian diukur kelayakannya berdasarkan ambang batas standar BS 8206-2:2008. Model langit kedua menggunakan *Average Sky* (langit rata-rata). Kondisi ini secara spesifik digunakan untuk mengukur distribusi tingkat iluminansi (lux). Karakteristik *Average Sky* yang berawan

sebagian terbukti jauh lebih relevan dalam merepresentasikan kondisi cuaca riil harian di kawasan beriklim tropis lembap (Hong dkk., 2025). Evaluasi iluminansi pada kondisi langit ini digunakan untuk memvalidasi pemenuhan target kenyamanan visual hunian yang mensyaratkan rentang 120 hingga 250 lux berdasarkan SNI 03-6575-2001.

2.4. Tahapan Penelitian

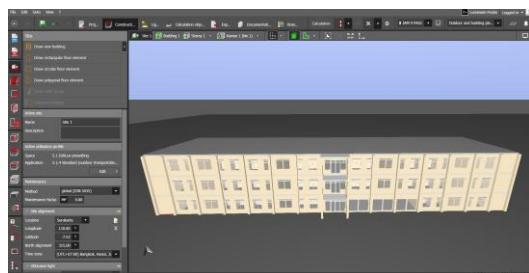
Berikut tahapan penelitian yang dilaksanakan sebagaimana disajikan pada Gambar 2. berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

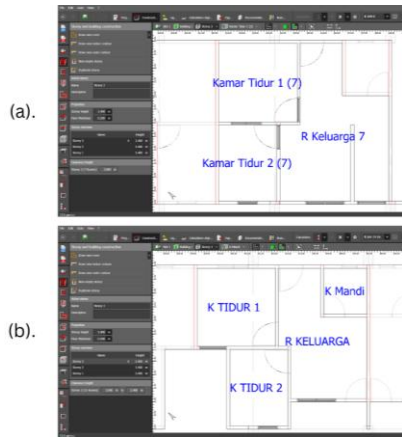
1. Pemodelan Dasar dan Simulasi Eksisting.
2. Simulasi Rekonfigurasi Ruang.

Denah *as-built drawings* Rusun Putri Cempo Blok E dikonversi ke format .dwg dan diimpor ke DIALux evo 13.2 sebagai peta dasar (*underlay*). Model 3D ini dibangun secara presisi dengan menetapkan parameter kontrol, termasuk reflektansi material dan besaran *Window-to-Wall Ratio* (Gambar 3). Kondisi awal bangunan ini kemudian disimulasikan untuk menghasilkan data pencahayaan kondisi eksisting sebagai acuan pembanding.



Gambar 3. Pemodelan 3D Eksisting Rusun

Untuk mengoptimalkan pemerataan cahaya alami pada tipe unit *single-aspect* ini, dilakukan rekonfigurasi tata letak ruang melalui dua alternatif, yaitu Konfigurasi 1 dengan menggeser ruang keluarga ke depan dan memindah kamar tidur ke belakang, serta Konfigurasi 2 mengubah tatanan secara komprehensif dengan menggeser kamar tidur depan ke sisi kanan unit (Gambar 4). Untuk memastikan akurasi, denah masing-masing konfigurasi diimpor dari file .dwg baru dan dibangun dari awal. Seluruh konfigurasi disimulasikan menggunakan parameter CIE *Standard Overcast Sky* dan *Average Sky*. Simulasi dilakukan pada tiga tanggal kritis astronomis (20 Maret, 21 Juni, 22 Desember) pada pukul 08.00, 12.00, dan 14.00 WIB.



Gambar 4. Pemodelan (a) Konfigurasi 1, dan (b) Konfigurasi 2

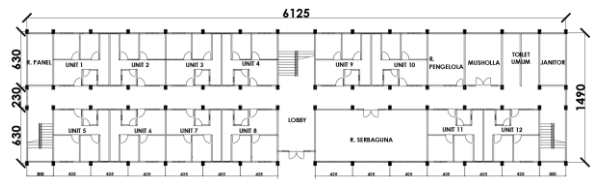
3. Evaluasi Kinerja Pencahayaan.

Efektivitas rekayasa konfigurasi ruang dianalisis secara kuantitatif dan visual. Secara kuantitatif, *Daylight Factor* (DF) dievaluasi pada kondisi langit mendung untuk mengevaluasi tingkat pencahayaan alami paling minimum, lalu dikomparasikan dengan standar BS 8206-2:2008 ($DF \geq 1\%$ untuk kamar tidur dan $\geq 1,5\%$ untuk ruang keluarga). Selanjutnya, fluktuasi iluminansi harian dievaluasi pada kondisi langit rata-rata dan dianalisis kelayakannya berdasarkan rentang 120–250 lux sesuai SNI 03-6575-2001. Validasi pemerataan distribusi cahaya dianalisis secara visual melalui pemetaan gradasi warna (*false color mapping*) untuk melacak keberadaan zona gelap pada area terdalam unit. Seluruh hasil tersebut kemudian dibandingkan secara menyeluruh untuk menentukan konfigurasi ruang yang paling optimal dalam meningkatkan kinerja pencahayaan alami pada unit hunian *single-aspect*.

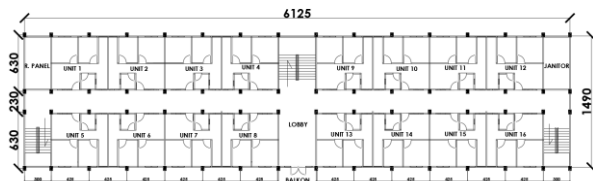
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Objek Penelitian

Rusun Putri Cempo Blok E secara struktural terdiri dari tiga lantai, dengan luas masing-masing lantai 14,9 m × 61,25 m, dengan pemetaan denah dasar dan pola distribusi ruang secara spasial, Lantai 1 dialokasikan sebagai area publik yang mencakup fasilitas ruang komunal beserta 12 unit hunian (Gambar 5), sementara Lantai 2 dan Lantai 3 masing-masing mengakomodasi 16 unit hunian (Gambar 6).

