

## EVALUASI PENCAHAYAAN ALAMI RUANG STUDIO DASAR 2 MELALUI ILUMINANSI DAN *DAYLIGHT FACTOR*

*\*Rahmayanti<sup>1</sup>, Nur Mutmainnah<sup>2</sup>, Syafriani<sup>3</sup>,  
Wahyu Saputra<sup>4</sup>, Harun Musa<sup>5</sup>*

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

<sup>5</sup>Politeknik Negeri Ujung Pandang, Indonesia

*\*rahmayanti@ung.ac.id*

**Abstrak: Evaluasi Pencahayaan Alami Ruang Studio Dasar 2 melalui Iluminansi dan *Daylight Factor*.**

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja pencahayaan alami pada Ruang Kuliah Studio Dasar 2 Universitas Negeri Gorontalo. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif berbasis pengukuran simulasi iluminansi dalam ruang menggunakan perangkat lunak DIALux dan rumus DF ( $E_i/E_o \times 100\%$ ) sebagai indikator operasional. Pengukuran dilakukan dengan lux meter pada 31 titik selama 20 menit dari pukul 08.00–16.00, menghasilkan 25 pasang data iluminansi. Analisis difokuskan pada iluminansi dalam ruang, daylight factor (DF), dan kesesuaian terhadap SNI. Hasil menunjukkan iluminansi ruang berkisar 31,21–3.843,00 lux dengan rerata 1.577,93 lux, sedangkan iluminansi luar rata-rata 39,56 klux. Nilai DF berkisar 1,58%–5,72% dengan rata-rata 3,99% dan koefisien korelasi 0,94. Berdasarkan SNI 6197:2020, ruang memenuhi ambang 350 lux pada 23 titik dan 750 lux pada 18 titik. Korelasi indoor–outdoor yang tinggi menunjukkan pencahayaan alami sangat dipengaruhi kondisi luar ruang. Secara umum, ruang masih memadai untuk fungsi kelas pada sebagian besar waktu penggunaan, meskipun distribusi cahaya belum sepenuhnya merata.

Kata kunci: **Pencahayaan Alami; Ruang Studio; Iluminansi; Daylight Factor; Standar Iluminansi.**

**Abstract: *Daylighting Performance Evaluation in Basic Design Studio 2 Classroom through Illuminance and Daylight Factor.***

*This study aims to evaluate the performance of natural lighting in the Basic Studio 2 Lecture Hall at Gorontalo State University. The method used was a quantitative descriptive approach based on in-room illuminance simulations using DIALux software and the DF formula ( $E_i/E_o \times 100\%$ ) as an operational indicator. Measurements were taken with a lux meter at 31 points for 20 minutes from 8:00 AM to 4:00 PM, yielding 25 pairs of illuminance data. The analysis focused on indoor illuminance, the daylight factor (DF), and compliance with SNI standards. The results showed that indoor illuminance ranged from 31.21 to 3,843.00 lux with an average of 1,577.93 lux, while average outdoor illuminance was 39.56 klux. DF values ranged from 1.58% to 5.72% with an average of 3.99% and a correlation coefficient of 0.94. Based on SNI 6197:2020, the room met the 350-lux threshold at 23 points and the 750-lux threshold at 18 points. The high indoor–outdoor correlation indicates that natural lighting is significantly influenced by outdoor conditions. Overall, the room remains adequate for classroom functions during most of its usage time, although light distribution is not yet fully uniform.*

Keyword: **Daylighting Performance; Studio Classroom; Illuminance; Daylight Factor; Illuminance Standard**

---

### History & License of Article Publication:

**Received: 19/05/2026 Revision: 26/05/2026 Published: 02/06/2026**

---

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.vXXiXX.XXX>

---



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

---

## PENDAHULUAN

Pencahayaan alami merupakan aspek fundamental dalam desain bangunan, khususnya bangunan pendidikan yang digunakan secara intensif selama jam siang hari. (Geddamm et al., 2024) menegaskan bahwa kualitas pencahayaan memiliki dampak langsung terhadap kenyamanan visual, konsentrasi, dan produktivitas pengguna ruang; pencahayaan yang tidak memadai dapat menyebabkan kelelahan mata, sakit kepala, serta menurunnya kemampuan belajar siswa. Lebih jauh, paparan cahaya alami yang cukup juga terbukti meregulasi ritme sirkadian yang berkaitan dengan tingkat kewaspadaan kognitif sepanjang hari.

