

ANALISIS KESERAGAMAN PENCAHAYAAN ALAMI BERDASARKAN RASIO INTENSITAS MINIMUM DAN RATA-RATA DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH LAMONGAN

¹⁾ Faridhatun Nurfaidah, ²⁾ Defta Septiana, ³⁾ Uswatun Chasanah ⁴⁾ Asmaul Lutfi Marufah

¹⁾ Program Studi Fisika, FSTP, Universitas Muhammadiyah Lamongan, email: ridatun24@gmail.com

²⁾ Program Studi Fisika, FSTP, Universitas Muhammadiyah Lamongan, email: eptianadefta646@gmail.com

³⁾ Program Studi Fisika, FSTP, Universitas Muhammadiyah Lamongan, email: uswatun_chasanah@umla.ac.id

⁴⁾ Program Studi Fisika, FSTP, Universitas Muhammadiyah Lamongan, email: asmaullutfimarufah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat dan distribusi pencahayaan alami di ruang kelas E901 dan E902 Universitas Muhammadiyah Lamongan menggunakan metode peta kontur. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan menggunakan lux meter digital pada grid berjarak 60 × 60 cm di seluruh area ruang, dengan kondisi seluruh jendela dibuka untuk memaksimalkan pencahayaan alami. Data hasil pengukuran diolah menggunakan perangkat lunak Surfer untuk menghasilkan peta kontur distribusi iluminansi secara spasial. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ruang kelas E901 memiliki nilai rata-rata iluminansi sebesar 193,4 lux, sedangkan ruang kelas E902 sebesar 151,2 lux. Kedua nilai tersebut masih berada di bawah standar pencahayaan ruang belajar berdasarkan SNI 6197:2020, yaitu 250–300 lux. Secara spasial, ruang E901 menunjukkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi namun dengan distribusi yang tidak merata, sedangkan ruang E902 memiliki pencahayaan yang lebih seragam tetapi dengan intensitas yang lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa orientasi bangunan serta ukuran dan posisi bukaan jendela berpengaruh signifikan terhadap distribusi pencahayaan alami. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi pencahayaan melalui penggunaan elemen reflektif, pengaturan warna interior, serta penerapan sistem pencahayaan hibrida untuk meningkatkan kenyamanan visual ruang kelas..

Kata Kunci: pencahayaan alami, intensitas cahaya, lux meter, peta kontur, SNI 6197:2020

Abstract

This study aims to analyze the level and distribution of natural lighting in classrooms E901 and E902 at Universitas Muhammadiyah Lamongan using the contour mapping method. Light intensity measurements were conducted using a digital lux meter on a 60 × 60 cm grid covering the entire classroom area, with all windows fully opened to maximize daylight penetration. The measured data were processed using Surfer software to generate contour maps representing the spatial distribution of illuminance. The results indicate that classroom E901 has an average illuminance of 193.4 lux, while classroom E902 has an average illuminance of 151.2 lux. Both values are below the recommended illuminance standard for learning spaces according to SNI 6197:2020, which ranges from 250 to 300 lux. Spatially, classroom E901 exhibits higher illuminance levels but with uneven distribution, whereas classroom E902 shows a more uniform light distribution with lower overall intensity. The findings demonstrate that building orientation as well as the size and position of window openings significantly influence the distribution of natural lighting. Therefore, lighting optimization through the use of reflective elements, appropriate interior color selection, and the implementation of hybrid natural-artificial lighting systems is required to enhance visual comfort in classrooms.

Keywords: natural lighting, light intensity, lux meter, contour map, SNI 6197:2020

I. PENDAHULUAN

Pencahayaan alami (Daylighting) merupakan faktor penting dalam perancangan ruang kelas karena berpengaruh langsung terhadap kenyamanan visual, konsentrasi belajar, serta kesehatan mata pengguna ruang. Pencahayaan alami yang memadai tidak hanya mendukung aktivitas membaca dan menulis, tetapi juga berkontribusi terhadap efisiensi energi dengan mengurangi ketergantungan pada pencahayaan buatan serta meningkatkan kualitas lingkungan belajar (Price et al., 2024; Badan Standardisasi Nasional [BSN], 2020). Oleh karena itu, evaluasi kualitas pencahayaan alami menjadi aspek penting dalam pengelolaan fasilitas bangunan pendidikan.