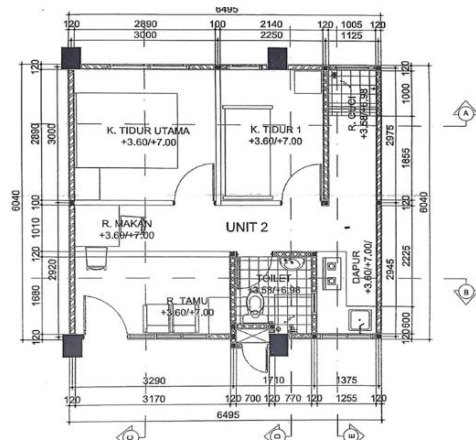


Gambar 5. Denah Lantai 1 Rusun Blok E
Sumber: Disperumkimtan Kota Surakarta, 2026

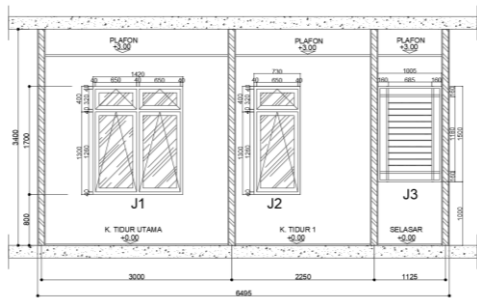


Gambar 6. Denah Lantai Tipikal Rusun Blok E
Sumber: Disperumkimtan Kota Surakarta, 2026

Unit hunian rusun ini memiliki luasan standar 6,495 m × 6 m (39 m²), dengan 2 kamar tidur menghadap langsung ke fasad, sementara ruang keluarga sekaligus ruang tamu diletakkan di area belakang unit (Gambar 7). Posisi inilah yang menjadi akar permasalahan keterbatasan cahaya alami yang dievaluasi dalam penelitian ini. Area laundry dan dapur berada di sisi samping unit. Secara vertikal, bangunan memiliki ketinggian *floor-to-floor* sebesar 3,4 m dengan tinggi bersih dari lantai ke plafon (*floor-to-ceiling*) sebesar 3 m, dan menggunakan sistem koridor tengah (*double-loaded corridor*) dengan orientasi bangunan menghadap ke arah barat daya–timur laut.



Gambar 7. Denah unit Rusun Putri Cempo Blok E
Sumber: Disperumkimtan Kota Surakarta, 2026



Gambar 8. Bukaan Eksisting Rusun Blok E
Sumber: Disperumkimtan Kota Surakarta, 2026

Untuk luas bukaan eksisting yang menghadap fasad luar pada unit Rusun Putri Cempo Blok E terdiri dari 3 jenis bukaan yang berbeda. Terlihat pada Gambar 8 bukaan pertama (J1) terdapat di kamar utama dengan model *double awning window* dengan *bouven* di atas jendela berukuran total 1,7 m × 1,4 m dengan luas 2,4 m², bukaan kedua (J2) terdapat di kamar tidur 1 dengan tipe *single awning* dan tambahan *bouven* di atas jendela berukuran 1,7 m × 0,73 m dengan luas 1,24 m², dan bukaan ketiga (J3) terdapat di area selasar laundry berbentuk jalusi berukuran 1,5 m × 1 m. Rincian perhitungan *Window-to-Wall Ratio* (WWR) dari ketiga jenis bukaan tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. *Window-to-Wall Ratio* Eksisting Blok E

Elemen Fasad	Dimensi (P × T)	Luas Area (m ²)
Dinding Kotor (Gross Wall)	6,495 m × 3,4 m	22,083 m²
J1 utama (lubang bersih)	(1,16 m × 0,55 m) × 2	1,276 m ²
J1 Bouven (lubang bersih)	(0,22 m × 0,55 m) × 2	0,242 m ²
J2 utama (lubang bersih)	1,16 m × 0,55 m	0,638 m ²
J2 Bouven (lubang bersih)	0,22 m × 0,55 m	0,121 m ²
J3 (Jalusi)	1,005 m × 1,5 m	1,5075 m ²
Total Luas Bukaan		3,7845 m²
Rasio WWR Eksisting	(3,7845 / 22,083) × 100%	17%

Berdasarkan Tabel 2, total luas bukaan eksisting pada unit Rusun Putri Cempo Blok E adalah 3,7845 m² dari total luas dinding kotor 22,083 m², sehingga menghasilkan rasio WWR eksisting sebesar 17% yaitu hasil yang secara teoritis sudah berada dalam rentang ideal untuk iklim tropis (10–20%). Namun, sebagaimana akan dibahas pada bagian selanjutnya, kecukupan rasio bukaan ini ternyata tidak menjamin penetrasi cahaya yang merata ke seluruh ruang dalam unit.