Pemanfaatan pencahayaan alami pada bangunan pendidikan tidak hanya berkaitan dengan penghematan energi, tetapi juga memengaruhi kenyamanan visual, kesehatan mata, dan kualitas pengalaman belajar. Studi mutakhir menunjukkan bahwa kualitas *daylighting* di ruang kelas berkaitan dengan *visual comfort*, kontrol silau, kesehatan visual, hingga persepsi pengguna ruang (Kong et al., 2022); (Wang et al., 2025). Oleh karena itu, evaluasi *daylighting* pada ruang kuliah eksisting tetap relevan sebagai dasar perbaikan desain maupun pengelolaan operasional bangunan.

Dari perspektif global, (International Energy Agency, 2025) melaporkan bahwa sektor bangunan menyumbang 30% dari total konsumsi energi global, sebagian besar untuk pencahayaan dan penghawaan buatan. Hal ini memperkuat urgensi untuk memaksimalkan pemanfaatan cahaya alami, terutama di negara tropis seperti Indonesia yang memiliki potensi radiasi matahari tinggi sepanjang tahun. (Ismail et al., 2023) menyebutkan bahwa bangunan sekolah di Indonesia seharusnya mampu mengurangi penggunaan pencahayaan buatan hingga 70%, karena hampir seluruh kegiatan belajar-mengajar berlangsung pada saat matahari bersinar. Namun kenyataannya, banyak ruang kelas di Indonesia masih belum memanfaatkan potensi cahaya alami secara optimal.

Kajian tentang kinerja pencahayaan alami di ruang kelas telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. (Khelil & Khelil, 2025) dalam studi evaluasi dan optimasi pencahayaan ruang kelas di Universitas Campania, Italia, menggunakan pendekatan tiga fase yang mencakup verifikasi *Daylight Factor (DF)*, *Window to Floor Ratio (WFR)*, dan *Spatial Daylight Autonomy (sDA)* sesuai kriteria LEED 4.1/2023. Penelitian tersebut menekankan bahwa evaluasi berbasis DF tetap menjadi metode yang handal dan terstandar untuk mengukur kualitas pencahayaan alami secara cepat di lapangan.

Dalam konteks tropis, penelitian *classroom daylighting* banyak diarahkan pada simulasi berbasis iklim, optimasi ukuran bukaan, orientasi, dan elemen *shading*. (Atthaillah et al., 2022) serta (Atthaillah et al., 2025) menekankan pentingnya konfigurasi bukaan, *shading*, dan kondisi penghalang sekitar terhadap performa *daylighting* ruang kelas tropis. (Ukpong et al., 2025) menunjukkan bahwa satu metrik statis saja tidak cukup untuk menjelaskan performa *daylighting lecture room* tropis. Di sisi lain, studi berbasis *field measurement* pada bangunan pendidikan yang sudah digunakan sehari-hari memperlihatkan bahwa pengalaman visual pengguna dan distribusi iluminansi aktual sering kali berbeda dari asumsi desain awal (Lo Verso et al., 2021), (Kong et al., 2022), (Elbellahy et al., 2024)).

Di Indonesia, studi lapangan pada ruang studio arsitektur yang secara khusus mendokumentasikan pengukuran multi-titik-waktu masih sangat terbatas. (Ragilyani & Evaluasi Pencahayaan Alami Ruang Studio Dasar 2 Melalui Iluminansi Dan *Daylight Factor* (Rahmayanti

Dewi, 2021) mengukur iluminansi pencahayaan alami pada tiga ruang studio arsitektur di Universitas Pancasila menggunakan lux meter dan kuesioner persepsi mahasiswa, menemukan bahwa seluruh ruang telah memenuhi (SNI 03-2396-2001, 2001) sebagai ruang studio gambar dan persepsi mahasiswa menunjukkan respons netral hingga nyaman. Kajian ini menjadi salah satu referensi lapangan langsung dalam konteks ruang studio arsitektur di Indonesia. Berbeda dari studi (Ragilyani & Dewi, 2021) yang berfokus pada pengukuran multi-titik pada satu waktu, artikel ini mendokumentasikan perubahan iluminansi dari satu titik ukur representatif selama satu hari penuh, sehingga mampu memetakan dinamika pencahayaan secara temporal. *Daylight factor* atau faktor langit masih banyak digunakan sebagai indikator awal ketersediaan cahaya alami dalam evaluasi bangunan di Indonesia, meskipun akurasi dan cara pembacaannya tetap perlu ditempatkan secara hati-hati sesuai konteks lapangan (Mangkuto, 2016).