Kualitas pencahayaan alami di dalam ruang tidak hanya ditentukan oleh besarnya nilai iluminansi rata-rata (lux), tetapi juga oleh keseragaman distribusi cahaya pada seluruh area ruang. Distribusi cahaya yang tidak merata dapat menyebabkan kontras berlebih antara area dekat jendela dan area bagian dalam ruang, yang berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan visual dan silau (AL-Mowallad et al., 2024a; Bouroussis & Jägerbrand, 2022). Dengan demikian, analisis pencahayaan perlu mempertimbangkan baik tingkat iluminansi maupun keseragaman sebarannya.

Di Indonesia, standar pencahayaan ruang belajar diatur dalam SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, yang merekomendasikan tingkat iluminansi sebesar 250–300 lux untuk ruang kelas. Standar ini ditetapkan untuk menjamin kenyamanan visual dan mendukung aktivitas belajar secara optimal. Namun, berbagai studi lapangan menunjukkan bahwa banyak ruang kelas belum memenuhi standar tersebut, baik dari sisi nilai rata-rata iluminansi maupun keseragaman distribusi pencahayaan (Atthallah & Bintoro, 2019; Luo et al., 2024).

Metode metrik modern seperti Useful Daylight Illuminance (UDI), Spatial Daylight Autonomy (SDA), dan Daylight Glare Probability (DGP) memberikan pandangan yang lebih kaya tentang kualitas daylighting dibanding sekadar rata-rata lux karena memperhitungkan distribusi waktu-ruang dan batas ambang kenyamanan visual. Penggunaan metrik-metrik ini pada studi lapangan dan simulasi telah membantu perancang menentukan modifikasi fasad atau strategi kontrol cahaya yang paling efektif (Sangkakool & Juman, 2024). Salah satu metode yang efektif untuk mengevaluasi distribusi pencahayaan alami di dalam ruang adalah pemetaan kontur iluminansi (Lux Contour Mapping). Metode ini memvisualisasikan variasi spasial intensitas cahaya berdasarkan hasil pengukuran grid, sehingga memudahkan identifikasi area dengan pencahayaan berlebih maupun area yang kekurangan cahaya. Penggunaan peta kontur berbasis perangkat lunak, seperti Surfer, telah banyak diterapkan dalam penelitian pencahayaan ruang kelas karena mampu memberikan gambaran distribusi cahaya secara jelas dan mudah dianalisis (Hakim et al., 2021; Liu et al., 2023).

Universitas Muhammadiyah Lamongan memiliki ruang kelas dengan karakteristik arsitektural yang berbeda, khususnya terkait orientasi bangunan dan proporsi bukaan jendela. Perbedaan tersebut berpotensi menghasilkan distribusi pencahayaan alami yang tidak seragam. Ruang kelas E901 dan E902 merupakan dua ruang dengan konfigurasi bukaan dan orientasi yang berbeda, sehingga menarik untuk dikaji dari aspek tingkat dan keseragaman pencahayaan alaminya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengukur intensitas pencahayaan alami di ruang kelas E901 dan E902 menggunakan metode pengukuran grid dengan lux meter, memvisualisasikan distribusi pencahayaan dalam bentuk peta kontur menggunakan perangkat lunak Surfer, serta menganalisis tingkat keseragaman pencahayaan berdasarkan rasio keseragaman ($U_0 = E_{\min} / E_{\text{avg}}$). Hasil pengukuran selanjutnya dibandingkan dengan standar SNI 6197:2020 sebagai dasar penyusunan rekomendasi teknis guna meningkatkan kualitas pencahayaan alami ruang kelas.