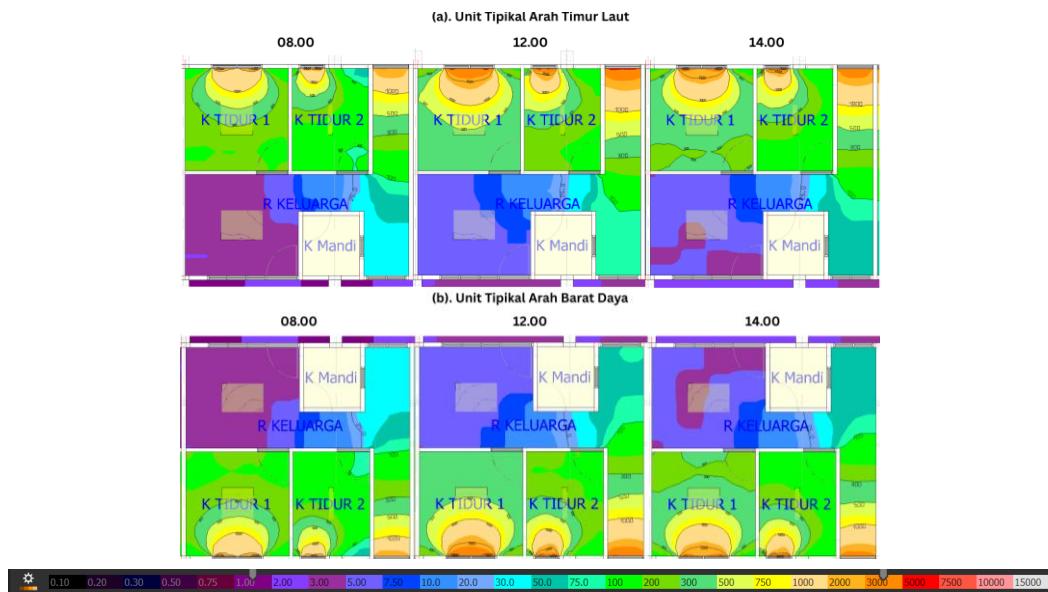
3.2 Evaluasi Kinerja Kondisi Eksisting

Tahap pertama dari penelitian ini adalah memetakan kinerja pencahayaan alami pada bangunan eksisting Rusun Putri Cempo Blok E. Konfigurasi ruang eksisting memiliki denah persegi dengan sistem akses *double-loaded corridor*. Setiap unit memiliki luas 39 m² yang terdiri atas 2 kamar tidur, 1 ruang keluarga yang sekaligus berfungsi sebagai ruang tamu, serta dapur dan ruang cuci. Berdasarkan perhitungan dari bukaan fasad (Tabel 1), unit eksisting ini memiliki rasio bukaan atau *Window-to-Wall Ratio* sebesar 17%. Meskipun rasio ini sudah berada dalam rentang standar pada tipologi hunian (Kalaimathy dkk., 2023; Lotfabadi, 2023), tantangan utamanya terletak pada seberapa jauh cahaya tersebut dapat menjangkau setiap ruang, terutama ke area terdalam unit. Evaluasi awal dilakukan dengan parameter langit CIE *Overcast Sky* yang merepresentasikan kondisi terendah pencahayaan alami di iklim tropis (Hong dkk., 2025; Hraška & Čurpek, 2024). Pada hasil simulasi DIALux, gradasi warna menunjukkan distribusi iluminansi ruang, dimana area yang berwarna terang mengindikasikan nilai lux yang lebih tinggi, sedangkan area berwarna gelap mencerminkan nilai iluminansi yang rendah. Berikut hasil simulasi kondisi *Overcast Sky* ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Simulasi Eksisting kondisi langit *Overcast Sky*

Waktu	Besar Iluminansi	Unit Tipikal Arah Barat Daya			Unit Tipikal Arah Timur Laut		
		Kamar Tidur 1	Kamar Tidur 2	Ruang Keluarga	Kamar Tidur 1	Kamar Tidur 2	Ruang Keluarga
08.00	Ē rata-rata	408	244	3,62	421	252	3,91

12.00	E min	113	71,6	3,34	103	68,1	3,19
	E max	2831	2329	4,8	2954	2922	5,4
	$\bar{E}$ rata-rata	720	430	6,39	742	444	6,9
	E min	194	126	5,88	181	120	5,63
14.00	E max	4981	4104	8,46	5205	5150	9,51
	$\bar{E}$ rata-rata	599	358	5,32	618	370	5,75
	E min	161	105	4,89	151	100	4,69
	E max	4148	3417	7,05	4335	4289	7,92
	DF (%)	3,42%	1,77%	0,03%	3,54%	1,84%	0,03%



Gambar 9. Hasil Simulasi Eksisting *Overcast Sky* Rusun Putri Cempo Blok E

Berdasarkan Tabel 3, terbukti bahwa Kamar Tidur 1 dan Kamar Tidur 2 yang berbatasan langsung dengan fasad luar menerima kuantitas cahaya yang melimpah, dengan nilai DF mencapai 3,42% pada Unit Barat Daya dan 3,54% pada Unit Timur Laut. Disusul dengan Kamar Tidur 2 dengan nilai DF 1,77% pada Unit Barat Daya dan 1,84% pada Unit Timur Laut. Hal ini menunjukkan bahwa dimensi bukaan jendela eksisting yang sebenarnya sudah memadai. Namun, kontras spasial ekstrem terlihat antara tingkat iluminansi kamar tidur yang tinggi dan ruang keluarga yang terletak di area terdalam unit yang mengalami penurunan pencahayaan yang ekstrem dengan nilai DF anjlok hingga mencapai 0,03%. Fenomena ini mengonfirmasi secara empiris bahwa dinding masif penutup kamar menjadi penghalang fisik yang memutus total persebaran cahaya alami dari bukaan menuju ruang komunal di belakangnya. Untuk

mengevaluasi fluktuasi pencahayaan secara nyata dan dinamis akibat pergerakan semu matahari di iklim tropis, analisis dilanjutkan dengan simulasi menggunakan kondisi langit rata-rata (*Average Sky*). Pemilihan kondisi langit ini didasarkan pada karakteristik iklim tropis yang sangat dinamis, karena kondisi langit aktual jarang mencapai fase mendung pekat secara konstan maupun cerah yang absolut (*Clear Sky*) tanpa tutupan awan sepanjang hari (Hong dkk., 2025). Pengujian ini dilakukan pada tiga tanggal kritis yang mewakili variasi lintasan matahari tahunan, yaitu saat matahari berada di garis khatulistiwa (Ekuinoks) 20 Maret, titik balik utara (Solstis) 21 Juni, serta titik balik selatan (Solstis) 22 Desember agar mengetahui secara keseluruhan pencahayaan yang masuk ke dalam unit rusun eksisting yang diekstraksi pada tiga titik waktu krusial, yaitu pukul 08.00 WIB, 12.00 WIB, serta 14.00 WIB. Hasil simulasi tersebut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Simulasi Eksisting Kondisi Langit *Average Sky*