Studi lapangan yang serupa telah dilakukan oleh (Imran, n.d.) yang mengevaluasi kinerja pencahayaan alami di ruang kelas SMA Aquino Manado menggunakan lux meter dan simulasi perangkat lunak Velux Daylight Visualizer. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kualitas pencahayaan aktual dipengaruhi oleh kondisi langit, posisi dan dimensi bukaan, serta material permukaan faktor yang juga relevan dalam konteks Ruang Studio Dasar 2 UNG. Sebelumnya, (Novita Shamin, 2020) melakukan evaluasi intensitas pencahayaan penerangan jalan umum (PJU) di Kota Gorontalo menggunakan lux meter dan standar nasional, menunjukkan bahwa metode pengukuran lapangan berbasis SNI dapat diterapkan secara efektif untuk menilai kecukupan iluminansi fasilitas publik di wilayah Gorontalo.

Meskipun penelitian *daylighting* ruang kelas tropis telah berkembang, evaluasi berbasis pengukuran lapangan *time-series* pada ruang studio arsitektur perguruan tinggi di Indonesia masih terbatas, khususnya yang mengintegrasikan iluminansi dalam ruang, iluminansi luar ruang, *daylight factor* simultan, dan pembacaan terhadap ambang SNI dalam satu kerangka analisis operasional. Kesenjangan ini penting karena ruang studio memiliki tuntutan visual lebih tinggi dibanding ruang kelas umum dan performanya berubah sepanjang hari sesuai kondisi langit. Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja pencahayaan alami pada Ruang Kuliah Studio Dasar 2 Universitas Negeri Gorontalo melalui analisis iluminansi dalam–luar ruang, *daylight factor* simultan, dan kesesuaian terhadap ambang SNI untuk mengidentifikasi periode kritis yang memerlukan intervensi desain maupun operasional.

## **METODE**

### **1. Sumber data dan prosedur analisis**

Penelitian ini menggunakan data pengukuran lapangan pencahayaan alami pada Ruang Kuliah Studio Dasar 2, lantai 3 Gedung Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo. Pengukuran dilakukan menggunakan lux meter digital tipe EXTECH LT300 (rentang ukur 0–400.000 lux, resolusi 0,1 lux) yang telah dikalibrasi sebelum penggunaan sesuai prosedur pabrik. Pengukuran dilaksanakan pada tanggal 19 Mei 2024 dalam kondisi langit cerah berawan parsial (*partly cloudy*) dengan suhu udara berkisar antara 28–33°C, pada satu titik pengamatan di dalam ruang dan satu titik referensi di luar ruang secara simultan. Rekap data yang digunakan dalam artikel ini menyajikan satu nilai iluminansi

dalam ruang dan satu nilai iluminansi luar ruang pada setiap interval waktu, sehingga setiap pasangan nilai tersebut diperlakukan sebagai unit analisis.



**Gambar 1.** Denah ruang kuliah studio dasar 2

Sumber: Penulis, 2026

## 2. Penentuan Titik Ukur

Titik ukur utama (TUU) ditetapkan pada posisi 1/3 d dari bidang lubang cahaya efektif, mengacu pada (SNI 03-2396-2001, 2001) tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung. Posisi TUU pada 1/3 kedalaman ruang dipilih karena merupakan titik yang secara konsisten paling representatif untuk menggambarkan kondisi pencahayaan pada area kerja utama, sekaligus merupakan titik acuan standar dalam SNI 03-2396-2001. Penetapan satu titik ukur juga didasarkan pada keterbatasan alat dan waktu pengukuran; konsekuensinya, hasil penelitian ini mencerminkan kondisi pada titik ukur tersebut dan tidak dapat digeneralisasi sebagai representasi distribusi pencahayaan seluruh ruang. Pendekatan ini sejalan dengan metode yang digunakan dalam beberapa studi evaluatif di bangunan pendidikan Indonesia, di antaranya (Ismail et al., 2023) dan (Ariestadi et al., 2023), yang menggunakan pengukuran titik representatif sebagai tahap awal evaluasi sebelum dilakukan pengukuran distribusi yang lebih komprehensif. Penggunaan satu titik ukur merupakan keterbatasan penelitian ini. Untuk evaluasi yang lebih komprehensif dan sesuai standar penuh, disarankan menggunakan grid titik ukur berdasarkan luas ruangan dan indeks ruang (*Room Cavity Ratio*/RCR) sebagaimana diatur dalam (SNI 03-2396-2001, 2001).

