

EVALUASI KINERJA PENCAHAYAAN ALAMI DAN KENYAMANAN VISUAL RUANG KELAS GEDUNG A VOKASI UNDIP

Riana Arum Kusuma¹; Agung Budi Sardjono²

^{1,2} Program Studi Magister Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

¹rianaksm@students.undip.ac.id, ²agungbudisardjono@lecturer.undip.ac.id

Abstract

The implementation of green building concepts in tropical climates often creates a paradox between energy efficiency and visual comfort. Building A of the Vocational School of UNDIP holds EDGE Advanced certification from the Green Building Council Indonesia (2021), recognizing 65% energy savings through facade strategies and daylighting optimization. This study aims to: (1) evaluate illuminance distribution across 8 classrooms (A1.1, A2.3, A3.1–A3.4, A4.3–A4.4) against SNI 03-6197-2000; (2) analyze glare potential using the Daylight Glare Probability (DGP) indicator; (3) identify user perceptions and adaptive behaviors; and (4) formulate facade design recommendations based on vertical zoning. Using a quantitative Post-Occupancy Evaluation approach, the study integrates Climate-Based Daylight Modeling simulation via Velux Daylight Visualizer at 09:00, 12:00, and 16:00 on June 21, September 21, and December 21 with questionnaires administered to 64 student respondents. Findings empirically confirm the green building paradox: despite average illuminance meeting SNI thresholds, extreme distribution disparities and critical DGP values in west-facing classrooms at 16:00 indicate severe glare. User visual stress perceptions and negative adaptive behaviors align with simulation results, confirming the failure of existing vertical shading to redistribute daylight. Light shelves and extended overhangs based on vertical zoning are recommended to restore a human-centric learning environment.

Keywords: Green Building, Visual Comfort, Tropical Daylighting, Lighting Simulation.

Abstrak

Implementasi konsep bangunan hijau di iklim tropis sering kali menciptakan paradoks antara efisiensi energi dan kenyamanan visual. Gedung A Sekolah Vokasi UNDIP telah memperoleh sertifikasi EDGE Advanced dari Green Building Council Indonesia (2021) dengan pengakuan penghematan energi sebesar 65% melalui strategi fasad dan pencahayaan alami. Penelitian ini bertujuan: (1) mengevaluasi distribusi iluminansi pada 8 ruang kelas (A1.1, A2.3, A3.1-A3.4, A4.3-A4.4) terhadap standar SNI 03-6197-2000; (2) menganalisis potensi silau menggunakan indikator Daylight Glare Probability (DGP); (3) mengidentifikasi persepsi dan perilaku adaptif pengguna, serta (4) merumuskan rekomendasi desain fasad berbasis zonasi vertikal. Menggunakan pendekatan Post-Occupancy Evaluation kuantitatif, penelitian mengintegrasikan simulasi Climate-Based Daylight Modeling via Velux Daylight Visualizer dilakukan pada pukul 09.00, 12.00, dan 16.00 pada 21 Juni, 21 September, dan 21 Desember dengan validasi subjektif melalui kuesioner kepada 64 responden mahasiswa. Temuan mengonfirmasi paradoks bangunan hijau secara empiris meskipun rata-rata iluminansi memenuhi SNI, ketimpangan distribusi ekstrem dan nilai DGP kritis khususnya pada ruang kelas berorientasi barat pukul 16.00 mengindikasikan kondisi silau berat. Persepsi visual stress dan perilaku adaptif negatif pengguna konsisten dengan temuan simulasi, membuktikan kegagalan shading vertikal eksisting dalam mendistribusikan cahaya. Solusi light shelf dan extended overhang berbasis zonasi vertikal direkomendasikan untuk mengembalikan fungsi ruang belajar yang memanusiakan pengguna.

Kata kunci: Bangunan Hijau, Kenyamanan Visual, Pencahayaan Alami Tropis, Simulasi Pencahayaan.

Pendahuluan

Pencahayaan alami merupakan aspek penting dalam desain ruang kelas karena mempengaruhi kualitas visual, kenyamanan belajar, serta efisiensi energi dalam bangunan pendidikan (Mustikaati et al., 2025). William M. C. Lam (1986) menegaskan bahwa sunlighting berperan sebagai pembentuk ruang (*formgiver*), tidak hanya menyediakan terang tetapi juga memengaruhi persepsi pengguna dalam aktivitas visual. Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki potensi pemanfaatan daylight yang tinggi (Lam, 1986), namun tantangan terkait dinamika matahari dan orientasi bangunan dapat memicu distribusi cahaya yang tidak merata maupun silau yang mengganggu konsentrasi belajar (Paramita, 2021).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perencanaan daylight pada ruang kelas harus mempertimbangkan performa visual dan persepsi penghuni (Boubekri, 2008; Boyce, 2014) serta strategi desain bukaan dan pengendali cahaya untuk memastikan kualitas daylight sepanjang hari (Baker & Steemer, 2002; Tregenza & Wilson, 2011). (Boubekri, 2008) menambahkan bahwa daylight memiliki pengaruh signifikan terhadap kesehatan visual, ritme sirkadian, dan performa kognitif sehingga penerapannya harus berorientasi pada kebutuhan pengguna (*human-centric lighting*). Di lingkungan kampus Universitas Diponegoro sendiri, fenomena ketidakefektifan rancangan daylight bukanlah hal baru. Penelitian oleh Iswanto mengungkap bahwa lebih dari 80% mahasiswa merasakan ketidaknyamanan visual akibat ketidaktepatan desain bukaan dan orientasi bangunan dalam mengendalikan cahaya alami (Iswanto, 2020). Sementara itu, studi terbaru pada Gedung Departemen Teknik Komputer menunjukkan bahwa intervensi desain fasad yang tepat, seperti penerapan shading device tipe *eggcrate*, mampu mengurangi intensitas cahaya berlebih mendekati standar kenyamanan visual sekaligus meningkatkan efisiensi energi (Ryan et al., 2025). Kondisi ini menjadi indikasi bahwa pemanfaatan daylight pada beberapa bangunan di UNDIP masih memerlukan evaluasi lebih lanjut. Salah satunya adalah Gedung A

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang dirancang sebagai bangunan pendidikan berorientasi efisiensi energi melalui pemanfaatan pencahayaan alami sebagai bagian dari penerapan bangunan hijau (*green building*), namun hingga saat ini belum terdapat evaluasi komprehensif terkait kinerja daylight yang melibatkan aspek distribusi cahaya, potensi silau, serta persepsi pengguna. Observasi awal pada gedung ini mengindikasikan adanya silau pada kelas yang menghadap timur di pagi hari serta area kurang cahaya di bagian ruang yang jauh dari jendela, sehingga pemanfaatan daylight belum optimal dalam mendukung kenyamanan visual pengguna ruang kelas.

Penelitian ini dilakukan untuk mengisi kekosongan pengetahuan tersebut dengan mengevaluasi kinerja pencahayaan alami pada ruang kelas Gedung A Sekolah Vokasi UNDIP secara komprehensif menggunakan simulasi Velux Daylight Visualizer, sebuah perangkat lunak yang memungkinkan prediksi dan dokumentasi kondisi pencahayaan alami secara 3D dan berbasis iklim tahunan dengan acuan standar iluminansi SNI 03-6197-2000 dan indikator Daylight Glare Probability (DGP) (*VELUX.Com*, n.d.), serta mengidentifikasi akar masalah ketidakmerataan distribusi cahaya ekstrem dan potensi silau yang terjadi di dalamnya. Melalui pendekatan simulasi berbasis iklim dan analisis persepsi pengguna, penelitian ini merumuskan rekomendasi desain yang tepat guna mendukung peningkatan kualitas daylight pada ruang kelas.