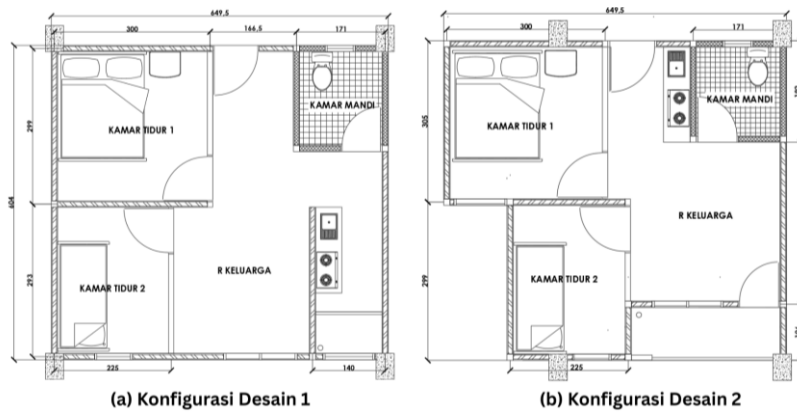
Tanggal Uji Spesifik	Waktu	Rata-Rata Iluminansi Unit Barat Daya (Lux)			Rata-Rata Iluminansi Unit Timur Laut (Lux)		
		Kamar 1	Kamar 2	Ruang Keluarga	Kamar 1	Kamar 2	Ruang Keluarga
20 Maret (Ekuinoks)	08.00	495	279	4,95	3659	1508	25,2
	12.00	464	289	4,31	559	348	4,63
	14.00	1994	1436	16,3	694	464	7,06
21 Juni (Solstis Utara)	08.00	348	206	3,93	4483	2751	32,1
	12.00	641	423	6,66	1837	1329	14,6
	14.00	1053	697	11,1	1027	679	10,4
22 Desember (Solstis Selatan)	08.00	711	377	7,83	1903	636	14,2
	12.00	920	520	8,05	428	256	3,97
	14.00	4305	2797	26,3	540	345	5,14
Standar Minimal SNI 03-6575-2001	120-250 lux	Memenuhi	Memenuhi	Belum Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Belum Memenuhi

Data pada Tabel 4 memperlihatkan bagaimana distribusi cahaya alami di dalam unit rusun dipengaruhi oleh konfigurasi ruang itu sendiri. Pada saat Ekuinoks (20 Maret), cahaya matahari yang melimpah langsung memasuki area Unit Timur Laut dengan nilai rata-rata pada Kamar Tidur 1 mencapai 3659 lux pada pukul 08.00 WIB. Pola serupa juga terjadi pada Unit Barat Daya, dengan dengan iluminansi rata-rata Kamar Tidur 1 mencapai 1994 lux pada pukul 14.00 WIB. Walaupun pada Kamar Tidur 1 dan Kamar Tidur 2 sudah mencapai standar pencahayaan alami, kuat penerangan di ruang keluarga belum memenuhi bahkan nilainya sangat di bawah standar pencahayaan alami dikarenakan desain denah rusun menggunakan sekat tertutup sehingga cahaya tersebut langsung terhalang oleh dinding kamar tidur. Akibatnya, ruang keluarga pada unit rusun ini tetap gelap, dengan tingkat iluminansi yang anjlok drastis ke angka 4,63 lux pada pukul 12.00 WIB di Unit Timur Laut dan 4,95 lux pada pukul 08.00 WIB di Unit Barat Daya. Masalah area gelap di ruang keluarga ini ternyata juga tidak membaik meskipun terjadi pergantian musim. Saat diuji pada kondisi Solstis Juni dan Desember, pada pukul 08.00, 12.00, dan 14.00 WIB, kinerja pencahayaan di ruang keluarga tetap saja rendah. Rata-rata tingkat terangnya hanya di kisaran nilai paling

rendah 3,93 lux hingga nilai paling tinggi adalah 32,1 lux. Temuan ini secara jelas membuktikan bahwa penyebab utama gelapnya ruang keluarga di Rusun Putri Cempo Blok E bukanlah faktor pergerakan matahari eksternal, melainkan faktor konfigurasi ruang yang menghalangi laju cahaya yang masuk. Meskipun area kamar tidur sudah mendapatkan cahaya yang sangat baik sesuai standar SNI 03-6575-2001, kurangnya pencahayaan di ruang keluarga tetap menuntut adanya solusi arsitektural. Oleh karena itu, rekonfigurasi ruang menjadi langkah yang sangat diperlukan agar penghuni tidak bergantung pada lampu di siang hari.

3.3 Pengaruh Rekonfigurasi Tata Ruang terhadap Kinerja Pencahayaan Alami

Untuk mengatasi masalah kurangnya pencahayaan pada area komunal (*living area*), penelitian ini melakukan simulasi terhadap dua skenario redesain konfigurasi ruang. Mengingat pencahayaan yang memadai sangat dibutuhkan untuk memberikan kenyamanan bagi penghuni dalam melakukan aktivitasnya, redesain ini berfokus untuk memberikan pencahayaan yang optimal. Kedua skenario diuji dengan parameter luasan unit hunian tetap sebesar 39 m², namun diiringi dengan penyesuaian bentuk geometri ruang dan penciptaan area transisi.



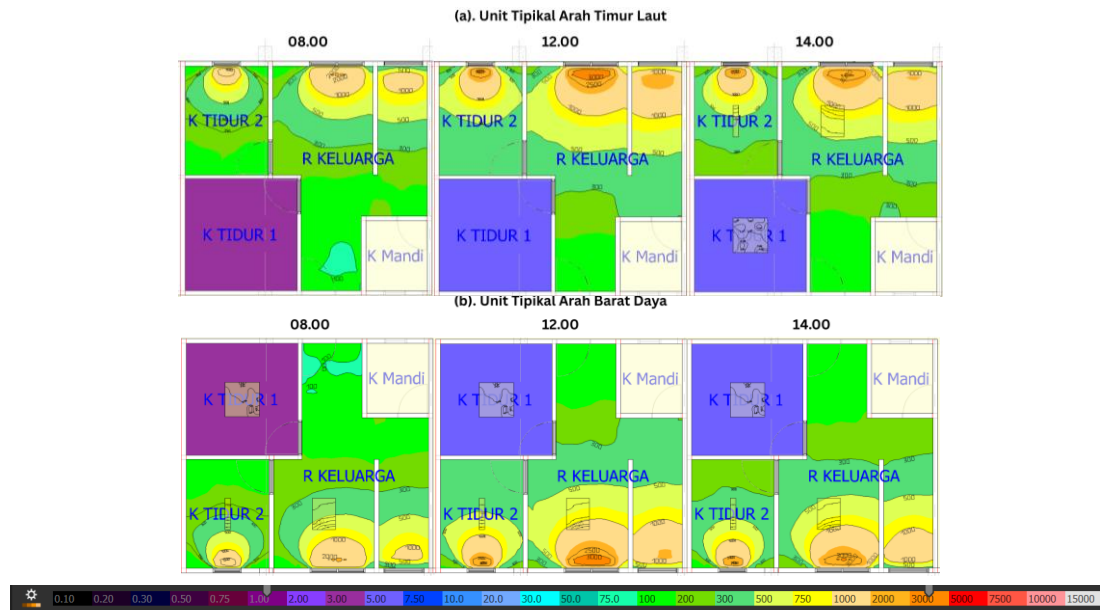
Gambar 10. Desain Konfigurasi Rusun Putri Cempo Blok E