Pengukuran dilakukan setiap 20 menit mulai pukul 08.00 hingga 16.00, sehingga diperoleh 25 observasi berpasangan. Iluminansi luar ruang yang tercatat dalam klux dikonversi ke lux sebelum perhitungan. *Daylight factor* (DF) dihitung menggunakan persamaan

$$DF = \left( \frac{E_i}{E_o} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Dengan  $E_i$  menyatakan iluminansi dalam ruang dan  $E_o$  menyatakan iluminansi luar ruang pada saat yang sama. Dalam artikel ini, DF diposisikan sebagai indikator operasional

berbasis pengukuran simultan. Untuk memperkuat interpretasi praktis, hasil kemudian dibandingkan dengan ambang 350 lux untuk fungsi ruang kelas dan 750 lux untuk aktivitas studio gambar mengacu pada (SNI 6197:2020, 2020), serta ambang DF minimum 2% sebagai indikator awal ketersediaan daylight mengacu pada (SNI 03-2396-2001, 2001) dan pembacaan kritis (Mangkuto, 2016).

Data diolah menggunakan statistik deskriptif untuk mendapatkan nilai rata-rata, minimum, maksimum, median, dan simpangan baku. Selain itu, dilakukan analisis tren waktu, korelasi antara iluminansi dalam ruang dan luar ruang, serta pengelompokan periode pengamatan menjadi pagi (08.00–09.40), menjelang siang (10.00–12.40), dan siang-sore (13.00–16.00).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Hasil pengukuran iluminansi dalam dan luar ruang

**Tabel 1.** Data Pengukuran dan Daylight Factor

| No | Waktu | Ei(lux) | Eo (lux) | DF (%) | Kategori |
|----|-------|---------|----------|--------|----------|
| 1  | 08.00 | 3.843   | 77.700   | 4.95%  | Cukup    |
| 2  | 08.20 | 3.819   | 75.400   | 5.06%  | Baik     |
| 3  | 08.40 | 3.554   | 75.200   | 4.73%  | Cukup    |
| 4  | 09.00 | 3.489   | 74.100   | 4.71%  | Cukup    |
| 5  | 09.20 | 3.147   | 70.200   | 4.48%  | Cukup    |
| 6  | 09.40 | 2.908   | 68.300   | 4.26%  | Cukup    |
| 7  | 10.00 | 2.100   | 61.400   | 3.42%  | Cukup    |
| 8  | 10.20 | 1.692   | 55.300   | 3.06%  | Cukup    |
| 9  | 10.40 | 1.686   | 55.000   | 3.07%  | Cukup    |
| 10 | 11.00 | 1.545   | 53.700   | 2.88%  | Cukup    |
| 11 | 11.20 | 1.461   | 49.800   | 2.93%  | Cukup    |
| 12 | 11.40 | 1.393   | 48.400   | 2.88%  | Cukup    |
| 13 | 12.00 | 1.340   | 47.900   | 2.80%  | Cukup    |
| 14 | 12.20 | 970     | 25.700   | 3.77%  | Cukup    |
| 15 | 12.40 | 938     | 24.200   | 3.88%  | Cukup    |
| 16 | 13.00 | 933     | 24.20    | 3.86%  | Cukup    |
| 17 | 13.20 | 772     | 19.800   | 3.90%  | Cukup    |
| 18 | 13.40 | 767     | 18.900   | 4.06%  | Cukup    |
| 19 | 14.00 | 680     | 16.650   | 4.08%  | Cukup    |
| 20 | 14.20 | 643     | 11.820   | 5.44%  | Baik     |
| 21 | 14.40 | 607     | 10.620   | 5.72%  | Baik     |
| 22 | 15.00 | 481     | 9.190    | 5.23%  | Baik     |
| 23 | 15.20 | 454     | 8.440    | 5.38%  | Baik     |
| 24 | 15.40 | 195     | 5.200    | 3.75%  | Cukup    |
| 25 | 16.00 | 31,21   | 1.970    | 1.58%  | Kurang   |