Dengan demikian, implementasi konsep *green building* tidak hanya menjadi wujud administratif, melainkan benar-benar terwujud dalam ruang pembelajaran yang memanusiakan penggunanya melalui pencahayaan yang sehat, efisien, dan nyaman. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi fasad adaptif pada bangunan pendidikan beriklim tropis untuk mendukung kenyamanan visual sepanjang waktu operasional ruang kelas.

Metode

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan evaluasi

pasca-huni atau Post Occupancy Evaluation (POE). Menurut Preiser, Rabinowitz dan White dalam (Afrianti, 2013), POE dilaksanakan untuk menilai kinerja bangunan secara sistematis setelah digunakan penghuni dalam kurun waktu tertentu. Pendekatan ini menekankan pada pemenuhan kebutuhan aktivitas pengguna ruang, sehingga relevan dalam mengukur tingkat kenyamanan visual sebagai salah satu indikator kualitas daylighting pada bangunan pendidikan. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penilaian kinerja daylight membutuhkan data numerik objektif yang dapat dianalisis secara komprehensif dan divalidasi melalui persepsi pengguna sebagai pihak yang merasakan kondisi ruang secara langsung.

Objek penelitian ini adalah ruang kelas pada Gedung “A” Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, Semarang. Gedung ini dipilih karena telah memperoleh sertifikasi EDGE Advanced dari Green Building Council Indonesia (2021), namun temuan observasi awal memperlihatkan adanya ketidakmerataan distribusi cahaya dan potensi silau, sebuah paradoks antara label hijau dan realitas kenyamanan visual. Pemilihan 8 ruang kelas sampel (A1.1, A2.3, A3.1, A3.2, A3.3, A3.4, A4.3 dan A.4.4) didasarkan pada variasi orientasi fasad dan ketinggian lantai (lantai 1-4), dengan mempertimbangkan representasi tiap lantai dan ketersediaan akses. Sehingga seluruh ketinggian gedung terwakili secara proporsional. Data penelitian diperoleh dari tiga sumber yang saling melengkapi, yaitu pengukuran fisik di lapangan, simulasi pencahayaan alami menggunakan perangkat lunak digital, dan persepsi pengguna melalui kuesioner.

Pengumpulan data dilakukan pertama kali melalui pengukuran fisik in-situ menggunakan metode grid 1 m × 1 m pada bidang kerja setinggi 0,75 m dari lantai mengacu pada SNI 16-7062-2004. Tahap ini dilakukan sebagai studi pendahuluan untuk memvalidasi fenomena visual yang ditemukan sebelumnya serta sebagai dasar evaluasi awal terhadap kondisi aktual pencahayaan dalam ruang kelas. Pengukuran ini tidak digunakan sebagai pembanding kuantitatif utama melainkan sebagai justifikasi empiris untuk menguji

kesesuaian kondisi awal model simulasi yang digunakan pada tahap berikutnya. Analisis utama dilakukan melalui simulasi digital menggunakan Velux Daylight Visualizer untuk menilai kinerja pencahayaan alami berdasarkan parameter iluminansi dan potensi silau. Simulasi dilakukan pada pukul 09.00, 12.00, dan 16.00 pada tanggal 21 Juni, 21 September, dan 21 Desember dengan menggunakan data iklim EPW kota Semarang yang merepresentasikan kondisi tahunan di daerah tropis lembap (Mandala et al., 2016). Data yang dihasilkan mencakup nilai iluminansi yang dibandingkan dengan standar SNI 03-6197-2000 untuk ruang kelas, serta nilai Daylight Glare Probability (DGP) sebagai indikator tingkat risiko silau. Titik pengamatan berjumlah 15 titik pada setiap ruang kelas sehingga dapat menggambarkan variasi distribusi daylight secara menyeluruh.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data persepsi pengguna melalui kuesioner tertutup berskala Likert lima poin. Kuesioner diberikan kepada mahasiswa aktif pengguna 8 ruang kelas Gedung A Sekolah Vokasi UNDIP dengan teknik purposive sampling, yaitu mahasiswa yang secara rutin menggunakan ruang kelas tersebut pada jam operasional pagi hingga sore hari. Pengisian kuesioner dilakukan pada periode November tahun 2025, pada rentang pukul 09.00-16.00 saat kondisi langit cerah, dengan total responden sebanyak 64 mahasiswa dari beberapa program studi seperti PILARS dan RPM. Instrumen kuesioner dirancang untuk menilai kecukupan cahaya, distribusi cahaya, keberadaan silau, dan pengaruhnya terhadap kenyamanan belajar sesuai dengan prinsip evaluasi pasca-huni. Dalam studi POE pada bangunan publik berselubung kaca yang dilakukan (Yusuf et al., 2025), ditemukan bahwa pemanfaatan material transparan tidak sepenuhnya menjamin kenyamanan visual pengguna. Oleh karena itu, persepsi pengguna menjadi bagian krusial dalam memperkuat temuan kuantitatif terkait kualitas daylighting di bangunan ini.

Analisis data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan membandingkan hasil simulasi iluminansi terhadap standar SNI 03-6197-2000 untuk menentukan tingkat kecukupan pencahayaan alami pada setiap ruang kelas. Nilai Daylight Glare Probability (DGP) dianalisis untuk menilai potensi silau yang dapat mengganggu kenyamanan visual pengguna. Data persepsi pengguna yang diperoleh melalui kuesioner dianalisis menggunakan statistik deskriptif, sedangkan reliabilitas instrumen diuji menggunakan Cronbach Alpha pada SPSS untuk memastikan konsistensi indikator penilaian. Hasil analisis simulasi dan kuesioner kemudian disintesiskan melalui triangulasi kuantitatif, yaitu penggunaan tiga sumber data numerik yang saling memvalidasi: (1) pengukuran fisik lapangan, (2) simulasi CBDM, dan (3) statistik deskriptif kuesioner Likert, guna mengidentifikasi kesesuaian performa daylight dengan kenyamanan visual yang dialami pengguna.

Kajian Teori

Konsep Green Building dan Paradoksnya

Green building adalah pendekatan perancangan yang bertujuan meminimalkan konsumsi energi dan dampak lingkungan melalui optimasi desain, material, dan pemanfaatan sumber daya alam, termasuk pencahayaan alami (Effendy & Silviana, 2021). Konsep ini mencakup strategi pasif seperti orientasi bangunan, selubung termal, dan sistem bukaan yang dirancang untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Gedung A Sekolah Vokasi UNDIP merupakan wujud nyata implementasi konsep ini; gedung tersebut telah tersertifikasi *EDGE Advanced* oleh Green Building Council Indonesia (GBCI) (2021) dengan penghematan energi 65%, yang sebagian besar dicapai melalui optimasi sistem bukaan dan peneduh eksternal sebagai substitusi pencahayaan buatan. Namun, implementasi *green building* di iklim tropis sering menghasilkan paradoks yang tidak terantisipasi. Strategi efisiensi energi—khususnya pengoptimalan bukaan untuk memaksimalkan cahaya alami—justru dapat menciptakan kondisi visual yang

tidak nyaman bagi pengguna akibat distribusi cahaya yang tidak merata dan potensi silau yang tinggi. Kondisi ini dikenal sebagai *paradoks bangunan hijau*: efisiensi energi tercapai, tetapi kenyamanan visual pengguna terabaikan (Boubekri, 2008). Paradoks ini menjadi titik tolak penelitian ini, yakni membuktikan bahwa label sertifikasi hijau belum tentu menjamin kualitas lingkungan visual yang memantapkan penggunaannya.