Konfigurasi pertama mencoba melakukan perubahan zonasi dengan bentuk massa persegi seperti kondisi eksisting, dengan area komunal dipindahkan ke zona yang berbatasan langsung dengan jendela luar, sedangkan ruang tidur digeser ke zona dalam. Berdasarkan hasil simulasi, konfigurasi ini terbukti mampu meningkatkan tingkat iluminansi dan nilai DF secara signifikan pada area komunal dan satu kamar tidur. Namun, strategi ini menghasilkan kekurangan yaitu kamar tidur lainnya mengalami penurunan pencahayaan drastis,

karena pemindahan salah satu kamar tidur ke area belakang ini memutus total akses cahaya alami menuju ruang tersebut. Hal ini menyebabkan Kamar Tidur 1 mengalami kekurangan pencahayaan sepanjang hari, terbukti dari hasil simulasi kondisi langit mendung (*Overcast Sky*) pada Tabel 5. Pada Unit Barat Daya rata-rata tingkat iluminansi pukul 12.00 WIB di Ruang Keluarga sebesar 676 lux dengan nilai DF 3,8% dan Kamar Tidur 2 sebesar 608 lux dengan nilai DF 2,56%, namun pada Kamar Tidur 1 hanya sebesar 6,63 lux dengan nilai DF 0,04%.

Tabel 5. Hasil Simulasi Konfigurasi Desain 1 Kondisi Langit *Overcast Sky*

Waktu	Besar Iluminansi (Lux)	Unit Tipikal Barat Daya			Unit Tipikal Timur Laut		
		Kamar Tidur 1	Kamar Tidur 2	Ruang Keluarga	Kamar Tidur 1	Kamar Tidur 2	Ruang Keluarga
08.00	$\hat{E}$ rata-rata	3,76	344	383	3,75	353	398
	E min	3,67	99,5	93,3	3,25	127	95
	E max	3,86	1779	2125	4,03	1811	2098
12.00	$\hat{E}$ rata-rata	6,63	608	676	6,61	623	703
	E min	6,47	176	165	5,73	224	168
	E max	6,81	3139	3750	7,12	3195	3701
14.00	$\hat{E}$ rata-rata	5,53	507	564	5,51	519	586
	E min	5,39	146	137	4,78	187	140
	E max	5,68	2617	3126	5,93	2664	3086
	DF (%)	0,04%	2,56%	3,80%	0,04%	2,59%	3,83%



Gambar 11. Hasil Simulasi Konfigurasi Desain 1 *Overcast Sky* Rusun Putri Cempo Blok E

Dapat dilihat pada Tabel 6, hal ini terjadi pada tiga tanggal uji spesifik lainnya di Kamar Tidur 1 dengan nilai iluminansi rata-rata terbesar hanya mencapai 33,9 lux pada tanggal 22 Desember pukul 14.00 WIB di Unit Barat Daya dan 33,9 lux juga di Unit Timur laut pada tanggal 21 Juni pukul 08.00 WIB, dengan nilai iluminansi terendah yaitu 3,25 lux di tanggal

21 Juni pada pukul 08.00 WIB di Unit Barat Daya dan 4,06 lux di tanggal 22 Desember pada pukul 12.00 WIB di Unit Timur Laut. Meskipun 2 ruang sudah memenuhi standar, tetap terdapat satu kamar yang belum memenuhi standar kuat penerangan cahaya. Berikut Tabel 1 hasil simulasi untuk kondisi langit *Average Sky* pada Konfigurasi Desain 1.

Tabel 6. Hasil Simulasi Konfigurasi Desain 1 Kondisi Langit *Average Sky*

Tanggal Uji Spesifik	Waktu	Rata-Rata Iluminansi Unit Barat Daya (Lux)			Rata-Rata Iluminansi Unit Timur Laut (Lux)		
		Kamar 1	Kamar 2	Ruang Keluarga	Kamar 1	Kamar 2	Ruang Keluarga
20 Maret (Ekuinoks)	08.00	4,65	398	452	28,1	2864	3320
	12.00	4,55	417	455	5,09	494	545
	14.00	18,5	2089	2135	6,82	593	654
21 Juni (Solstis Utara)	08.00	3,25	287	324	33,9	3700	4433
	12.00	6,37	557	611	17,1	1884	1891
	14.00	10,6	926	958	9,98	838	926
22 Desember (Solstis Selatan)	08.00	7,06	549	632	16,1	1457	1654
	12.00	9,16	906	920	4,06	375	422
	14.00	33,9	520	4547	5,5	466	520
Standar Minimal SNI 03-6575-2001	120-250 lux	Belum Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Belum Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

Perbedaan signifikan terlihat pada Konfigurasi Desain 2. Berbeda dengan Desain 1 yang masih mempertahankan rigiditas massa denah yang berbentuk persegi utuh, Desain 2 ini mengubah