Tabel 1 menyajikan hasil pengukuran lengkap. Kolom kategori pada Tabel 1 ditetapkan berdasarkan nilai DF mengacu pada ambang minimum SNI 03-2396-2001 dan pembacaan kritis Mangkuto (2016): kategori “Baik” untuk  $DF \geq 5\%$ , “Cukup” untuk  $2\% \leq DF < 5\%$ , dan “Kurang” untuk  $DF < 2\%$ . Intensitas cahaya luar mencapai puncak 77.700

Evaluasi Pencahayaan Alami Ruang Studio Dasar 2 Melalui Iluminansi Dan *Daylight Factor* (Rahmayanti)

<https://radial.e-journal.unbitago.ac.id/radial/index>

lux (08.00) dan menurun hingga 1.970 lux (16.00), dengan pola penurunan progresif yang khas iklim tropis. Intensitas dalam ruangan mengikuti pola serupa, dari 3.843 lux menjadi 31,21 lux. Penurunan tajam terjadi di sekitar pukul 12.20 (dari 1.340 lux menjadi 970 lux), mengindikasikan perubahan kondisi langit akibat tutupan awan—fenomena umum yang juga ditemukan oleh (Ismail et al., 2023).

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa iluminansi dalam ruang berada pada rentang 31,21–3.843,00 lux dengan rata-rata 1.577,93 lux, sedangkan iluminansi luar ruang berada pada rentang 1,97–77,70 klux dengan rata-rata 39,56 klux. Nilai tertinggi indoor dan outdoor sama-sama terjadi pada awal pengamatan pukul 08.00, kemudian menurun bertahap sampai akhir hari. Temuan ini memperlihatkan bahwa dinamika cahaya di dalam ruang mengikuti perubahan ketersediaan cahaya luar secara kuat sepanjang hari pengamatan.

**Tabel 2.** Statistik ringkas iluminansi dan *daylight factor* (DF)

| Variabel      | Rata-rata | Min   | Maks   | Median | Simpangan Baku |
|---------------|-----------|-------|--------|--------|----------------|
| E Dalam (lux) | 1.578     | 31,21 | 3.843  | 1.340  | 1.194,44       |
| E Luar (lux)  | 39.560    | 1.970 | 77.700 | 47.900 | 26.200         |
| DF (%)        | 3,99      | 1,58  | 5,72   | 3,90   | 1,02           |

Secara statistik, iluminansi dalam ruang memiliki rerata 1.577,93 lux, median 1.340,00 lux, dan simpangan baku 1.194,44 lux; iluminansi luar ruang memiliki rerata 39,56 klux, median 47,90 klux, dan simpangan baku 26,20 klux; sedangkan DF memiliki rerata 3,99%, median 3,90%, dan simpangan baku 1,02%.

Korelasi Pearson antara iluminansi dalam ruang dan luar ruang mencapai  $r = 0,94$ . Hubungan yang sangat kuat ini menandakan bahwa perubahan kondisi langit luar langsung tercermin pada perubahan iluminansi di dalam ruang. Dari perspektif kenyamanan visual, korelasi tinggi ini mengindikasikan bahwa ruang tidak memiliki mekanisme penyangga (buffer) yang cukup terhadap fluktuasi cahaya luar, sehingga stabilitas pencahayaan kerja sangat bergantung pada kondisi langit. Pada kondisi langit berawan parsial atau mendung, iluminansi dalam ruang dapat turun secara tiba-tiba dan signifikan, yang berpotensi menyebabkan ketidaknyamanan adaptasi visual bagi pengguna. Sebaliknya, pada kondisi langit cerah penuh di pagi hari, tingginya iluminansi luar berpotensi memicu silau (glare) apabila tidak terdapat elemen pengendalian cahaya yang memadai. Dengan demikian, korelasi yang tinggi ini merupakan argumen desain untuk mengintegrasikan sistem pengendalian cahaya pasif—seperti overhang, light shelf, atau kaca selektif—guna mendistribusikan cahaya lebih merata dan meredam variabilitas iluminansi sepanjang hari. Secara temporal, rata-rata iluminansi dalam ruang pada periode pagi mencapai 3.460,00 lux, lalu turun menjadi 1.458,33 lux pada interval menjelang siang dan 556,32 lux pada siang-sore. Sementara itu, rata-rata iluminansi luar ruang turun dari 73,48 klux pada pagi hari menjadi 46,82 klux pada menjelang siang dan 12,68 klux pada siang-sore. Perbandingan kedua nilai tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa

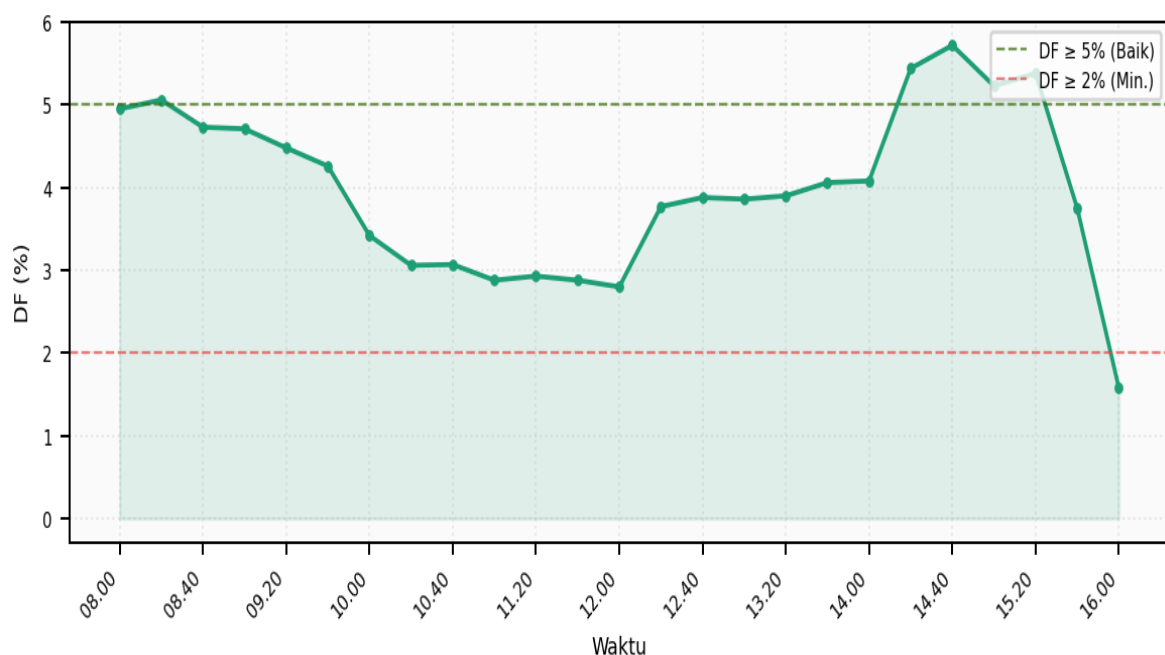
penurunan iluminansi indoor pada sore hari berhubungan erat dengan melemahnya intensitas cahaya luar. Hubungan indoor–outdoor tersebut bersifat sangat kuat dan signifikan secara statistik ( $r = 0,94$ ;  $p < 0,001$ ), yang menunjukkan bahwa variasi iluminansi dalam ruang sangat dipengaruhi oleh perubahan kondisi luar ruang.

### Pembahasan Hasil Penelitian

#### b. Analisis *daylight factor*

Nilai *daylight factor* berada pada rentang 1,58–5,72% dengan rata-rata 3,99% dan median 3,90%. Sebanyak 24 dari 25 pengamatan berada di atas 2%, sedangkan lima pengamatan berada di atas 5%. Hal ini menunjukkan bahwa secara rasio ruang masih mampu menangkap cahaya luar dengan baik, meskipun iluminansi absolut di dalam ruang tidak selalu tinggi (Luo et al., 2024).

Gambar 2 memperlihatkan tren *daylight factor* sepanjang hari. Nilai DF berada pada kisaran 3%–5% dari pagi hingga pukul 15.20, lalu turun tajam menjadi 1,58% pada pukul 16.00. Pada saat yang sama, iluminansi dalam ruang turun dari 3.843,00 lux menjadi 31,21 lux. Rata-rata DF per periode adalah 4,70% pada pagi, 3,19% pada menjelang siang, dan 4,30% pada siang-sore. Karena itu, DF harus dibaca bersama nilai iluminansi indoor dan outdoor agar interpretasi kinerja ruang tetap tepat (Mangkuto, 2016).