Paradigma Human Centric-Lighting

Human-centric lighting merupakan paradigma yang menekankan bahwa pencahayaan harus berorientasi pada kenyamanan, kesehatan, dan produktivitas manusia, bukan semata-mata pada pemenuhan nilai kuantitatif iluminansi (Lam, 1986) menyatakan bahwa cahaya bukan sekadar penerang, tetapi *formgiver* yang membentuk persepsi ruang dan mempengaruhi suasana psikologis pengguna. Pencahayaan alami juga berperan penting dalam kesehatan biologis mahasiswa. Boubekri (2008) menjelaskan bahwa paparan daylight dengan durasi dan intensitas tepat membantu menjaga ritme sirkadian yang berdampak langsung pada konsentrasi, kualitas tidur, dan daya ingat. Sebaliknya, kondisi lingkungan visual yang buruk dapat menjadi *environmental stressor* dan menimbulkan kelelahan mata maupun sakit kepala (Boyce, 2014).

Dalam penelitian ini, paradigma *human-centric* diterjemahkan ke dalam lima indikator terukur: (1) iluminansi dalam satuan lux, (2) keseragaman distribusi cahaya yang dinyatakan dalam rasio min:max, (3) *Daylight Glare Probability* (DGP) sebagai indikator risiko silau, (4) persepsi silau dan pantulan layar oleh pengguna, serta (5) perilaku adaptif negatif sebagai respons terhadap kondisi visual yang tidak nyaman. Kombinasi kelima indikator ini memungkinkan evaluasi yang tidak hanya bersifat teknis-objektif, tetapi juga mencakup dimensi subjektif pengguna, sehingga masalah visual yang tidak tertangkap instrumen manual tetap dapat teridentifikasi (Ersalina, 2012).

Karakteristik Visual Ruang Kelas Tropis dan Potensi Silau

Ruang kelas memiliki tuntutan visual yang tinggi karena aktivitas belajar melibatkan perpindahan fokus secara terus-menerus

antara papan tulis, layar, dan bidang kerja. Oleh karena itu, pencahayaan harus merata, cukup terang, dan bebas silau untuk mencegah kelelahan mata dan hilangnya konsentrasi (Tregenza & Wilson, 2011). Penempatan bukaan yang tidak tepat sering menimbulkan ketimpangan distribusi: area dekat jendela mengalami *over-illumination* dan silau, sedangkan bagian belakang kelas cenderung kekurangan cahaya (Sanitha et al., 2025). Kondisi ini bukan hanya masalah teknis, tetapi juga menciptakan ketidaksetaraan kondisi belajar dalam satu ruangan (Boubekri, 2008).

Silau terjadi ketika luminansi yang diterima mata terlalu tinggi atau memiliki kontras tajam terhadap lingkungan sekitarnya, sehingga memicu respons adaptasi berlebihan (Boyce, 2014). Pada iklim tropis, sinar matahari bersudut rendah terutama pada fasad timur dan barat menjadi sumber utama *disability glare* dan *discomfort glare* di pagi dan sore hari (Paramita, 2021). Mahasiswa yang duduk di dekat jendela rentan kehilangan kendali atas paparan cahaya langsung, yang tidak hanya mengganggu penglihatan tetapi juga menimbulkan stres visual berupa pusing dan kelelahan mata (Ersalina, 2012). Evaluasi *daylighting* pada ruang kelas tropis karenanya harus mempertimbangkan distribusi cahaya dan potensi silau secara simultan, tidak cukup hanya pada pencapaian nilai iluminansi minimum.

Standar Evaluasi: SNI, DGP dan Simulasi CBDM

Kinerja pencahayaan alami ruang kelas di Indonesia mengacu pada SNI 03-6197-2000, yang menetapkan iluminansi minimal 250 lux pada bidang kerja setinggi 0,75 m (SNI, 2000). Namun standar ini bersifat statis dan tidak mengevaluasi keseragaman distribusi maupun potensi silau (Rachel et al., 2024) sehingga perlu dilengkapi dengan indikator yang lebih komprehensif. Untuk evaluasi silau, penelitian ini mengacu pada *Daylight Glare Probability* (DGP) yang dikembangkan Wienold & Christoffersen (2006) dengan ambang aman $DGP \leq 0,35$. Indikator ini mempertimbangkan luminansi sumber cahaya, posisi pengguna, dan kontras terhadap lingkungan, sehingga

menghasilkan prediksi kenyamanan visual yang lebih akurat dibanding sekadar pengukuran lux (Boyce, 2014).

Untuk menjembatani keterbatasan pengukuran sesaat di lapangan, penelitian ini menggunakan pendekatan *Climate-Based Daylight Modelling* (CBDM) melalui perangkat lunak VELUX Daylight Visualizer berbasis data iklim EPW Semarang. Simulasi ini mampu memprediksi kondisi pencahayaan alami pada berbagai waktu operasional dalam satu tahun, mencakup identifikasi zona terang-gelap, potensi silau, dan efektivitas fasad secara komprehensif (Wienold & Christoffersen 2006).

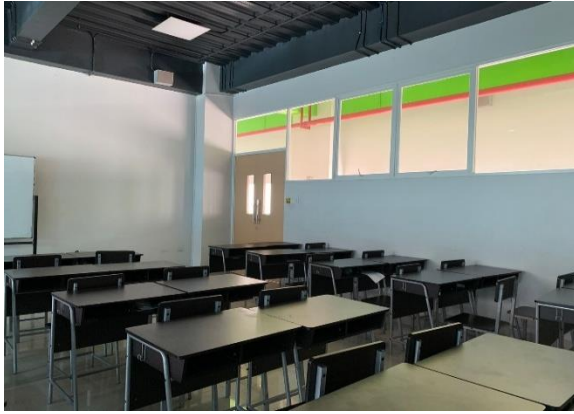
Strategi fasad dan pembayangan

Pada iklim tropis, pengendalian fasad menjadi kunci untuk memanfaatkan pencahayaan alami tanpa menimbulkan silau dan panas berlebih. Fasad timur dan barat membutuhkan shading vertikal untuk menghalau matahari sudut rendah, sementara fasad utara dan selatan lebih efektif menggunakan overhang untuk menangkal matahari sudut tinggi (Lechner, 2015).

Satu jenis *shading* sering tidak memadai mengingat pergerakan matahari yang dinamis; kombinasi strategi seperti *eggcrate shading* atau *secondary skin* terbukti meningkatkan keseragaman cahaya sekaligus menurunkan risiko silau (Muazir et al., 2022; Sanitha et al., 2025). Selain itu, elemen refleksi seperti light shelf dapat memperdalam jangkauan daylight ke area belakang ruang (Baker & Steemer, 2002). Strategi-strategi inilah yang menjadi basis rekomendasi intervensi desain dalam penelitian ini.

Hasil Penelitian dan Pembahasan Validasi model simulasi

Validasi model simulasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran iluminansi di lapangan dengan hasil simulasi Velux Daylight Visualizer pada ruang kelas tipe representatif di Gedung A Sekolah Vokasi UNDIP pada bulan November pukul 11.00.



Gambar 1: Ruang Kelas Simulasi
(Sumber: Penulis, 2025)

Pengukuran fisik mengacu pada SNI 16-7062-2004 menggunakan bidang kerja setinggi 0,75 m, sedangkan simulasi disesuaikan mengikuti geometri, dimensi bukaan, dan karakter material eksisting ruang.

Tabel 1: Pengukuran Lapangan

Kelas	Pengukuran	Simulasi	Deviasi (%)
A 1.1	611.25	412.77	-32.47
A 2.3	893.08	1002.91	12.30
A 3.1	341.50	362.08	6.03
A 4.4	211.08	439.84	108.37

(Sumber: Penulis, 2025)

Hasil perbandingan menunjukkan pola distribusi cahaya yang konsisten antara data lapangan dan simulasi, yaitu tingginya iluminansi pada area yang lebih dekat ke bukaan serta penurunan intensitas cahaya ke arah bagian belakang ruangan. Perbedaan nilai iluminansi berada pada rentang -32,47% hingga +108,37%, yang masih dapat diterima dalam evaluasi daylighting mengingat pengaruh dinamika kondisi atmosfer harian, reflektansi permukaan interior, serta ketidakstabilan pencahayaan alami saat pengukuran.