II. METODE

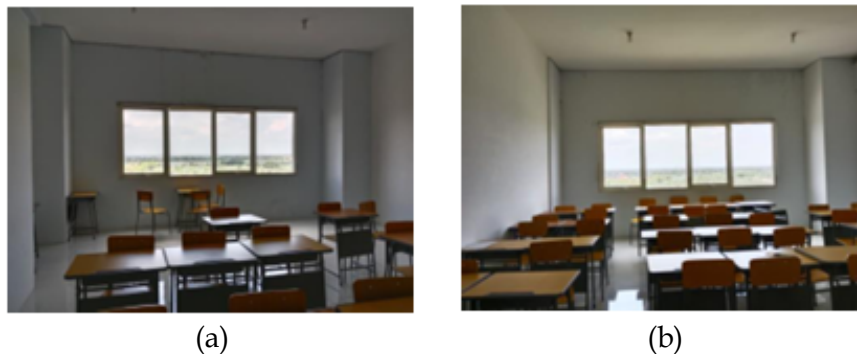
A. Rancangan Penelitian

Penelitian berbasis eksperimen ini dilakukan melalui empat tahapan utama, yaitu tahap persiapan, pengukuran, pengolahan data, dan analisis hasil, yang saling berkaitan secara sistematis. Seluruh rangkaian kegiatan penelitian ini dilaksanakan di ruang kelas E901 dan E902 Universitas Muhammadiyah Lamongan

serta didukung oleh kegiatan pengolahan data di Laboratorium Fisika menggunakan perangkat lunak Surfer untuk visualisasi hasil pengukuran.

Pada tahap persiapan, dilakukan survei awal terhadap kondisi sistem pencahayaan di ruang kelas E901 dan E902. Langkah ini bertujuan menentukan titik-titik pengukuran intensitas cahaya secara representatif di seluruh area ruang kelas. Setiap titik pengukuran ditetapkan dengan jarak 60×60 cm secara horizontal dan vertikal agar distribusi data dapat menggambarkan variasi pencahayaan pada bidang kerja. Tahap pengukuran pengambilan data intensitas cahaya menggunakan alat lux meter. Pengukuran dilakukan pada setiap titik koordinat yang telah ditentukan, dengan memperhatikan kondisi ruangan dalam keadaan seluruh jendela dibuka agar cahaya alami dari sinar matahari dapat menyinari seluruh ruang kelas. Setiap hasil pengukuran dicatat dalam satuan lux (lx) kemudian dikompilasi dalam format tabel data. Untuk memastikan akurasi, dilakukan pengulangan pengukuran sebanyak tiga kali pada tiap titik, dan hasilnya dirata-ratakan.

Pada tahap pengolahan data, hasil pengukuran diolah dalam bentuk data koordinat dua dimensi yang terdiri dari sumbu X (arah horizontal), sumbu Y (arah vertikal), dan nilai Z (intensitas cahaya). Data ini kemudian diimpor ke perangkat lunak Surfer untuk dilakukan proses gridding menggunakan metode interpolasi spasial. Hasil interpolasi divisualisasikan dalam bentuk peta kontur sebaran intensitas cahaya, yang menunjukkan variasi iluminasi di seluruh area ruang kelas. Berikut gambar ruang kelas E901 dan E902:



Gambar 1. (a) Ruang Kelas E901 dan (b) Ruang Kelas E902

B. Variabel Operasional Penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang menjadi fokus pengamatan dan pengukuran dalam penelitian untuk memperoleh data yang relevan terhadap tujuan penelitian. Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas (*independent variable*) : Cahaya alami yang masuk ke dalam ruang kelas E901 dan E902.
2. Variabel terikat (*dependent variable*) : Nilai iluminansi (lux) pada setiap titik pengukuran di ruang kelas.
3. Variabel kontrol : Jarak antar titik pengukuran (60×60 cm), kondisi jendela (dibuka penuh), orientasi ruang kelas, waktu dan kondisi cuaca saat pengukuran, serta alat ukur yang digunakan.

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengukuran langsung di ruang kelas E901 dan E902 Universitas Muhammadiyah Lamongan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan layout titik pengukuran 60×60 cm di lantai auditorium berdasarkan grid dengan sumbu X (kolom) dan Y (baris).
2. Melakukan pengukuran intensitas cahaya menggunakan alat lux meter digital pada setiap titik dengan kondisi semua jendela dibuka.
3. Setiap titik pengukuran dilakukan tiga kali pengulangan untuk memperoleh nilai rata-rata yang lebih akurat.
4. Mencatat hasil pengukuran ke dalam tabel data pengamatan dengan format: koordinat X, koordinat Y, dan Z (nilai lux)

D. Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Tabulasi Data: Data hasil pengukuran intensitas cahaya pada setiap titik dicatat dan disusun dalam tabel koordinat (X, Y, Lux) menggunakan Microsoft Excel.
2. Analisis dan Visualisasi Data : Data tersebut diimpor ke perangkat lunak Surfer untuk dilakukan proses gridding dan interpolasi spasial. Hasilnya divisualisasikan dalam bentuk peta kontur sebaran intensitas cahaya guna menggambarkan distribusi iluminasi di ruang kelas E901 dan E902.
3. Perbandingan dengan Standar: Nilai hasil pengukuran dibandingkan dengan standar SNI 6197:2011 yang mensyaratkan tingkat pencahayaan minimum 300 lux untuk auditorium.
4. Interpretasi dan Rekomendasi: Berdasarkan peta kontur dan hasil analisis, dilakukan identifikasi area dengan iluminasi di bawah standar dan disusun rekomendasi peningkatan pencahayaan (penambahan jumlah lampu, pengaturan tata letak, atau perubahan jenis lampu).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat dan distribusi pencahayaan alami di dua ruang kelas, yaitu E901 dan E902, di Universitas Muhammadiyah Lamongan. Pengukuran dilakukan menggunakan lux meter, dengan titik pengukuran disusun dalam grid berjarak 60 cm × 60 cm di seluruh area lantai ruangan. Kondisi ruangan diatur dengan seluruh jendela terbuka penuh agar intensitas cahaya alami dapat masuk secara maksimal.

Data hasil pengukuran diolah menggunakan perangkat lunak Surfer untuk menghasilkan peta kontur distribusi iluminansi. Sebelum divisualisasikan dalam bentuk peta, seluruh hasil pengukuran disajikan terlebih dahulu dalam bentuk rata-rata intensitas cahaya (lux) untuk setiap ruang, seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1** berikut:

Tabel 1. Rata-rata Intensitas Cahaya Alami Ruang Kelas E901 dan E902

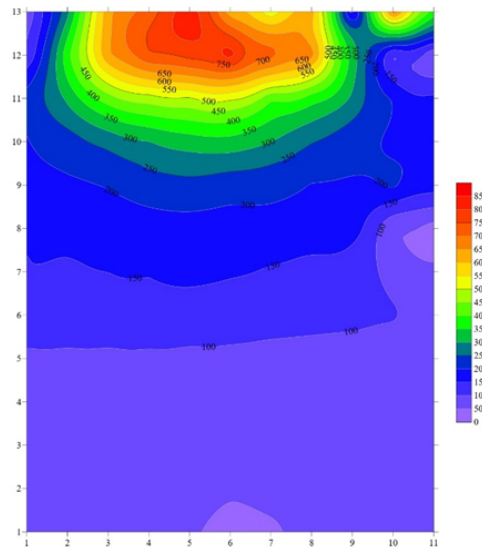
No	Ruang Kelas	Jumlah Pengukuran	Nilai Min (lux)	Nilai Maks (lux)	Rata-rata (lux)	Keterangan
1	E901	142	31	836	193,4	Intensitas tinggi di sisi jendela, kontras kuat antar area
2	E902	130	38	539	151,2	Intensitas lebih rendah, distribusi lebih merata

Berdasarkan **Tabel 1**, hasil pengukuran intensitas cahaya alami di ruang kelas E901 dan E902 Universitas Muhammadiyah Lamongan, diperoleh variasi nilai iluminansi yang cukup signifikan pada setiap titik pengukuran. Terlihat bahwa ruang E901 memiliki nilai rata-rata iluminansi sebesar 193,4 lux, lebih tinggi dibandingkan ruang E902 yang memiliki rata-rata 151,2 lux. Namun, E901 juga menunjukkan variasi pencahayaan yang lebih ekstrem, dengan rentang dari 31 hingga 836 lux, menandakan adanya ketidakseimbangan pencahayaan antara area depan dan belakang ruang. Sebaliknya, ruang E902 memiliki sebaran cahaya yang lebih lembut dan stabil, meskipun nilai rata-ratanya lebih rendah. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai iluminansi tertinggi berada pada area yang berdekatan dengan bukaan jendela, sedangkan nilai iluminansi terendah ditemukan pada area yang jauh dari sumber cahaya alami. Pola distribusi ini divisualisasikan melalui peta kontur pencahayaan yang dihasilkan menggunakan perangkat lunak Surfer.