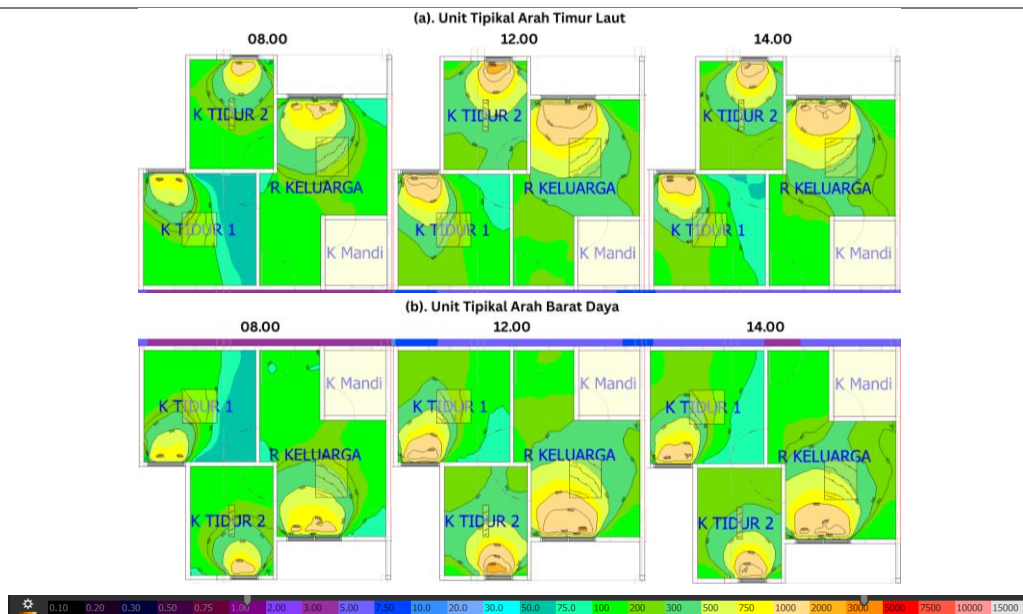
konfigurasi ruang melalui pergeseran dinding Kamar Tidur 2 (kamar depan). Perubahan tata letak ini dilakukan dengan menggeser dinding kamar tidur depan, sehingga pembagian area sekaligus akses cahaya antara Kamar Tidur 1

dan Ruang Keluarga menjadi lebih seimbang. Penyesuaian dimensi pada Kamar Tidur 2 (kamar tidur depan) ini dilakukan agar memberikan ruang sirkulasi cahaya yang proporsional, sehingga semua ruang yang

semula terhalang, kini mendapat akses langsung terhadap bukaan jendela ke arah fasad luar. Hasil simulasi konfigurasi 2 dengan kondisi *Overcast Sky* dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Simulasi Konfigurasi Desain 2 Kondisi Langit *Overcast Sky*

Waktu	Besar Iuminansi (Lux)	Unit Tipikal Barat Daya			Unit Tipikal Timur Laut		
		Kamar Tidur 1	Kamar Tidur 2	Ruang Keluarga	Kamar Tidur 1	Kamar Tidur 2	Ruang Keluarga
08.00	$\bar{E}$ rata-rata	192	293	280	189	296	281
	E min	51,8	95,5	77,2	49,4	93,7	82,4
	E max	1034	1393	1183	1029	1380	1181
12.00	$\bar{E}$ rata-rata	338	517	495	334	522	497
	E min	91,4	169	136	87,2	165	145
	E max	1824	2458	2087	1816	2436	2084
14.00	$\bar{E}$ rata-rata	282	431	412	279	435	414
	E min	76,2	141	114	72,7	138	121
	E max	1520	2049	1740	1514	2030	1737
DF (%)		1,39%	2,21%	2,89%	1,35%	2,25%	2,87%



Gambar 12. Hasil Simulasi Konfigurasi Desain 2 *Overcast Sky* Rusun Putri Cempo Blok E

Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain ini sukses mendistribusikan cahaya alami dengan baik ke seluruh ruangan yang ada di unit rusun. Berdasarkan Tabel 7, iluminansi rata-rata pukul 12.00 WIB pada Kamar Tidur 1 mencapai 338 lux (DF 1,39%) di Unit Barat Daya dan 334 lux (DF 1,35%) di Unit Timur Laut. Pada ruang lainnya, Kamar Tidur 2 iluminansi rata-rata mencapai 517 lux (DF 2,21%) di Unit Barat Daya dan 522 lux (DF 2,25%) di Unit Timur

Laut. Ruang keluarga yang sebelumnya pada kondisi eksisting tidak mendapatkan pencahayaan yang cukup, saat ini terbebas dari zona yang kurang pencahayaan dengan pencapaian iluminansi rata-rata naik signifikan menjadi 495 lux di Unit Barat Daya dengan nilai DF mencapai 2,89% sedangkan di Unit Timur Laut mencapai rata-rata 497 lux dengan nilai DF mencapai 2,87% yang memenuhi standar. Hasil ini sangat jauh jika dibandingkan dengan kondisi eksisting yang nilai DF-nya

sebesar 0,03% pada Ruang Keluarga, menandakan bahwa perubahan dari Desain Konfigurasi 2 ini memberikan dampak yang signifikan dan sudah memenuhi standar *Daylight Factor* untuk hunian. Keberhasilan

performa Konfigurasi Desain 2 ini semakin terkonfirmasi melalui pengujian menggunakan model langit *Average Sky* pada tiga variasi lintasan matahari tahunan (20 Maret, 21 Juni, dan 22 Desember).