Secara rinci, ruang kelas A1.1 menunjukkan iluminansi simulasi sedikit lebih rendah dibanding lapangan, sedangkan ruang A2.3 memperlihatkan simulasi lebih tinggi sekitar 12,30%. Pada kelas A3.1, perbedaan nilai hanya 6,03% yang menandakan tingkat kesesuaian paling tinggi antara kondisi aktual dan simulasi. Sementara itu, ruang A4.4 menunjukkan deviasi tertinggi (108,37%) sebagai indikasi kemungkinan pantulan

tidak sepenuhnya terwakili dalam model digital. Namun, pola terang-gelap antar zona tetap identik pada semua ruang.

Dengan demikian, model simulasi dinyatakan valid untuk digunakan sebagai dasar analisis tahunan berbasis iklim pada bagian selanjutnya. Temuan ini sesuai dengan pendekatan evaluasi visual menurut Lam (1986) serta Tregenza & Wilson (2011) bahwa representasi pola luminansi lebih penting dibanding kecocokan absolut nilai lux dalam pemodelan daylighting.

Simulasi pencahayaan

Analisis illuminasi cahaya terhadap SNI Ruang kelas A 1.1

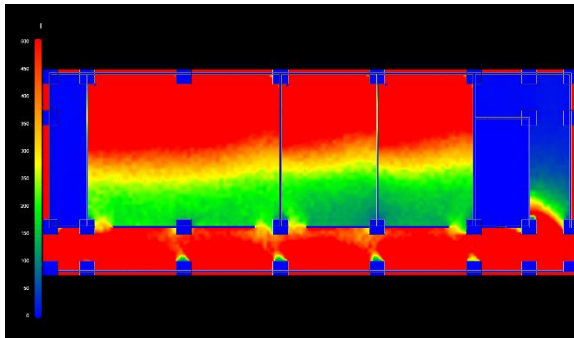
Sebagai representasi area dasar bangunan yang berpotensi terbayangi vegetasi, Ruang A 1.1 menunjukkan pola kinerja visual yang dirangkum dalam tabel berikut.

Tabel 2: Simulasi Ruang Kelas A 1.1

Waktu	Rata-rata	Min (lux)	Max (lux)	Rasio
09.00				
Juni	252	65.5	1202.4	1:18
Sep	405	77.5	1888.8	1:24
Des	318.73	67.9	1248.6	1:20
12.00				
Juni	332.95	51.5	1458.1	1:29
Sep	285.51	48.7	1218.3	1:25
Des	245.24	49.4	996.4	1:20
16.00				
Juni	537.07	108	1858.9	1:17
Sep	525.31	143.2	1746.8	1:12
Des	384.53	120.7	1017.7	1:8

(Sumber: Penulis, 2025)

Berdasarkan tabel diatas, pada sesi pagi hingga siang (09.00–12.00), rata-rata iluminansi bergerak pada kisaran 245–405 lux. Meskipun angka rata-rata ini telah memenuhi standar SNI 03-6197-2000, tantangan utama terletak pada distribusi cahaya yang kurang merata, terindikasi dari rasio ketimpangan yang mencapai 1:29 pada siang hari.



Gambar 2: Ruang Kelas Simulasi A 1.1
(Sumber: Penulis, 2025)

Namun, perbedaan terlihat pada pukul 16.00. Berbeda dengan lonjakan ekstrem di lantai atas, ruang ini justru mencatat kondisi visual yang stabil. Intensitas maksimum tertahan di angka 1.858,9 lux (Juni) dengan rasio distribusi yang membaik signifikan menjadi 1:8 hingga 1:17. Fenomena ini mengonfirmasi hipotesis bahwa keberadaan vegetasi di sekeliling lantai dasar berfungsi efektif sebagai *buffer* alami yang meredam paparan sinar matahari sore, sehingga menghindarkan pengguna ruang dari risiko silau (*glare*) yang parah.

Ruang kelas A 2.3

Pada sesi pagi hingga siang (09.00–12.00), kondisi pencahayaan tergolong optimal dan stabil dengan rata-rata iluminansi bergerak di angka 318–539 lux. Nilai ini berada dalam rentang aman standar SNI.

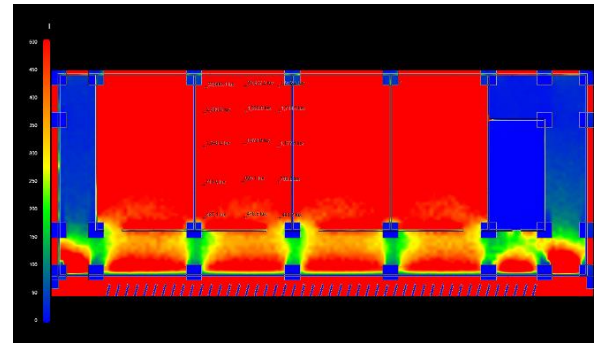
Tabel 3: Simulasi Ruang Kelas A 2.3

Waktu	Rata-rata	Min (lux)	Max (lux)	Rasio
09.00				
Juni	318.14	83.2	1250.7	1:15
Sep	539.40	196.4	2235.7	1:11
Des	361.29	84	1609.1	1:19
12.00				
Juni	349.10	85.3	1384.5	1:16
Sep	538.75	102.8	2422.4	1:24
Des	407.27	102	1601.5	1:16
16.00				
Juni	1441.08	400.7	8355.3	1:21
Sep	2584.97	492.8	1212.6	1:25
Des	1112.67	441.2	2630.8	1:6

(Sumber: Penulis, 2025)

Tantangan visual pada ruang ini teridentifikasi memiliki pola musiman yang kuat pada pukul 16.00. Berbeda dengan data sebelumnya, kondisi bulan Desember

justeru terlihat cukup aman dengan rata-rata 1.112 lux dan rasio distribusi yang sangat merata (1:6). Potensi silau kritis justru bergeser ke bulan Juni, di mana intensitas cahaya melonjak mencapai titik maksimum 8.355,3 lux dengan rasio ketimpangan 1:21.



Gambar 3: Ruang Kelas Simulasi A 2.3
(Sumber: Penulis, 2025)

Kondisi kritis ini dipertegas oleh visualisasi *heatmap* pada gambar diatas, di mana dominasi warna merah pekat yang menyelimuti hampir seluruh denah mengonfirmasi masuknya paparan cahaya matahari langsung secara masif.

Ruang kelas A 3.1

Analisis dimulai dari ruang A 3.1 dengan rincian kinerja pencahayaan seperti pada tabel,

Tabel 4: Simulasi Ruang Kelas A 3.1

Waktu	Rata-rata	Min (lux)	Max (lux)	Rasio
09.00				
Juni	353.98	77	1490.2	1:19
Sep	473.48	118.5	2030.7	1:17
Des	362.50	83.9	1555	1:19
12.00				
Juni	381.33	91.3	1559.5	1:17
Sep	458.77	87.5	2717.6	1:31
Des	364.80	87.5	1452.3	1:17
16.00				
Juni	3326.12	405.6	19938.1	1:49
Sep	3498.36	442.6	27456.5	1:62
Des	2169.88	372.7	29477.1	1:79

(Sumber: Penulis, 2025)

Ruang Kelas A 3.1 Kinerja visual ruang ini menunjukkan polaritas ekstrem antara sesi pagi dan sore. Pada pukul 09.00 hingga 12.00, kondisi pencahayaan tercatat stabil dan ideal dengan rata-rata 353–473 lux yang memenuhi standar SNI. Namun, terjadi lonjakan kritis pada pukul 16.00

hingga mencapai titik maksimum 29.477 lux (Desember) dengan rasio ketimpangan 1:79, yang mengindikasikan terjadinya silau berat (*disability glare*) akibat paparan matahari langsung tanpa penghalang.