1. Ruang Kelas E901

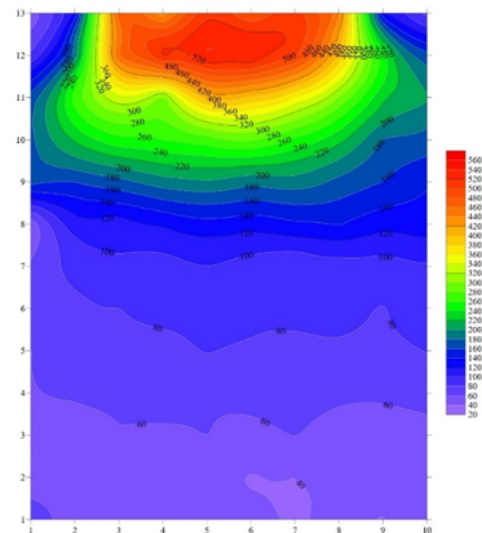
Gambar peta kontur ruang kelas E901 menunjukkan rentang intensitas yang lebih tinggi, yaitu 0–850 lux. Area dengan warna merah terang hingga oranye terletak di sisi atas gambar, dengan nilai iluminansi antara 650–850 lux, sedangkan area tengah hingga bawah (berwarna biru) memiliki intensitas 100–250 lux. Sebaran cahaya di E901 menunjukkan ketidakteraturan, dengan perbedaan kontras antara sisi terang dan sisi redup. Berdasarkan standar SNI 6197:2020, ruang kelas direkomendasikan memiliki tingkat iluminansi minimum 300 lux dan tingkat keseragaman minimal 0,7.

Kondisi ini menunjukkan bahwa ruang kelas E901 menerima cahaya alami yang lebih besar dibanding E902, kemungkinan disebabkan oleh bukaan jendela yang lebih lebar dan orientasi ruang yang lebih terbuka terhadap arah datangnya cahaya matahari. Bukaan besar pada sisi tunggal ruang kelas dapat menghasilkan tingkat iluminansi tinggi tetapi dengan kontras pencahayaan yang tinggi pula, sehingga menyebabkan potensi silau dan ketidaknyamanan visual.



Gambar 3. Peta Kontur Sebaran Intensitas Cahaya Alami di Ruang Kelas E901 Menggunakan Surfer

2. Ruang Kelas E902



Gambar 4. Peta Kontur Sebaran Intensitas Cahaya Alami di Ruang Kelas E902 Menggunakan Surfer

Hasil peta kontur E902 menunjukkan variasi intensitas cahaya dengan rentang nilai 20–560 lux. Daerah berwarna merah-oranye (bagian atas gambar) menunjukkan nilai iluminansi tertinggi, berkisar 500–560 lux, yang terletak di dekat sisi jendela utama. Sebaliknya, area bagian bawah (berwarna biru hingga ungu) memiliki intensitas cahaya rendah, yaitu 20–100 lux. Distribusi ini menunjukkan bahwa pencahayaan alami di E902 tidak merata, dengan area belakang kelas menerima cahaya jauh lebih sedikit dibanding area dekat jendela. Selain nilai rata-rata iluminansi, analisis keseragaman pencahayaan dilakukan menggunakan rasio keseragaman (Uniformity Ratio), yang dirumuskan sebagai: ($U_0 = E_{\min} / E_{\text{avg}}$).

Berdasarkan hasil pengukuran, ruang kelas E901 memiliki nilai iluminansi minimum (E_{\min}) sebesar 31 lux dan nilai iluminansi rata-rata (E_{avg}) sebesar 193,4 lux, sehingga diperoleh nilai rasio keseragaman U_0

sebesar 0,16. Sementara itu, ruang kelas E902 memiliki nilai E_{min} sebesar 38 lux dan E_{avg} sebesar 151,2 lux, sehingga nilai U_0 yang diperoleh sebesar 0,25. Nilai U_0 pada kedua ruang kelas tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman pencahayaan masih tergolong rendah. Namun demikian, ruang kelas E902 memiliki distribusi pencahayaan yang relatif lebih seragam dibandingkan ruang kelas E901. Hal ini diduga dipengaruhi oleh perbedaan orientasi ruang dan proporsi bukaan jendela terhadap arah datangnya cahaya matahari.

