

## Evaluasi Kinerja Pencahayaan Alami terhadap Standar Intensitas Pencahayaan Ruang Hunian Menggunakan Lux Meter pada Rumah Tinggal

Salma Fauziyyah<sup>1\*</sup>, Azzam Zaki Nahdi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi Sains Bandung, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

\*Penulis korespondensi, email: [salmafauz23@gmail.com](mailto:salmafauz23@gmail.com)

**Abstrak**— Pencahayaan alami merupakan salah satu aspek penting dalam menciptakan kenyamanan visual dan efisiensi energi pada bangunan hunian. Namun, masih banyak rumah tinggal yang belum memenuhi standar pencahayaan alami sesuai SNI 6197:2011. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja pencahayaan alami pada rumah tinggal dua lantai di Kecamatan Sukamahi, Cikarang Pusat, serta menilai kesesuaiannya terhadap standar pencahayaan ruang hunian. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui pengukuran langsung intensitas cahaya menggunakan lux meter pada beberapa titik pengamatan yang disusun dalam pola grid pada setiap ruang. Pengukuran dilakukan pada pukul 08.00–15.00 WIB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ruang santai lantai 2 memiliki pencahayaan terbaik dengan rentang iluminasi 142–305 lux dan memenuhi standar SNI, sedangkan ruang tamu hanya memenuhi standar pada area tertentu. Kamar tidur lantai 1 dan ruang kamar mandi menunjukkan nilai iluminasi rendah, yaitu 18–85 lux, sehingga belum memenuhi standar pencahayaan minimum. Distribusi pencahayaan dipengaruhi oleh konfigurasi ruang, posisi bukaan, serta hambatan struktural bangunan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa optimalisasi orientasi bangunan, dimensi bukaan, dan tata letak ruang diperlukan untuk meningkatkan kualitas pencahayaan alami, kenyamanan visual, serta efisiensi energi pada rumah tinggal dua lantai.

Kata kunci: pencahayaan alami, iluminasi, lux meter, rumah tinggal.

*This article is licensed under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*

### 1. Pendahuluan

Pencahayaan alami merupakan salah satu elemen penting dalam perancangan bangunan hunian karena berpengaruh terhadap kenyamanan visual, kesehatan penghuni, dan efisiensi energi bangunan. Pemanfaatan cahaya matahari secara optimal dapat mengurangi ketergantungan terhadap pencahayaan buatan pada siang hari sehingga konsumsi energi listrik menjadi lebih efisien [1]. Selain memberikan manfaat fungsional, pencahayaan alami juga berperan dalam menciptakan kualitas ruang yang lebih nyaman dan sehat bagi penghuni rumah [2]. Dalam konteks bangunan hunian di wilayah tropis seperti Indonesia, keberadaan pencahayaan alami menjadi aspek yang sangat penting karena intensitas sinar matahari tersedia sepanjang tahun [3].

Secara umum, permasalahan pencahayaan alami pada bangunan rumah tinggal masih sering ditemukan, terutama pada kawasan permukiman perkotaan dengan keterbatasan lahan dan kepadatan bangunan yang tinggi. Banyak rumah tinggal dibangun dengan orientasi bangunan dan konfigurasi ruang yang kurang mempertimbangkan distribusi cahaya alami secara optimal [4]. Akibatnya, beberapa ruang dalam bangunan memiliki tingkat iluminasi yang rendah sehingga tidak memenuhi standar kenyamanan visual

dan membutuhkan tambahan pencahayaan buatan pada siang hari [5]. Kondisi tersebut tidak hanya meningkatkan konsumsi energi, tetapi juga dapat memengaruhi kualitas aktivitas penghuni di dalam rumah [6].

Permasalahan pencahayaan alami menjadi lebih kompleks pada rumah tinggal dua lantai. Konfigurasi ruang bertingkat, keberadaan elemen struktural, serta posisi bukaan yang terbatas sering kali menyebabkan distribusi cahaya tidak merata antara lantai atas dan lantai bawah [7]. Ruang-ruang yang berada pada bagian tengah atau belakang bangunan umumnya mengalami kekurangan cahaya alami akibat terhalang oleh dinding, garasi, maupun ruang lain di sekitarnya [8]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kualitas pencahayaan alami sangat dipengaruhi oleh dimensi bukaan, orientasi bangunan, kedalaman ruang, serta keberadaan elemen penghalang cahaya [9]. Selain itu, ruang tanpa akses langsung terhadap bukaan alami, seperti kamar mandi atau ruang servis, cenderung memiliki tingkat iluminasi yang sangat rendah [10].