Ruang kelas A 3.2

Berikut merupakan data dari simulasi ruang kelas:

Tabel 5: Simulasi Ruang Kelas A 3.2

Waktu	Rata-rata	Min (lux)	Max (lux)	Rasio
09.00				
Juni	331.69	76.3	1508.6	1:19
Sep	458.89	110.7	2084.6	1:17
Des	346.59	82.9	1549.1	1:19
12.00				
Juni	383.57	93.4	1520.7	1:17
Sep	487.71	79.7	2274	1:31
Des	371.15	84.8	1486.8	1:17
16.00				
Juni	892.82	346	1930.6	1:6
Sep	1261.60	569.6	2484.3	1:4
Des	1087.05	297.9	254.9	1:9

(Sumber: Penulis, 2025)

Sesuai dengan pola ruang sebelumnya, Ruang A 3.2 menunjukkan performa ideal pada sesi pagi hingga siang dengan rata-rata iluminansi stabil di angka 331–487 lux. Namun, dinamika visual berubah pada pukul 16.00. Meskipun tidak seekstrem ruang A 3.1, intensitas cahaya tetap mengalami lonjakan signifikan hingga mencapai rata-rata 1.261 lux pada bulan September dengan titik maksimum 2.484 lux.

Ruang kelas A 3.3

Dari denah yang tipikal, ruang kelas A 3.3 menghasilkan rata-rata sebagai berikut:

Tabel 6: Simulasi Ruang Kelas A 3.3

Waktu	Rata-rata	Min (lux)	Max (lux)	Rasio
09.00				
Juni	257.38	75.4	851.6	1:11
Sep	473.25	126.6	2062.2	1:16
Des	402.59	77.7	1661.3	1:21
12.00				
Juni	305.17	96.3	824.2	1:10
Sep	494.99	99.8	2366.2	1:24
Des	382.49	99	1529.1	1:15
16.00				
Juni	1046.2	417.2	3511.5	1:8
Sep	1505.53	413.8	6189.5	1:15
Des	1168.74	355	2574.4	1:7

(Sumber: Penulis, 2025)

Tabel menunjukkan kinerja optimal pada sesi pagi hingga siang dengan rata-rata iluminansi 257–494 lux yang sesuai standar SNI. Namun, kondisi visual mengalami degradasi pada pukul 16.00. Intensitas cahaya meningkat signifikan terutama pada bulan September, mencapai rata-rata 1.505 lux dengan titik maksimum 6.189 lux. Meskipun lonjakan ini tidak seekstrem Ruang A 3.1.

Ruang kelas A 3.4

Ruang kelas ini merupakan ruang terakhir pada lantai 3 yang berada di ujung, menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 7: Simulasi Ruang Kelas A 3.4

Waktu	Rata-rata	Min (lux)	Max (lux)	Rasio
09.00				
Juni	343.43	84.6	1474.7	1:17
Sep	464.48	126.9	1978	1:16
Des	323.56	80.7	1311.9	1:16
12.00				
Juni	429.89	83.8	1548	1:18
Sep	500.65	106.5	2536.5	1:24
Des	372.11	83.7	1435.4	1:17
16.00				
Juni	929.23	550.8	1935.1	1:6
Sep	1231.22	394.6	2496.7	1:6
Des	1742.37	306.8	8910.9	1:29

(Sumber: Penulis, 2025)

Menutup rangkaian analisis di lantai ini, Ruang A 3.4 memperlihatkan karakteristik performa yang konsisten. Pada sesi pagi hingga siang, kondisi visual terjaga stabil dengan rata-rata iluminansi 323–500 lux yang aman sesuai standar SNI. Namun, kerentanan fasad kembali terbukti pada pukul 16.00, khususnya di bulan Desember. Intensitas cahaya melonjak hingga rata-rata 1.742 lux dengan titik maksimum mencapai 8.910 lux. Lonjakan ini menciptakan rasio ketimpangan 1:29, yang meskipun lebih rendah dibanding ruang ujung (A 3.1), tetap mengindikasikan gangguan silau visual yang signifikan bagi pengguna ruang.

Ruang kelas A 4.3

Beranjak ke Lantai 4, Ruang A 4.3 menampilkan karakteristik visual yang sedikit berbeda. Sesi pagi hingga siang (09.00–12.00) tetap konsisten memenuhi standar SNI dengan rata-rata iluminansi 309–402 lux.

Tabel 8: Simulasi Ruang Kelas A 4.3

Waktu	Rata-rata	Min (lux)	Max (lux)	Rasio
09.00				
Juni	313.89	62.2	1180.3	1:19
Sep	402.75	116	1710	1:15
Des	309.23	67.5	1292.5	1:19
12.00				
Juni	330.24	75.3	1251.2	1:17
Sep	396.27	92.7	1856.9	1:20
Des	341.70	73.9	1361.8	1:18
16.00				
Juni	1078.31	335.1	2148	1:6
Sep	2081.63	425.9	2816.7	1:7
Des	1335.31	339.1	3049.7	1:9

(Sumber: Penulis, 2025)

Pada pukul 16.00, intensitas cahaya memang mengalami kenaikan signifikan, terutama pada bulan September dengan rata-rata mencapai 2.081 lux. Namun, berbeda dengan pola ekstrem di lantai bawah, distribusi cahaya di ruang ini relatif lebih merata dengan rasio ketimpangan rendah berkisar 1:6 hingga 1:9.

Ruang kelas A 4.4

Pada sesi pagi dan siang, kondisi pencahayaan sangat memadai dengan rata-rata iluminansi bergerak di kisaran 304–424 lux, melampaui standar minimal SNI.

Tabel 9: Simulasi Ruang Kelas A 4.4

Waktu	Rata-rata	Min (lux)	Max (lux)	Rasio
09.00				
Juni	304.79	80.3	1176.5	1:15
Sep	422.52	93.7	1174	1:19
Des	969.67	80.7	720.5	1:9
12.00				
Juni	336.86	83.9	1305.2	1:16
Sep	424.62	85.4	1803.7	1:21
Des	351.81	70	1404.8	1:20
16.00				
Juni	2978	381.5	2059.6	1:5
Sep	1474.86	357.8	5095.5	1:14
Des	1095.52	316.2	2703.8	1:9

(Sumber: Penulis, 2025)

Namun, karakteristik visual berubah pada pukul 16.00. Intensitas cahaya tercatat paling tinggi pada bulan September dengan nilai maksimum mencapai 5.095,5 lux. Menariknya, meskipun intensitasnya tinggi, rasio distribusi cahaya justru tergolong rendah (1:9 hingga 1:14). Hal ini mengindikasikan bahwa pada ruang ini,

cahaya matahari tidak membentuk cahaya tajam, melainkan menyebar dalam ruangan secara menyeluruh (*wash-out*), yang tetap berisiko menimbulkan kelelahan mata akibat tingginya tingkat luminansi latar belakang.

Analisis potensi silau

Pukul 16.00 dipilih sebagai acuan karena merepresentasikan kondisi sudut matahari rendah (*low solar angle*), di mana penetrasi cahaya matahari langsung masuk paling dalam ke ruangan, menciptakan skenario terburuk (*worst-case*) bagi kenyamanan visual.