Untuk memperjelas distribusi pencahayaan alami, ruang kelas dibagi menjadi tiga zona, yaitu zona dekat jendela, zona tengah, dan zona belakang ruang. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa zona dekat jendela memiliki nilai iluminansi tertinggi pada kedua ruang kelas, bahkan pada beberapa titik melebihi nilai iluminansi rata-rata ruang. Sebaliknya, zona tengah dan zona belakang ruang menunjukkan penurunan intensitas cahaya yang cukup signifikan. Zona belakang ruang kelas merupakan area dengan nilai iluminansi terendah dan sebagian besar berada di bawah standar pencahayaan ruang belajar yang direkomendasikan. Pola ini menegaskan bahwa meskipun nilai rata-rata iluminansi ruang kelas masih dapat memenuhi standar, distribusi pencahayaan secara spasial belum merata dan berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan visual bagi pengguna ruang pada area tertentu.

Parameter silau kuantitatif seperti Unified Glare Rating (UGR) tidak dihitung secara numerik dalam penelitian ini karena keterbatasan data luminansi dan konfigurasi visual yang diperlukan. Namun demikian, potensi silau dianalisis secara kualitatif berdasarkan nilai iluminansi maksimum dan distribusi intensitas cahaya pada peta kontur. Nilai iluminansi yang tinggi pada area dekat jendela, khususnya pada ruang kelas E901, menunjukkan adanya potensi ketidaknyamanan visual apabila tidak disertai dengan elemen pengendali cahaya. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengendalian pencahayaan alami, seperti penggunaan tirai, reflektor cahaya, atau pengaturan ulang tata letak ruang, untuk meningkatkan kenyamanan visual sekaligus keseragaman pencahayaan.

B. Pembahasan

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ruang kelas E901 memiliki nilai rata-rata iluminansi sebesar 193,4 lux, sedangkan ruang kelas E902 memiliki rata-rata iluminansi sebesar 151,2 lux. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ruang E901 menerima pencahayaan alami yang lebih tinggi dibandingkan ruang E902. Namun demikian, hasil visualisasi peta kontur memperlihatkan bahwa distribusi pencahayaan di ruang E901 cenderung tidak merata, dengan intensitas cahaya yang sangat tinggi pada area dekat jendela dan menurun secara signifikan menuju bagian tengah hingga belakang ruang. Sebaliknya, ruang E902 menunjukkan sebaran pencahayaan yang relatif lebih merata, meskipun nilai rata-rata iluminansinya lebih rendah. Perbedaan pola distribusi pencahayaan ini menunjukkan bahwa orientasi bangunan, arah datangnya sinar matahari, serta ukuran dan posisi bukaan jendela memiliki peran penting terhadap kualitas pencahayaan alami.

Pada ruang E901, bukaan jendela yang menghadap langsung ke arah datangnya cahaya matahari menyebabkan area depan ruang menerima paparan cahaya yang berlebihan, sementara area belakang ruang mengalami kekurangan pencahayaan. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan visual akibat kontras pencahayaan yang tinggi. Sebaliknya, ruang E902 memiliki orientasi bukaan yang berbeda dengan proporsi jendela yang relatif lebih kecil, sehingga cahaya yang masuk bersifat lebih difus dan tersebar secara lebih merata ke seluruh area ruang. Kondisi ini menjadikan ruang E902 lebih baik dari sisi keseragaman pencahayaan, meskipun jumlah cahaya alami yang masuk belum mencukupi untuk memenuhi standar pencahayaan ruang belajar.

Berdasarkan SNI 6197:2020 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, tingkat iluminansi yang direkomendasikan untuk ruang kelas atau ruang belajar berada pada rentang 250–300 lux. Standar ini ditetapkan untuk menjamin kenyamanan visual pengguna ruang, mengurangi kelelahan mata, serta mendukung aktivitas membaca dan menulis secara optimal. Jika dibandingkan dengan standar tersebut, hasil pengukuran menunjukkan bahwa kedua ruang kelas dalam penelitian ini belum memenuhi nilai iluminansi yang direkomendasikan. Rata-rata iluminansi ruang E901 sebesar 193,4 lux masih berada sekitar 106,6 lux di bawah batas minimum standar, sedangkan ruang E902 dengan rata-rata 151,2 lux berada sekitar 148,8 lux di bawah standar SNI. Perbandingan hasil pengukuran dengan standar SNI 6197:2020 disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perbandingan Rata-rata Intensitas Cahaya Alami Ruang Kelas E901 dan E902 dengan Standar SNI 6197:2020

No	Ruang Kelas	Standar SNI	Rata-rata (lux)	Keterangan
1	E901	300	193,4	Belum memenuhi standar SNI (kurang 106,6 lux)
2	E902	300	151,2	Belum memenuhi standar SNI (kurang 148,8 lux)