Di Indonesia, standar pencahayaan alami pada bangunan telah diatur dalam SNI 6197:2011 mengenai konservasi energi pada sistem pencahayaan. Standar tersebut merekomendasikan tingkat pencahayaan minimum untuk mendukung kenyamanan dan keamanan aktivitas penghuni dalam ruang [11]. Namun demikian, implementasi standar pencahayaan alami pada bangunan rumah tinggal masih belum optimal, khususnya pada hunian yang dibangun tanpa perencanaan pencahayaan yang memadai [12]. Beberapa penelitian sebelumnya lebih banyak membahas pencahayaan alami pada bangunan pendidikan, perkantoran, hotel, perpustakaan, maupun ruang komersial [13]–[15]. Kajian mengenai evaluasi langsung pencahayaan alami pada rumah tinggal dua lantai menggunakan pengukuran lapangan masih relatif terbatas, khususnya pada kawasan hunian perkotaan di Cikarang.

Urgensi penelitian ini didasarkan pada pentingnya pencahayaan alami sebagai indikator kelayakan hunian yang berkaitan dengan kenyamanan visual, efisiensi energi, dan kualitas lingkungan dalam bangunan. Rumah tinggal yang tidak memiliki pencahayaan alami yang memadai berpotensi meningkatkan penggunaan lampu pada siang hari serta menurunkan kualitas kenyamanan penghuni [16]. Selain itu, meningkatnya pembangunan rumah tinggal dua lantai pada kawasan perkotaan menjadikan evaluasi pencahayaan alami sebagai kebutuhan penting dalam mendukung konsep hunian berkelanjutan [17].

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada evaluasi langsung kinerja pencahayaan alami pada rumah tinggal dua lantai menggunakan metode pengukuran intensitas cahaya dengan lux meter pada beberapa ruang hunian secara detail berdasarkan pola grid pengukuran. Penelitian ini tidak hanya menganalisis tingkat iluminasi setiap ruang, tetapi juga mengevaluasi kesesuaiannya terhadap standar SNI 6197:2011 serta mengaitkannya dengan konfigurasi ruang, posisi bukaan, dan hambatan struktural bangunan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dalam perencanaan pencahayaan alami pada rumah tinggal dua lantai di kawasan perkotaan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pencahayaan alami pada rumah tinggal dua lantai di Kecamatan Sukamahi, Cikarang Pusat, menggunakan lux meter sebagai alat ukur intensitas cahaya, serta menilai tingkat kesesuaiannya terhadap standar pencahayaan alami berdasarkan SNI 6197:2011.

## **2. Metode**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode observasi lapangan melalui pengukuran langsung intensitas pencahayaan alami pada rumah tinggal dua lantai. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan diperolehnya data objektif berupa nilai iluminasi (lux) yang dapat dibandingkan secara langsung dengan standar pencahayaan berdasarkan SNI 6197:2011.

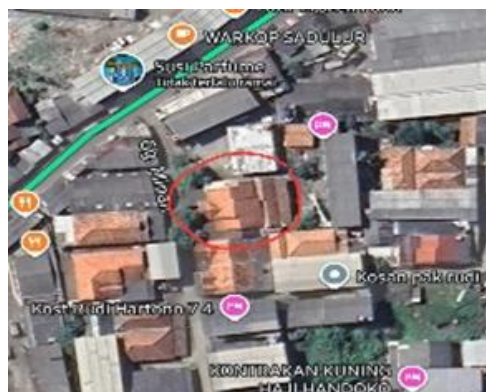
Objek penelitian berupa rumah tinggal dua lantai yang berlokasi di Kecamatan Sukamahi, Cikarang Pusat dengan luas tanah  $\pm 180 \text{ m}^2$  dan luas bangunan  $\pm 90 \text{ m}^2$ . Bangunan ini memiliki karakteristik hunian perkotaan dengan konfigurasi ruang yang terdiri dari ruang tamu, kamar tidur, kamar mandi, dapur, dan ruang santai. Secara umum, kondisi dan lokasi bangunan ditunjukkan pada Gambar 1, sedangkan tata letak ruang pada lantai 1 dan lantai 2 ditampilkan pada Gambar 2.