Tabel 10: Rata-rata DGP

Ruang	Jun	Sep	Des	Rata2	Ket
A 1.1	0.23	0.25	0.26	0.25	<i>Imp.</i>
A 2.2	0.27	0.29	0.30	0.29	<i>Imp.</i>
A 3.1	0.30	0.33	0.35	0.33	<i>Imp.</i>
A 3.2	0.31	0.34	0.36	0.34	<i>Imp.</i>
A 3.3	0.32	0.36	0.37	0.35	<i>Per.</i>
A 3.4	0.33	0.37	0.38	0.36	<i>Per.</i>
A 4.3	0.34	0.38	0.39	0.37	<i>Per.</i>
A 4.4	0.35	0.39	0.41	0.38	<i>Per.</i>

(Sumber: Penulis, 2025)

Keterangan:

Imp. (Imperceptible): DGP < 0.35 (Silau tidak terasa/Nyaman)

Per. (Perceptible): DGP 0.35 - 0.40 (Silau mulai terasa namun dapat diterima)

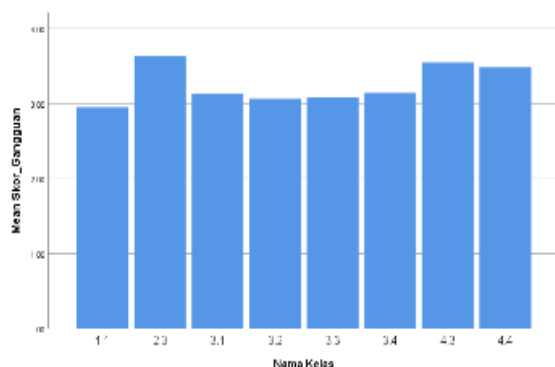
Berdasarkan tabel diatas, hasil simulasi *Daylight Glare Probability* (DGP) pada pukul 16.00 memperlihatkan adanya korelasi linear antara ketinggian lantai dengan potensi silau yang diterima ruang kelas. Ruang kelas pada lantai dasar dan lantai dua (A 1.1 hingga A 2.2) secara konsisten mempertahankan nilai rata-rata DGP terendah di kisaran 0.25 hingga 0.29, yang menempatkannya dalam kategori *Imperceptible*. Hal ini mengindikasikan bahwa pada elevasi rendah, elemen eksternal seperti vegetasi dan bangunan sekitar berfungsi efektif sebagai penghalang alami (*natural obstruction*) terhadap cahaya matahari sore yang memiliki sudut jatuh rendah (*low altitude*). Namun, transisi kenyamanan visual mulai terlihat signifikan pada lantai tiga dan empat, di mana nilai DGP rata-rata meningkat ke kisaran 0.35 hingga 0.38 (kategori *Perceptible*), khususnya mulai

dari Ruang A 3.3 hingga A 4.4. Peningkatan ini disebabkan oleh *Sky View Factor* yang semakin besar tanpa halangan visual pada lantai atas, sehingga paparan luminansi langit masuk secara dominan.

Ditinjau dari variasi musiman, nilai DGP terendah tercatat pada bulan Juni saat posisi matahari berada di titik balik Utara, sedangkan peningkatan nilai terjadi pada bulan September dan mencapai puncaknya pada bulan Desember. Kondisi paling kritis teridentifikasi pada Ruang A 4.4 di bulan Desember dengan nilai DGP mencapai 0.41, yang sedikit melampaui ambang batas kenyamanan, meskipun secara rata-rata tahunan masih berada dalam taraf yang dapat diterima. Oleh karena itu, strategi pengendalian silau pasif seperti penggunaan tirai (*internal shading*) sangat disarankan khusus untuk ruang kelas di lantai tiga dan empat guna mengantisipasi periode silau pada akhir tahun, sementara lantai di bawahnya relatif aman tanpa intervensi khusus.

Persepsi pengguna terhadap kenyamanan visual

Evaluasi kinerja pencahayaan di Gedung A Vokasi diawali dengan analisis persepsi pengguna untuk memvalidasi relevansi antara desain fasad eksisting dengan realitas kenyamanan okupansi. Data diambil melalui kuesioner pada rentang waktu siang hari saat kondisi langit rata-rata cerah. Kuesioner terdiri dari 15 butir pernyataan (Q1-Q15) yang dirancang untuk mendeteksi gangguan spesifik. Penilaian menggunakan Skala Likert 5 poin, di mana skor 5 ("Sangat Setuju") merepresentasikan konfirmasi terhadap gangguan yang dirasakan.

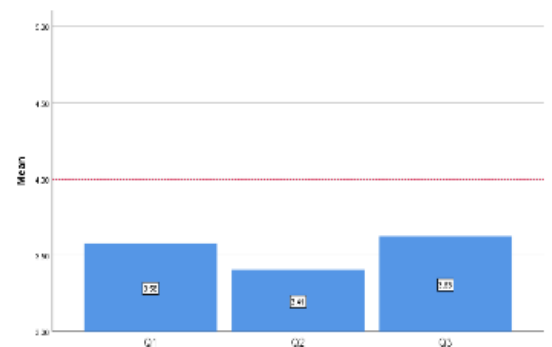


Gambar 4: Rekapitulasi Skor Rata-rata Persepsi Ketidaknyamanan
(Sumber : SPSS, Peneliti 2025)

Hasil analisis menunjukkan skor rata-rata yang konsisten di atas ambang batas netral (>3.00), yang dapat dikelompokkan ke dalam tiga temuan, yaitu :

Gangguan Visual

Tiga indikator pertama mengonfirmasi adanya gangguan signifikan pada aktivitas melihat. Indikator Q3 (Mean=3,63) mencatat skor dominan, membuktikan terjadinya fenomena pantulan cahaya jendela menurunkan kontras layar laptop.



Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Q1	64	1.00	5.00	3.5781	.92247
Q2	64	1.00	5.00	3.4062	.92099
Q3	64	2.00	5.00	3.6250	.98400
Valid N (listwise)	64				

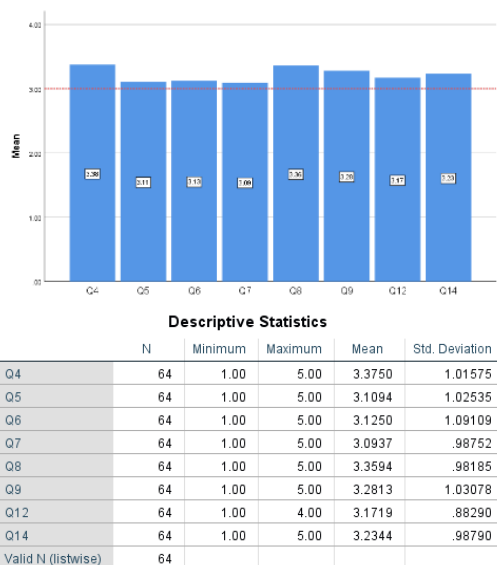
Gambar 5: Rekapitulasi Skor Rata-rata Persepsi Ketidaknyamanan
(Sumber : SPSS, Peneliti 2025)

Hal ini diperburuk oleh tingginya persetujuan pada Q1 dan Q2, yang mengindikasikan bahwa luminansi jendela yang berlebih telah menciptakan disability glare parsial, memaksa mahasiswa memicingkan mata untuk dapat fokus ke papan tulis. Temuan tingginya gangguan silau pada layar dan pandangan ke depan ini secara empiris mengonfirmasi teori Tregenza dan Wilson (2011) mengenai bahaya rasio kontras ekstrem yang menghilangkan informasi visual, serta memvalidasi konsep *disability glare* parsial dari Peter Boyce (2014) di mana lingkungan cahaya yang tidak terkendali secara aktif menurunkan performa mahasiswa.

Distribusi Cahaya dan Kesehatan

Variabel kedua memvalidasi hipotesis ketidakmerataan pencahayaan dan dampaknya terhadap produktivitas.

Gambar 6 menyajikan statistik deskriptif untuk indikator distribusi dan gejala fisik.