Berdasarkan hasil perbandingan pada **Tabel 2**, meskipun ruang E901 memiliki nilai rata-rata iluminansi yang lebih tinggi, distribusi pencahayaannya tidak merata karena intensitas cahaya sangat terpusat pada zona dekat jendela dan menurun tajam pada zona tengah hingga belakang ruang. Kondisi ini berpotensi menimbulkan silau dan kelelahan visual bagi pengguna ruang yang berada di area depan. Sebaliknya, ruang E902 menunjukkan distribusi pencahayaan yang lebih seragam, meskipun tingkat iluminansi rata-ratanya lebih rendah dan belum memenuhi standar pencahayaan ruang belajar. Hal ini menunjukkan bahwa ruang E901 unggul dalam jumlah cahaya, sedangkan ruang E902 unggul dalam keseragaman distribusi pencahayaan.

Selain nilai rata-rata iluminansi, tingkat keseragaman pencahayaan alami dianalisis menggunakan rasio keseragaman (Uniformity Ratio), yang didefinisikan sebagai perbandingan antara nilai iluminansi minimum (E_{\min}) dan nilai iluminansi rata-rata (E_{avg}), dengan persamaan $U_0 = E_{\min} / E_{\text{avg}}$. Berdasarkan hasil pengukuran, ruang E901 memiliki nilai E_{\min} sebesar 31 lux dan E_{avg} sebesar 193,4 lux, sehingga diperoleh nilai U_0 sebesar 0,16. Sementara itu, ruang E902 memiliki nilai E_{\min} sebesar 38 lux dan E_{avg} sebesar 151,2 lux, sehingga nilai U_0 sebesar 0,25. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman pencahayaan pada ruang E902 relatif lebih baik dibandingkan ruang E901, meskipun kedua ruang masih memiliki tingkat keseragaman yang tergolong rendah.

Untuk mencapai tingkat pencahayaan yang sesuai dengan standar SNI 6197:2020, diperlukan upaya optimalisasi pencahayaan pada kedua ruang kelas. Beberapa langkah yang dapat dilakukan antara lain peningkatan reflektansi permukaan interior melalui penggunaan warna dinding yang lebih terang, pemasangan reflektor atau light shelf pada area jendela untuk mendistribusikan cahaya ke bagian belakang ruang, serta penerapan sistem pencahayaan hibrida yang mengombinasikan pencahayaan alami dan buatan. Dengan penerapan strategi tersebut, diharapkan distribusi cahaya di ruang E901 dan E902 menjadi lebih seimbang dan mampu meningkatkan kenyamanan visual pengguna ruang secara keseluruhan.

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas pencahayaan alami di ruang kelas E901 dan E902 Universitas Muhammadiyah Lamongan, dapat disimpulkan bahwa kedua ruang kelas tersebut belum memenuhi standar pencahayaan ruang belajar berdasarkan SNI 6197:2020, yaitu sebesar 250–300 lux. Ruang kelas E901 memiliki nilai rata-rata iluminansi sebesar 193,4 lux, sedangkan ruang kelas E902 memiliki nilai rata-rata iluminansi sebesar 151,2 lux.

Meskipun ruang E901 menunjukkan tingkat pencahayaan alami yang lebih tinggi dibandingkan ruang E902, distribusi pencahayaannya cenderung tidak merata, dengan intensitas cahaya yang sangat tinggi pada area dekat jendela dan menurun secara signifikan pada bagian tengah hingga belakang ruang. Sebaliknya, ruang E902 memiliki tingkat iluminansi rata-rata yang lebih rendah, namun menunjukkan distribusi pencahayaan yang relatif lebih seragam di seluruh area ruang kelas.

Perbedaan karakteristik pencahayaan alami pada kedua ruang kelas tersebut menunjukkan bahwa orientasi bangunan, arah datangnya sinar matahari, serta ukuran dan posisi bukaan jendela berpengaruh signifikan terhadap kualitas dan distribusi pencahayaan alami. Oleh karena itu, diperlukan perancangan pencahayaan alami yang mempertimbangkan orientasi bangunan dan pengaturan bukaan secara optimal agar

intensitas cahaya dapat tersebar lebih merata serta memenuhi standar kenyamanan visual bagi pengguna ruang kelas.