Pengukuran intensitas pencahayaan dilakukan menggunakan alat lux meter untuk memperoleh nilai iluminasi pada setiap ruang. Titik pengukuran ditentukan menggunakan metode grid, yaitu dengan membagi setiap ruang menjadi beberapa titik ukur berjarak  $\pm 1$  meter secara horizontal dan vertikal. Metode ini digunakan untuk mendapatkan distribusi pencahayaan yang lebih representatif di dalam ruang.

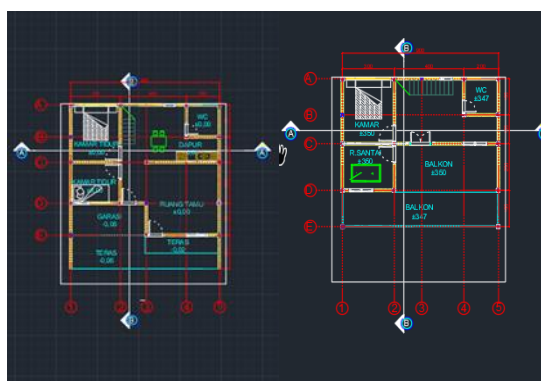
Setiap titik pengukuran ditempatkan pada bidang kerja setinggi  $\pm 0,75$  meter dari permukaan lantai, sesuai standar pengukuran pencahayaan dalam ruang. Pengukuran dilakukan pada rentang waktu pukul 08.00 hingga 15.00 WIB untuk menangkap variasi intensitas cahaya matahari sepanjang hari.

Data hasil pengukuran kemudian dihitung nilai rata-rata dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan cara membandingkan nilai iluminasi setiap ruang terhadap standar minimum pencahayaan ruang hunian berdasarkan SNI 6197:2011. Selanjutnya, hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk menunjukkan distribusi pencahayaan pada setiap ruang.

Tahapan akhir dalam metode ini adalah evaluasi kinerja pencahayaan alami berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhi distribusi cahaya, seperti orientasi bangunan, dimensi dan posisi bukaan, serta adanya hambatan struktural antar ruang. Hasil evaluasi ini digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kesesuaian desain bangunan terhadap prinsip pencahayaan alami yang baik serta memberikan rekomendasi peningkatan kualitas pencahayaan pada rumah tinggal dua lantai.



Gambar 1. Lokasi rumah tinggal dua lantai di Sukamahi, Cikarang Pusat



Gambar 2. Denah rumah lantai 1 dan lantai 2

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi pada objek penelitian berupa rumah tinggal dua lantai di Kecamatan Sukamahi, Cikarang Pusat, diperoleh bahwa bangunan memiliki karakteristik ruang yang terbagi menjadi dua lantai dengan fungsi berbeda. Kondisi lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1, sedangkan konfigurasi ruang lantai 1 dan lantai 2 ditunjukkan pada Gambar 2. Secara umum, lantai 1 terdiri atas ruang tamu yang juga berfungsi sebagai ruang keluarga, dua kamar tidur, satu kamar mandi, serta garasi. Keberadaan garasi pada bagian depan bangunan menyebabkan sebagian ruang mengalami hambatan pencahayaan alami karena terhalang massa bangunan sehingga intensitas cahaya yang masuk tidak optimal. Kondisi ini menunjukkan bahwa distribusi pencahayaan alami sangat dipengaruhi oleh konfigurasi ruang, orientasi bangunan, serta bukaan yang tersedia [4], [9].

Pada lantai 2, ruang terdiri atas satu kamar tidur, satu kamar mandi, dan ruang santai yang memiliki bukaan jendela relatif besar. Ruang santai menerima pencahayaan alami lebih optimal karena bukaan yang luas memungkinkan penetrasi cahaya dari beberapa arah. Namun demikian, kamar tidur lantai 2 tetap tidak memiliki bukaan langsung ke luar dan hanya menerima pencahayaan tidak langsung dari ruang santai. Meskipun demikian, kondisi ini masih lebih baik dibandingkan kamar tidur lantai 1 yang mengalami keterbatasan pencahayaan lebih signifikan [3], [10]. Secara umum, kondisi ini menunjukkan bahwa pencahayaan alami sangat dipengaruhi oleh dimensi bukaan, orientasi bangunan, serta kedalaman ruang [5], [14].