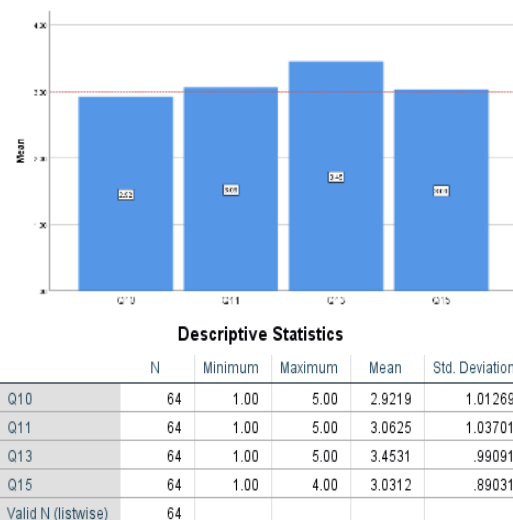
Gambar 6: Statistik Deskriptif Distribusi Cahaya dan Dampak Kesehatan
(Sumber : SPSS, Peneliti 2025)

Analisis variabel kedua mengonfirmasi bahwa ketidakmerataan distribusi cahaya telah menciptakan dampak fisiologis yang nyata bagi aktivitas akademik. Persepsi terhadap adanya zonasi kontras ekstrem tervalidasi oleh skor dominan pada Q4 ("Ada bagian sangat terang dan gelap", Mean=3,38) dan Q14 ("Pencahayaannya tidak merata", Mean=3,23), yang memicu perilaku adaptif migrasi tempat duduk untuk mencari kenyamanan (Q6, Mean=3,13). Konsekuensi dari beban adaptasi mata terhadap disparitas ini terbukti menghambat performa akademik, indikator yang berakibat pada gejala fisik seperti ketegangan mata dan kelelahan. Data ini secara empiris memvalidasi teori Boyce (2014) bahwa lingkungan visual Gedung A bertindak sebagai *stressor* yang menurunkan stamina dan fokus belajar mahasiswa. Selain itu, fenomena berpindah tempat duduk memvalidasi isu Keadilan Lingkungan (*Environmental Equity*) yang diangkat oleh Boubekri (2008), di mana kegagalan desain memaksa pengguna melakukan kegiatan lain.

Kenyamanan Termal dan Efektivitas Shading

Kelompok variabel terakhir mengevaluasi aspek termal dan elemen

arsitektur pada ruang kelas Gedung A Vokasi UNDIP. Beberapa pendapat mahasiswa sebagai responden memiliki hasil yang dapat terlihat pada gambar grafik berikut beserta jumlah rata-rata dari persepsi mahasiswa.



Gambar 7: Kenyamanan Termal dan Efektivitas Shading
(Sumber : SPSS, Peneliti 2025)

Analisis data menunjukkan pengguna tertuju pada kegagalan fungsi shading bangunan. Indikator Q13 ("Shading kurang efektif") mencatat skor tertinggi dalam klaster ini (Mean=3,45), membuktikan bahwa sirip pembayang eksisting dinilai gagal menghalau radiasi matahari. Secara termal, persepsi panas terbukti lebih tinggi di area jendela (Q11, Mean=3,06) dibandingkan suhu ruang umum (Q10, Mean=2,92). Akumulasi dari performa buruk ini terjadi pada Q15 (Mean=3,03), di mana mahasiswa cenderung memilih lingkungan belajar lain, menandakan ketidakpuasan menyeluruh terhadap kualitas ruang.

Akumulasi data persepsi pada ketiga aspek di atas dapat disimpulkan skor rata-rata yang konsisten berada di zona ketidaknyamanan (>3.00) membuktikan bahwa label "hijau" pada Gedung A Vokasi hanya berhasil pada tataran administratif, namun gagal dalam memenuhi kebutuhan pencahayaan penghuninya.

Penutup Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis komprehensif yang mengintegrasikan

pengukuran fisik, simulasi berbasis iklim (*Climate-Based Daylight Modelling*), dan validasi persepsi pengguna, penelitian ini berhasil mengonfirmasi keberadaan "Paradoks Green Building" pada Gedung A Sekolah Vokasi UNDIP. Kesimpulan utama penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Validitas paradoks efisiensi vs kenyamanan

Penelitian membuktikan bahwa label bangunan hijau pada objek studi lebih berorientasi pada efisiensi energi (kuantitas cahaya) namun gagal memenuhi standar kenyamanan visual (kualitas cahaya). Secara kuantitas, simulasi menunjukkan rata-rata iluminansi pada jam operasional (09.00-12.00) telah melampaui standar SNI 03-6197-2000 (>250 lux)¹. Namun, keadaan ini menunjukkan visual yang buruk, terbukti dari rasio distribusi cahaya yang timpang (hingga 1:29) dan tingginya keluhan pengguna.

2. Dinamika kinerja visual berbasis elevasi (Vertikal)

Terdapat korelasi linier yang signifikan antara ketinggian lantai dengan risiko silau. Lantai Bawah (1 & 2): Terlindungi oleh *context* lingkungan (vegetasi), sehingga nilai DGP stabil pada kategori *Imperceptible* (<0.35) bahkan pada pukul 16.00.

Lantai Atas (3 & 4): Mengalami eksposur berlebih memicu lonjakan intensitas cahaya ekstrem. Simulasi mencatat lonjakan hingga 29.477 lux (Desember) pada Ruang A 3.1 dan DGP mencapai 0.41 pada Ruang A 4.4. Hal ini menunjukkan bahwa desain fasad eksisting gagal merespons paparan lingkungan yang berbeda di tiap lantai.

3. Perbedaan simulasi DGP dan Persepsi Pengguna

Temuan penting penelitian ini adalah adanya kesenjangan antara prediksi simulasi dan realitas subjektif:

- Secara Simulasi: Nilai DGP rata-rata tahunan mengindikasikan silau berada pada taraf *Perceptible* (terasa namun dapat diterima, $DGP < 0.40$).
- Secara Persepsi: Pengguna melaporkan gangguan yang jauh lebih berat, dengan skor persepsi gangguan visual (Mean=3.57) dan

pantulan layar (Mean=3.63) yang dominan.

- Analisis: Kontradiksi ini terjadi karena indikator DGP memprediksi silau fisiologis mata, sementara pengguna mengalami kesulitan akibat tugas visual spesifik (penggunaan laptop/papan tulis) yang sensitif terhadap penurunan kontras. Artinya, tingkat silau yang dianggap "aman" oleh simulasi ternyata "mengganggu" bagi aktivitas belajar modern berbasis digital.

4. Kegagalan Strategi Pasif Fasad Eksisting

Sistem shading vertikal eksisting terbukti tidak efektif dalam redistribusi cahaya maupun menghalau radiasi matahari sudut rendah (low altitude sun), khususnya pada fasad Timur/Barat saat pagi dan sore hari. Hal ini divalidasi oleh tingginya persepsi ketidakefektifan shading (Mean=3.45) dan perilaku adaptif negatif pengguna yang terpaksa berpindah tempat duduk untuk menghindari hotspot panas dan silau.

Secara keseluruhan, penelitian menyimpulkan bahwa implementasi konsep *green building* pada Gedung A Sekolah Vokasi UNDIP masih bersifat parsial. Bangunan berhasil "memasukkan cahaya" untuk menghemat energi listrik, namun gagal "mengelola cahaya" untuk memanusiakan penggunaannya. Oleh karena itu, diperlukan intervensi desain berbasis zonasi vertikal seperti penambahan *light shelf* dan *extended overhang* untuk mengembalikan fungsi ruang kelas sebagai lingkungan belajar yang sehat dan produktif.