B. Saran

Untuk meningkatkan kualitas pencahayaan alami di ruang kelas E901 dan E902, diperlukan upaya optimalisasi baik dari aspek arsitektural maupun teknis. Permukaan interior seperti dinding dan plafon disarankan menggunakan warna terang dengan tingkat reflektansi tinggi agar cahaya alami yang masuk dapat dipantulkan dan tersebar lebih merata ke seluruh area ruang. Selain itu, pemasangan elemen reflektor horizontal atau light shelf pada bagian atas jendela dapat membantu mendistribusikan cahaya ke zona tengah dan belakang ruang kelas yang selama ini cenderung memiliki intensitas pencahayaan rendah. Strategi ini diharapkan dapat meningkatkan tingkat keceragaman pencahayaan tanpa menambah bukaan baru.

Penerapan sistem pencahayaan hibrida yang mengombinasikan pencahayaan alami dan pencahayaan buatan juga disarankan, terutama untuk menjaga kestabilan intensitas cahaya pada kondisi cuaca tertentu atau pada waktu ketika pencahayaan alami tidak optimal. Sistem pencahayaan buatan tersebut dapat diintegrasikan dengan sensor cahaya otomatis untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik. Selain itu, penataan furnitur di dalam ruang kelas perlu diperhatikan agar tidak menghalangi jalur masuk dan sebaran cahaya alami dari jendela. Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, pencahayaan di ruang kelas E901 dan E902 diharapkan dapat meningkat baik dari segi intensitas maupun keceragaman distribusi, sehingga mampu meningkatkan kenyamanan visual pengguna ruang, mendukung efisiensi energi, serta menciptakan lingkungan belajar yang lebih sehat dan produktif.

DAFTAR PUSTAKA

- AL-Mowallad, E. A. M. S., Huang, X., Lu, Z., Li, X., Wu, K., Zhu, Z., & Liu, G. (2024a). Assessment and Improvement of Daylighting Quality in Classrooms with Double-Side Windows. *Buildings*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/buildings14113501>
- Atthailah, A., & Bintoro, A. (2019). USEFUL DAYLIGHT ILLUMINANCE (UDI) PADA RUANG BELAJAR SEKOLAH DASAR DI KAWASAN URBAN PADAT TROPIS (STUDI KASUS: SD NEGERI 2 DAN 6 BANDA SAKTI, LHOKSEUMAWE, ACEH, INDONESIA). *LANGKAU BETANG: JURNAL ARSITEKTUR*, 6(2), 72–86. <https://doi.org/10.26418/lantang.v6i2.33940>
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2020). SNI 6197:2020 Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan. Jakarta: BSN.
- Bouroussis, C. A., & Jägerbrand, A. K. (2022). Simulations and Analysis of the Optimum Uniformity for Pedestrian Road Lighting Focusing on Energy Performance and Spill Light in the Roadside Environment. *Energies*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/en15092983>
- Hakim, F. N., Muhamadinah, Y., Atthailah, Mangkuto, R. A., & Sudarsono, A. S. (2021). Building Envelope Design Optimization of a Hypothetical Classroom Considering Energy Consumption, Daylight, and Thermal Comfort: Case Study in Lhokseumawe, Indonesia. *International Journal of Technology*, 12(6), 1217–1227. <https://doi.org/10.14716/IJTECH.V12I6.5203>
- Liu, Y., Chen, K., Ni, E., & Deng, Q. (2023). Optimizing classroom modularity and combinations to enhance daylighting performance and outdoor platform through ANN acceleration in the post-epidemic era. *Heliyon*, 9(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21598>
- Luo, J., Yan, G., Zhao, L., Zhong, X., & Su, X. (2024). Evaluation of Design Parameters for Daylighting Performance in Secondary School Classrooms Based on Field Measurements and Physical Simulations: A Case Study of Secondary School Classrooms in Guangzhou. *Buildings*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/buildings14030637>
- Price, L. L. A., Dahlmann-Noor, A., & Khazova, M. (2024). Daylight and Electric Lighting in Primary and Secondary School Classrooms in the UK—An Observational Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph21070942>
- Sangkakool, T., & Jumani, Z. A. (2024). Improving Natural and Artificial Lighting in Coastal Architecture Classrooms: Insights and Applications. *Journal of Daylighting*, 11(1), 23–38. <https://doi.org/10.15627/jd.2024.2>