Hasil pengukuran intensitas pencahayaan alami dilakukan pada rentang waktu 08.00–15.00 WIB. Rekapitulasi hasil rata-rata pencahayaan lantai 1 disajikan pada Tabel 1, sedangkan hasil lantai 2 disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 1, ruang tamu memiliki nilai iluminasi tertinggi dibandingkan ruang lainnya dengan rentang 60–236 lux. Nilai maksimum terjadi pada pukul 10.00, sedangkan nilai minimum pada pukul 15.00. Meskipun demikian, distribusi pencahayaan pada ruang ini belum merata karena terjadi penurunan intensitas dari area dekat bukaan menuju bagian dalam ruang [4], [2].

Tabel 1. Rata-rata intensitas pencahayaan alami pada lantai 1 berdasarkan waktu pengukuran

Waktu	Kamar Tidur 1 Lt 1	Kamar Tidur 2 Lt 1	Ruang Tamu	Kamar Mandi Lt 1
8	41.95	38.91	119.19	22.41
9	50.19	46.01	138.45	26.56
10	55.28	50.83	158.93	29.63
11	52	47.63	148.89	28.44
12	48.14	44.41	138.88	27.74
13	44.2	41.25	129.23	26.16
14	40.52	37.79	119.38	24.54
15	35.75	33.24	100.56	22.63

Tabel 2. Rata-rata intensitas pencahayaan alami pada lantai 2 berdasarkan waktu pengukuran

Waktu	Kamar Tidur Lt 2	Ruang Santai	Kamar Mandi Lt 2
8	84.42	206.26	26.41
9	100.07	236.78	30.56
10	113.99	261.71	33.63
11	109.24	250.71	32.44
12	103.71	236.21	31.74
13	98.04	221.69	30.16
14	92.51	207.08	28.54
15	82.07	177.22	25.63

Pada kamar tidur lantai 1, hasil pengukuran menunjukkan nilai iluminasi rendah dengan rentang 22–85 lux pada kamar tidur 1 dan 22–72 lux pada kamar tidur 2. Kondisi ini menunjukkan bahwa kedua ruang tidak memenuhi kebutuhan pencahayaan alami yang memadai akibat keterbatasan bukaan serta adanya hambatan berupa garasi dan posisi ruang di bagian belakang bangunan [12], [13].

Sementara itu, berdasarkan Tabel 2, ruang santai pada lantai 2 menunjukkan performa pencahayaan terbaik dengan rentang 142–305 lux. Nilai ini merupakan yang tertinggi dalam seluruh ruang penelitian dan telah melampaui standar minimum pencahayaan ruang hunian, sehingga dapat dikategorikan sebagai ruang dengan kualitas pencahayaan sangat baik [1], [11]. Kamar tidur lantai 2 memiliki rentang 58–165 lux. Meskipun lebih baik dibandingkan kamar tidur lantai 1, distribusi pencahayaan masih belum merata karena hanya menerima pencahayaan tidak langsung dari ruang santai [10], [17].

Kamar mandi pada kedua lantai menunjukkan nilai iluminasi yang sangat rendah yaitu 18–35 lux pada lantai 1 dan 21–39 lux pada lantai 2. Kondisi ini terjadi karena ruang tidak memiliki bukaan langsung sehingga cahaya alami tidak dapat masuk secara optimal [10], [17].

Visualisasi distribusi pencahayaan setiap ruang berdasarkan waktu pengukuran ditunjukkan pada Gambar 3. Grafik tersebut menunjukkan bahwa intensitas pencahayaan meningkat pada pagi hari, mencapai puncak sekitar pukul 10.00, kemudian menurun secara bertahap hingga sore hari. Pola ini menunjukkan bahwa intensitas pencahayaan sangat dipengaruhi oleh pergerakan matahari dan orientasi bukaan bangunan [6], [8].