Tabel 8. Hasil Simulasi Konfigurasi Desain 2 Kondisi Langit *Average Sky*

Tanggal Uji Spesifik	Waktu	Rata-Rata Iluminansi Unit Barat Daya (Lux)			Rata-Rata Iluminansi Unit Timur Laut (Lux)		
		Kamar 1	Kamar 2	Ruang Keluarga	Kamar 1	Kamar 2	Ruang Keluarga
20 Maret (Ekuinoks)	08.00	187	372	328	524	3020	2496
	12.00	260	334	303	306	389	353
	14.00	1614	912	953	332	438	441
21 Juni (Solstis Utara)	08.00	142	253	230	1101	3596	3838
	12.00	323	420	422	1424	882	901
	14.00	508	626	675	474	595	637
22 Desember (Solstis Selatan)	08.00	247	540	464	398	1505	788
	12.00	464	838	609	194	318	277
	14.00	369	3390	3813	241	369	349
Standar Minimal SNI 03-6575-2001	120-250 lux	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 8, rekonfigurasi ruang ini terbukti mampu menjaga stabilitas distribusi cahaya yang merata di sepanjang jam aktif penghuni. Pada fase ekuinoks (20 Maret), persebaran cahaya di Ruang Keluarga mampu mencapai rata-rata 328 lux di pagi hari (08.00 WIB) dan memuncak hingga 953 lux pada pukul 14.00 WIB pada Unit Barat Daya, sedangkan unit arah timur laut mampu menghasilkan 2496 lux di Ruang Keluarga pada pukul 08.00 WIB dan menurun stabil hingga 441 lux pada pukul 14.00 WIB. Konsistensi performa ini juga dipertahankan pada waktu solstis Juni maupun Desember. Melihat dari hasil simulasi pada Desain 2, dapat dinyatakan bahwa konfigurasi ruang ini sudah memenuhi standar kuat penerangan berdasarkan SNI 03-6575-2001, hal ini membuktikan bahwa Desain Konfigurasi 2 adalah solusi tata ruang yang paling optimal untuk menerima kuantitas pencahayaan alami yang sesuai standar untuk tipologi rusun *single-aspect*.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengevaluasi secara kuantitatif pengaruh konfigurasi ruang terhadap

kinerja pencahayaan alami menggunakan simulasi komputasional. Hasil evaluasi membuktikan bahwa permasalahan minimnya pencahayaan alami pada unit *single-aspect* Rusun Putri Cempo Blok E Surakarta bukan disebabkan oleh ketidakcukupan dimensi bukaan, mengingat bahwa *Window-to-Wall Ratio* eksisting telah memenuhi standar pada angka 17%. Permasalahan utama justru disebabkan oleh konfigurasi tata ruang yang menempatkan kamar tidur sebagai penghalang fisik antara bukaan fasad dan area komunal di dalam unit. Kondisi ini mengakibatkan Ruang Keluarga hanya memperoleh *Daylight Factor* sebesar 0,03% jauh di bawah ambang minimum yang disyaratkan, sementara kamar tidur yang berbatasan langsung dengan fasad justru menerima cahaya yang jauh melampaui kebutuhan.

Dari dua skenario rekonfigurasi yang diuji, hasilnya menunjukkan perbedaan yang kontras. Konfigurasi Desain 1 yang memindahkan seluruh zona ruang secara terbalik, terbukti tidak optimal. Pemindahan area komunal ke area yang berbatasan langsung dengan fasad justru menciptakan ketimpangan cahaya pada kamar tidur yang tidak berhadapan langsung

dengan fasad, dengan Kamar Tidur 1 mencatat nilai DF yang anjlok ke angka 0,04%. Solusi yang tepat dan terbukti berhasil adalah Konfigurasi Desain 2. Pada desain ini, penyelesaian dilakukan dengan mengubah tata letak kamar tidur depan agar ruang komunal dan kamar tidur di area belakang dapat berbagi batas fasad secara bersamaan sehingga seluruh ruangan mendapatkan bukaan jendela langsung dari arah luar. Hasil simulasi membuktikan bahwa pergeseran dinding ini sukses mendistribusikan cahaya ke dalam setiap ruang, ditandai dengan meningkatnya nilai DF di ruang keluarga menjadi 2,87% hingga 2,89%, serta nilai iluminansi rata-rata yang memenuhi standar kelayakan SNI 03-6575-2001 dan terbukti konsisten pada berbagai kondisi lintasan matahari tahunan.

Temuan ini menegaskan bahwa pada tipologi hunian vertikal *single-aspect* dengan sistem *double-loaded corridor*, perubahan tata letak dan geometri ruang dalam terbukti menjadi strategi yang efektif dalam mengatasi ketimpangan distribusi pencahayaan alami. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan desain bagi perencana dan pengambil kebijakan perumahan dalam merancang unit Rusun MBR yang lebih adaptif dengan kebutuhan pencahayaan alami, sekaligus berkontribusi pada pengurangan ketergantungan penghuni terhadap pencahayaan buatan di siang hari sebagai bagian dari upaya efisiensi energi hunian berkelanjutan.

KONTRIBUSI PENULIS

Penulis pertama (MWZ) mengembangkan gagasan penelitian, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan penelitian; penulis kedua (AD) memberikan bimbingan konseptual, verifikasi metodologi, validasi hasil penelitian dan persetujuan akhir naskah.

REFERENSI

Achsani, R. A., Wonorahardjo, S., & Triyadi, S. (2025). Optimisation of Indoor Spatial and Temporal Aspects of Deep Architectural Studio on Visual Comfort. *Journal*

of Daylighting, 12(1), 40–50. <https://doi.org/10.15627/jd.2025.3>

AL-Dossary, A. M., & Kim, D. D. (2020). A Study of Design Variables in Daylight and Energy Performance in Residential Buildings under Hot Climates. *Energies*, 13(21), 5836. <https://doi.org/10.3390/en13215836>

Alfani, Fitriaty, P., & Malik, S. M. (2023). Thermal and Daylighting Evaluation: The Basic of Energy Efficient House Design at the Earliest Stages. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1267(1), 012080. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1267/1/012080>

Arshard, W. N. R. M., Arminda, W., & Raja Abdul Kadir, T. A. Q. (2022). Indoor and Outdoor Air and Lighting Quality Assessment in High-Rise Low-Cost Housing in Penang. *PLANNING MALAYSIA*, 20. <https://doi.org/10.21837/pm.v20i21.1107>

Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. (2026). *Kepadatan Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah (jiwa per km²)*, 2026. Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. <https://jateng.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjQxOSMy/kepadatan-penduduk-di-jawa-tengah--2026.html>

CIBSE. (2023). *Research Insight 7: Daylight calculation methods in BS EN 17037* (No. 7). Chartered Institution of Building Services Engineers.