Saran

Untuk mengatasi ketimpangan distribusi cahaya ekstrem pada lantai atas, disarankan penerapan light shelf eksternal pada fasad lantai 3 dan 4. Elemen ini berfungsi ganda memantulkan cahaya matahari ke plafon untuk menerangi area dalam (*deep plan*) sekaligus meneduhkan area perimeter dari paparan berlebih. Rekomendasi ini mengacu pada prinsip William M.C. Lam (1986) mengenai *sunlighting as formgiver* dan strategi Baker & Steemer (2002), di mana cahaya harus

didistribusikan secara merata untuk menciptakan kualitas visual yang memmanusiakan pengguna, bukan sekadar memenuhi kuantitas.

Mengingat *shading* vertikal eksisting terbukti gagal menghalau radiasi matahari sudut rendah (*low altitude*) pada pagi dan sore hari, diperlukan modifikasi desain berupa penambahan tritisasi (*extended overhang*) pada fasad Timur dan Barat. Strategi fasad pasif ini bertujuan memotong sudut jatuh matahari langsung yang memicu *disability glare*, selaras dengan prinsip pengendalian fasad tropis menurut Lechner (2015) untuk meminimalkan paparan silau tanpa mengorbankan akses pandangan.

Guna menanggulangi keluhan pengguna terkait pantulan layar laptop dan perilaku adaptif negatif seperti berpindah tempat duduk, penyediaan tirai fleksibel (*user-controlled blinds*) menjadi solusi operasional krusial. Fasilitas kendali personal ini penting untuk mengatasi silau sesaat (*transient glare*) yang lolos dari *shading* eksternal. Hal ini mendukung konsep *human-centric lighting* menurut Boubekri (2008), di mana kemampuan pengguna mengontrol lingkungan visualnya dapat menurunkan tingkat stres lingkungan (*environmental stressor*) dan menjaga ritme sirkadian.

Pada lantai dasar dan dua, vegetasi tinggi di sekeliling bangunan harus dipertahankan dan dirawat sebagai elemen *buffer* alami. Temuan penelitian menunjukkan bahwa keberadaan vegetasi efektif menjaga nilai DGP tetap pada kategori *Imperceptible* (nyaman) dengan meredam paparan sinar matahari sore. Strategi konservasi lansekap ini sejalan dengan pendekatan desain yang memanfaatkan elemen alam untuk mereduksi intensitas cahaya ekstrem tanpa memutuskan koneksi visual ke luar bangunan.

Daftar Pustaka

- Afrianti, R. (2013). *METODOLOGI PENELITIAN*.
 Baker, N., & Steemer, K. (2002). *DAYLIGHT DESIGN OF BUILDING*.
 Boubekri, M. (2008). *DAYLIGHTING ARCHITECTURE AND HEALTH*.

- Boyce, P. R. (2014). *Human Factors in Lighting Third Edition*.
 Effendy, A., & Silviana, M. (2021). *KAJIAN LITERATUR KONSEP GREEN BUILDING*. 8(1).
 Ersalina, F. (2012). *Analisis Suhu Ruangan dan Intensitas Pencahayaan terhadap Kecepatan Respon, Konsentrasi dan Tingkat Stress pada Siswa Sekolah Dasar*.
 Idrus, I. (2020). *MODEL PENCAHAYAAN ALAMI RUANG KELAS BERBASIS PERSEPSI VISUAL SISWA SEKOLAH DASAR IRNAWATY IDRUS*.
 Iswanto, D. (2020). Pengaruh bukaan terhadap kenyamanan termal pada ruang kelas di kampus teknik arsitektur universitas diponegoro tembalang. *MAJI*, 421–430.
 Lam, W. M. C. (1986). *Sunlighting As Formgiver for Architecture*.
 Lechner, N. (2015). *Heating, Cooling, Lighting : Sustainable Design Methods for Architects*.
 Mandala, A., S. A. R., & Gunawan, R. (2016). (*PERHITUNGAN MANUAL , SIMULASI MAKET , DAN SIMULASI DIGITAL*) Disusun Oleh: Ariani Mandala , ST ., MT Amirani Ritva S , Ir ., MT Ryani Gunawan , ST ., MT Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan.
 Muazir, S., Nurhamsyah, M., & Alhamdani, M. R. (2022). *PENGARUH PENGGUNAAN SHADING DEVICE PADA FASADE SEKOLAH DI KOTA PONTIANAK*. 2877, 119–126.
 Mustikaati, W., Pratiwi, P. A., Nur, F., Anwar, A. D., & Marisa, D. (2025). *Peran Tata Kelola Ruang Kelas dalam Mendukung Proses Pembelajaran yang Efektif di Sekolah Dasar*. 2(May), 195–200.
 Paramita, T. (2021). Pemanfaatan Pencahayaan Alami Pada Iklim Tropis Terhadap Bangunan Hotel Resort Di Bali. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 4(1), 114–120.
<https://doi.org/10.17509/jaz.v4i1.27141>
 Rachel, V., Nugroho, N. Y., Teknik, F., & Parahyangan, U. K. (2024). *INTENSITAS PENCAHAYAAN ALAMI*

- DAN KENYAMANAN VISUAL UNTUK AKTIVITAS KERJA PADA AREA SEMI-OUTDOOR CAFÉ DI KOTA BANDUNG. 29(1), 60–68.
- Ryan, F., Wirayuda, I., Hasan, M. I., & Pramesti, P. U. (2025). Optimalisasi Redesain Fasad melalui Shading Device dalam upaya Peningkatan Kenyamanan Visual Bangunan Pendidikan OPTIMIZING FACADE DESIGN WITH SHADING DEVICES TO ENHANCE EDUCATIONAL Jurnal Teknologi dan Desain (JTD). *Jurnal Teknologi Dan Desain (JTD)*, 01(01), 14–29.
- Sanitha, A. Y. A. O. D., Fransisco, T., Kristianti, N., Iashania, Y., Mirelia, A., Sihombing, Y. A., Arsitektur, P. S., Teknik, F., Raya, U. P., Raya, P., Studi, P., Informatika, T., Teknik, F., Raya, U. P., Raya, P., Studi, P., Pertambangan, T., Teknik, F., Raya, U. P., ... Pos, K. (2025). *P ASSIVE L IGH TING D ISTRIBUTION S YSTEM I N E DUCATIONAL B UILDINGS C ASE S TUDY O F P PIG B UILDING , P ALANGKARAYA U NIVERSITY S ISTEM D ISTRIBUSI P ENCAHAYAAN P ASIF P ADA B ANGUNAN P ENDIDIKAN S TUDI K ASUS B ANGUNAN*. 13(1), 50–56. <https://doi.org/10.37304/balanga.v13i1.18781>
- SNI. (2000). *Konservasi energi pada sistem pencahayaan*.
- Tregenza, P., & Wilson, M. (2011). *Daylighting*.
- Undip, S. (2021). *GEDUNG SEKOLAH VOKASI UNDIP RAIH SERTIFIKAT GREEN BUILDING*. <https://sustainability.undip.ac.id/2021/01/02/gedung-sekolah-vokasi-undip-raih-sertifikat-green-building/>
- VELUX.com. (n.d.). https://www.velux.com/what-we-do/research-and-knowledge/deic-basic-book/daylight/daylight-simulation-tools?utm_source=chatgpt.com
- Wienold, J., & Christoffersen, J. (2006). *Evaluation methods and development of a new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras*. 38, 743–757. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.03.017>
- Yusuf, M., Razak, H., Rizani, M. A., Arsitektur, S., Teknik, F., Banjarmasin, U. M., Dalam, S., & Kuala, K. B. (2025). *IDENTIFIKASI PENCAHAYAAN ALAMI PADA TERMINAL PENUMPANG BANDAR* Pendahuluan Metode. 23, 49–60.