Gambar 3. Grafik hasil pengukuran intensitas pencahayaan alami setiap ruang berdasarkan waktu pengamatan (08.00–15.00)

Evaluasi kesesuaian pencahayaan terhadap standar SNI 6197:2011 disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan tabel tersebut, ruang santai merupakan satu-satunya ruang yang secara konsisten memenuhi standar minimum  $\geq 120$  lux. Ruang tamu hanya memenuhi standar pada area tertentu, sedangkan kamar tidur lantai 1, kamar tidur lantai 2, serta kamar mandi pada kedua lantai sebagian besar berada di bawah standar. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kondisi eksisting dengan standar pencahayaan yang ditetapkan [11], [16].

Tabel 3. Perbandingan hasil pengukuran intensitas pencahayaan alami dengan standar SNI 6197:2011

No	Ruang	Rentang Lux Hasil Pengukuran	Standar SNI ( $\geq 120$ lux)	Kesesuaian	Keterangan
1	Ruang Santai	142 – 305 lux	$\geq 120$ lux	Memenuhi	Pencahayaan sangat optimal, distribusi merata karena bukaan luas
2	Ruang Tamu	60 – 236 lux	$\geq 120$ lux	Sebagian Memenuhi	Area dekat bukaan memenuhi, bagian dalam belum merata
3	Kamar Tidur Lt 2	58 – 165 lux	$\geq 120$ lux	Sebagian Memenuhi	Cahaya tidak langsung dari ruang santai, distribusi kurang merata
4	Kamar Tidur 1 (Lt 1)	22 – 85 lux	$\geq 120$ lux	Tidak Memenuhi	Terhalang garasi, bukaan tidak efektif
5	Kamar Tidur 2 (Lt 1)	22 – 72 lux	$\geq 120$ lux	Tidak Memenuhi	Posisi belakang, minim bukaan
6	Kamar Mandi Lt 1	18 – 35 lux	$\geq 120$ lux	Tidak Memenuhi	Tanpa bukaan, lokasi belakang
7	Kamar Mandi Lt 2	21 – 39 lux	$\geq 120$ lux	Tidak Memenuhi	Tanpa bukaan, posisi belakang atas

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi pencahayaan alami pada rumah tinggal dua lantai tidak merata dan sangat dipengaruhi oleh konfigurasi ruang, dimensi dan posisi bukaan, serta keberadaan hambatan struktural. Ruang dengan bukaan besar dan akses langsung terhadap cahaya alami memiliki performa pencahayaan yang lebih baik dibandingkan ruang yang terhalang atau berada jauh dari sumber cahaya [1], [14]. Oleh karena itu, optimalisasi desain arsitektural seperti pengaturan orientasi bangunan, penambahan bukaan, dan penataan ulang ruang diperlukan untuk meningkatkan kualitas pencahayaan alami serta kenyamanan visual penghuni [8], [17].

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi dan analisis pencahayaan alami pada rumah tinggal dua lantai di Kecamatan Sukamahi, Cikarang Pusat, dapat disimpulkan bahwa kinerja pencahayaan alami pada bangunan tersebut belum sepenuhnya memenuhi standar minimum yang ditetapkan dalam SNI 6197:2011. Hasil pengukuran menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup signifikan antara kondisi eksisting dengan standar kelayakan pencahayaan, terutama pada ruang-ruang yang memiliki keterbatasan bukaan dan terhalang oleh elemen struktural bangunan.

Distribusi pencahayaan alami pada bangunan cenderung tidak merata. Ruang santai pada lantai 2 menunjukkan performa pencahayaan terbaik dengan rentang 142–305 lux dan telah memenuhi standar pencahayaan minimum, sedangkan ruang tamu hanya memenuhi standar pada area tertentu. Sebaliknya, kamar tidur pada lantai 1, kamar tidur lantai 2, serta kamar mandi pada kedua lantai sebagian besar memiliki nilai iluminasi di bawah 120 lux sehingga belum memenuhi standar pencahayaan yang dipersyaratkan.

Temuan ini menunjukkan bahwa kinerja pencahayaan alami sangat dipengaruhi oleh konfigurasi ruang, orientasi bangunan, dimensi dan posisi bukaan, serta adanya hambatan struktural seperti garasi dan posisi ruang yang kurang optimal terhadap sumber cahaya alami. Kondisi tersebut berdampak pada menurunnya kualitas kenyamanan visual penghuni serta meningkatnya ketergantungan terhadap pencahayaan buatan pada siang hari.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa optimalisasi desain arsitektural, khususnya pada aspek bukaan, tata letak ruang, dan orientasi bangunan, sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas pencahayaan alami agar sesuai dengan standar SNI serta mendukung terciptanya hunian yang nyaman dan efisien energi.