Fatimah, S., Fitriaty, P., & Bassaleng, A. J. R. (2024). Evaluasi Penghawaan dan Pencahayaan Alami pada Desain Gedung Asrama Mahasiswa di Daerah Tropis. *Arsitektura*,

- 22(2), 285.
<https://doi.org/10.20961/arst.v22i2.85048>
- GBCI. (2024). *Perangkat penilaian GREENSHIP: GREENSHIP bangunan baru Versi 1.2*. Green Building Council Indonesia.
- Ghufrona, Y. M., Dinapradipta, A., & Samodra, F. T. B. (2021). The Impact of Folding Shutter on the Daylighting Performance in Tropical Climate. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(6), 235. <https://doi.org/10.12962/j23546026.y2020i6.11099>
- Hemmerling, M., Seegers, M., & Witzel, D. (2023). Calculation of energy saving potential for lighting with DIALux evo. *Energy and Buildings*, 278, 112475. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112475>
- Hong, Y., Mohamed, M. F., Yusoff, W. F. M., Yang, M., Yang, Q., Liu, X., & Zhong, Y. (2025). Optimization of External Horizontal Slat Configurations for Enhanced Tropical Daylighting in High-Rise Apartments. *Buildings*, 15(16), 2847. <https://doi.org/10.3390/buildings15162847>
- Hraška, J., & Čurpek, J. (2024). The Practical Implications of the EN 17037 Minimum Target Daylight Factor for Building Design and Urban Daylight in Several European Countries. *Heliyon*, 10(1), e23297. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23297>
- Iswanudin. (2026). *Hari Tanpa Bayangan di Indonesia (Kulminasi Utama I 2026)*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). <https://www.bmkg.go.id/tanda-waktu/hari-tanpa-bayangan/hari-tanpa-bayangan-di-indonesia-kulminasi-utama-i-2026>
- Ji, G., & Sawyer, A. (2022, September 14). *Using Illuminance Ranges and Target Areas to Analyze Daylight in Multi-Dwelling Units*. 2022 Building Performance Analysis Conference and SimBuild. <https://doi.org/10.26868/25746308.2022.C001>
- Kalaimathy, K., Shanthi Priya, R., Rajagopal, P., Pradeepa, C., & Senthil, R. (2023). Daylight Performance Analysis of a Residential Building in a Tropical Climate. *Energy Nexus*, 11, 100226. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100226>
- Lotfabadi, P. (2023). Calculating the Optimum Window-to-Wall Ratio According to Daylight Factor and Thermal Performance in Mediterranean Climate. *International Journal of Energy Studies*, 8(3), 289–314. <https://doi.org/10.58559/ijes.1265613>
- Meutia, N., Lesmana, F. A., Widiastuti, R., & Bramiana, C. N. (2025). The Impact of Secondary Skin on Natural Lighting in the Office of BPS Salatiga: A Simulation Study Using DIALux Evo 13.0 and Green Architecture Principles. *Journal of Architecture&ENVIRONMENT*, 24(2), 223–250. <https://doi.org/10.12962/j2355262x.v24i2.a22972>
- Peters, T., & Kesik, T. (2018, Mei 9). Daylight Simulation for Multi-Unit Residential Buildings: Occupant-Centered Approaches to Assessment. *ESim 2018, the 10th Conference of IBPSA-Canada*.

- Peters, T., Wolf, J., Peters, B., & Kesik, T. (2019). *Generative Design Approaches to Daylight in MURBs*. 2, 1247–1254. <https://doi.org/10.26868/25222708.2019.211380>
- Qureshi, J., & Hemarathne, T. (2026). Simulation-Based Visual-Comfort and Energy-Optimised Lighting Design for Residential Buildings: A Comparative Study of Manual and DIALux-Based Approaches. *Buildings*, 16(8), 1591. <https://doi.org/10.3390/buildings16081591>
- Rahma, N. A., Hardiana, A., & Rahayu, P. (2020). Pemilihan Lokasi Rumah Susun Sederhana Sewa: Studi Kasus Rusunawa Putri Cempo, Surakarta. *Desa-Kota*, 2(2), 158. <https://doi.org/10.20961/desa-kota.v2i2.34404.158-174>
- Safavi, S. H. N., Shokri, E., Vasigh, B., Saeed Banihashemi, & Esfandiari, A. (2026). Comparative Analysis of Daylight and Visual Quality Across School Plan Typologies: A Spatial Layout Perspective. *Journal of Daylighting*, 13(1), 20–43. <https://doi.org/10.15627/jd.2026.2>
- Saputra, A. E., & Nugrahaini, F. T. (2024). Identifikasi Pencahayaan Alami untuk Mendukung Aktivitas Pengguna pada Vila Wukirsawit Di Jatiyoso. *SINEKTIKA: Jurnal Arsitektur*, 21(2). <https://doi.org/10.23917/sinektika.v21.4549>
- Setiawan, S. A., & Elsiana, F. (2025). Review of Daylighting Strategies in Tropical Vertical Residential Buildings. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 12(2), 277–288. <https://doi.org/10.24252/nature.v12i2a9>
- Sultana, S., & Rahman Joarder, M. A. (2025). Optimising Daylighting and Energy Performance in Deep-Plan Tropical Buildings: Uniform Versus Staggered Lightwell Configurations for Multistory Apartments. *Journal of Building Engineering*, 112, 113753. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.113753>
- Sundaram, M. A., & Luthra, J. (2026). Effects of Urban Obstructions on Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Daylight Glare Probability (DGP) in Tropical Mid-rise Housings. *Journal of Daylighting*, 13(1), 1–19. <https://doi.org/10.15627/jd.2026.1>
- Suryo, M. S. (2022). Study on Daylight Performance and Spatial Configuration of Low-cost Apartment Building in Indonesia through Computational Simulation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1058(1), 012014. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1058/1/012014>
- Zhao, Z., Gao, Z., Wang, H., Meng, F., Zhu, X., & Xu, F. (2025). DIALux Evo and Ladybug + Honeybee: A Review of Performance and Application in Electric Lighting Environment. *Building and Environment*, 285, 113570. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.113570>