#### Daftar Pustaka

- [1] N. Nur, L. Ramadhani, N. Cholis Idham, D. Fildzah, and Z. Zakirah, "Natural lighting as a factor in improving visual comfort and energy efficiency in residential buildings," *Proc. Seminar Karya Arsitektur Indonesia*, vol. 6, 2023.
- [2] V. Rachel and N. Yusnita Nugroho, "Intensitas pencahayaan alami dan kenyamanan visual untuk aktivitas kerja pada area semi-outdoor café," *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, vol. 29, no. 1, 2024.
- [3] F. Dewantoro and D. A. Widodo, "Kajian pencahayaan dan penghawaan alami desain bangunan pada iklim tropis," *JICE: Journal of Infrastructural in Civil Engineering*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [4] M. F. Gunawan and A. Dwiyanto, "Studi pencahayaan alami hunian tipikal berderet di perumahan perkotaan," *Jurnal Arsitektur ARCADE*, vol. 7, no. 2, 2023.
- [5] A. A. Nyssa, "The relation between window-to-floor ratio and lux values of natural lighting in residential houses," *Jurnal RISA (Riset Arsitektur)*, vol. 9, no. 3, pp. 31–41, 2025, doi: 10.26593/risa.v9i3.31-41.
- [6] D. I. S. Pratiwi, N. A. Octavia, U. Chasanah, and A. L. Marufah, "Analisis intensitas pencahayaan artifisial auditorium berdasarkan SNI 6197 berbasis peta kontur," *Inovasi Fisika Indonesia*, vol. 15, no. 1, pp. 39–47, 2026, doi: 10.26740/ifi.v15n1.p39-47.
- [7] M. I. Nasution, Z. A. Daulay, and R. R. Tampubolon, "Efektivitas tingkat pencahayaan alami dan pencahayaan campuran pada ruang perkuliahan," *Indonesian Physics Communication*, vol. 19, no. 3, 2022.
- [8] J. R. Tampubolon et al., "Optimalisasi pencahayaan alami pada bangunan menggunakan analisis Ecotect," *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, vol. 4, pp. 17701–17707, 2026.
- [9] S. A. Wiraguna, "Optimalisasi pencahayaan alami dalam rumah tinggal di kawasan perumahan perkotaan," *Jurnal Arsitektur Pendapa*, vol. 8, no. 2, 2025.
- [10] S. B. Sihombing, "Analisis efektivitas penghawaan alami pada rumah susun (studi kasus: Rumah Susun Kayu Putih)," *Jurnal Sains dan Teknologi ISTP*, vol. 15, no. 1, 2021.
- [11] D. I. S. P. Pratiwi et al., "Analisis keseragaman pencahayaan alami berbasis peta kontur menggunakan lux meter," *Inovasi Fisika Indonesia*, vol. 15, no. 1, pp. 68–76, 2026, doi: 10.26740/ifi.v15n1.p68-76.
- [12] D. S. Ramdhani et al., "Analisa pencahayaan alami bangunan hunian 2 lantai di kota Depok," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2026.
- [13] I. D. Cahyono et al., "Analisis pencahayaan alami rumah hunian di Abiansemal Bali," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2026.
- [14] A. R. Nyssa, "Window-to-floor ratio impact on daylight performance in residential buildings," *Jurnal RISA*, vol. 9, no. 3, 2025, doi: 10.26593/risa.v9i3.31-41.
- [15] J. Otaegi and I. Rodríguez-Vidal, "Measuring variability of natural daylighting requirements in residential design," *arXiv preprint*, 2024.
- [16] P. A. Chairunnisa, S. and T. Wulansari, "Over illumination evaluation in government office lighting system based on SNI 6197," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil*, vol. 2, no. 2, 2023, doi: 10.56208/jtrs.v2.i2.hal32-36.

- [17] S. A. Ardianti and S. D. Wulanningrum, “Application of skylight and window optimization for natural lighting in residential houses,” *Pawon: Jurnal Arsitektur*, vol. 5, no. 1, 2021.