**Gambar 2.** Tren daylight factor sepanjang waktu pengamatan (08.00–16.00 WITA)

#### c. Kesesuaian terhadap SNI

Untuk menilai kecukupan pencahayaan secara operasional, hasil ukur dibandingkan dengan ambang (SNI 6197:2020, 2020), yaitu 350 lux untuk ruang kelas dan 750 lux untuk studio gambar. *Daylight factor* minimum 2% juga dipakai sebagai indikator awal daylight mengacu pada (SNI 03-2396-2001, 2001). Ringkasannya disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Kesesuaian hasil ukur terhadap SNI**

| Acuan            | Batas                    | Waktu       | Proporsi    |
|------------------|--------------------------|-------------|-------------|
| SNI 6197:2020    | $E \geq 350 \text{ lux}$ | 08.00–15.20 | 23/25 (92%) |
| SNI 6197:2020    | $E \geq 750 \text{ lux}$ | 08.00–13.40 | 18/25 (72%) |
| SNI 03-2396-2001 | $DF \geq 2\%$            | 08.00–15.40 | 24/25 (96%) |

Tabel 3 menunjukkan bahwa ruang masih memadai untuk fungsi kelas pada hampir seluruh periode pengamatan, tetapi kecukupannya untuk aktivitas studio bergambar berakhir lebih awal, yaitu setelah pukul 13.40. Setelah pukul 14.00 nilai iluminansi indoor berada di bawah 750 lux meskipun DF masih berkisar 4%–5%. Temuan ini menunjukkan adanya selisih antara rasio kecukupan cahaya alami dan level iluminansi kerja aktual. Dengan demikian, pembacaan kinerja ruang harus mempertimbangkan secara simultan nilai indoor, outdoor, dan DF, bukan salah satunya saja.

Nilai DF yang tetap berada pada kisaran 4%–5% pada periode 14.20–15.20 tidak berarti kualitas pencahayaan kerja masih tinggi. Secara matematis,  $DF = (E_i/E_o) \times 100\%$ , sehingga nilai DF dipengaruhi oleh laju penurunan relatif antara  $E_i$  dan  $E_o$ , bukan oleh besaran absolut keduanya. Pada periode sore,  $E_o$  menurun lebih cepat secara proporsional dibandingkan  $E_i$ —misalnya pada pukul 14.40,  $E_o$  hanya 10.620 lux sementara  $E_i$  masih 607 lux, sehingga rasio DF mencapai 5,72% meskipun  $E_i$  jauh di bawah 750 lux. Fenomena ini terjadi karena pada sore hari sudut elevasi matahari yang rendah menghasilkan komponen horizontal langit (sky component) yang menurun lebih drastis, sementara pencahayaan indoor yang berasal dari pantulan permukaan interior (reflected component) relatif lebih stabil. Akibatnya, nilai DF yang tinggi pada sore hari justru mencerminkan melemahnya iluminansi luar, bukan membaik atau stabilnya kondisi pencahayaan kerja dalam ruang. Temuan ini menegaskan bahwa evaluasi ruang belajar tropis harus membaca DF bersama iluminansi absolut *indoor* dan *outdoor* agar interpretasi kinerja ruang tidak menyesatkan.

#### d. Pembahasan integratif

Jika ketiga indikator dibaca bersama, performa Ruang Studio Dasar 2 memiliki pola yang jelas. Pada pagi hari, iluminansi luar ruang yang tinggi menghasilkan iluminansi dalam ruang rata-rata 3.460,00 lux, sehingga ambang 350 lux dan 750 lux sama-sama terlampaui. Menjelang siang, rata-rata iluminansi outdoor turun menjadi 46,82 klux dan indoor menjadi 1.458,33 lux, tetapi ruang masih memenuhi dua ambang tersebut pada sebagian besar interval. Kondisi berubah pada siang-sore: rata-rata iluminansi outdoor hanya 12,68 klux dan indoor 556,32 lux. Pada fase ini DF masih cukup tinggi, rata-rata 4,30%, tetapi iluminansi kerja untuk studio tidak lagi memenuhi SNI. Pola ini menegaskan bahwa *daylight factor* perlu diinterpretasikan bersama nilai absolut iluminansi (Ukpong et al., 2025), (Luo et al., 2024).

Secara substantif, hasil tersebut mengindikasikan bahwa kualitas selubung ruang dalam menangkap cahaya luar tergolong cukup, namun kedalaman penetrasi dan kestabilan iluminansinya belum cukup untuk menopang aktivitas studio sampai sore. Temuan ini sejalan dengan (Atthailah et al., 2022) dan (Atthailah et al., 2025) yang menunjukkan bahwa konfigurasi bukaan, kedalaman ruang, dan *shading* sangat memengaruhi persistensi

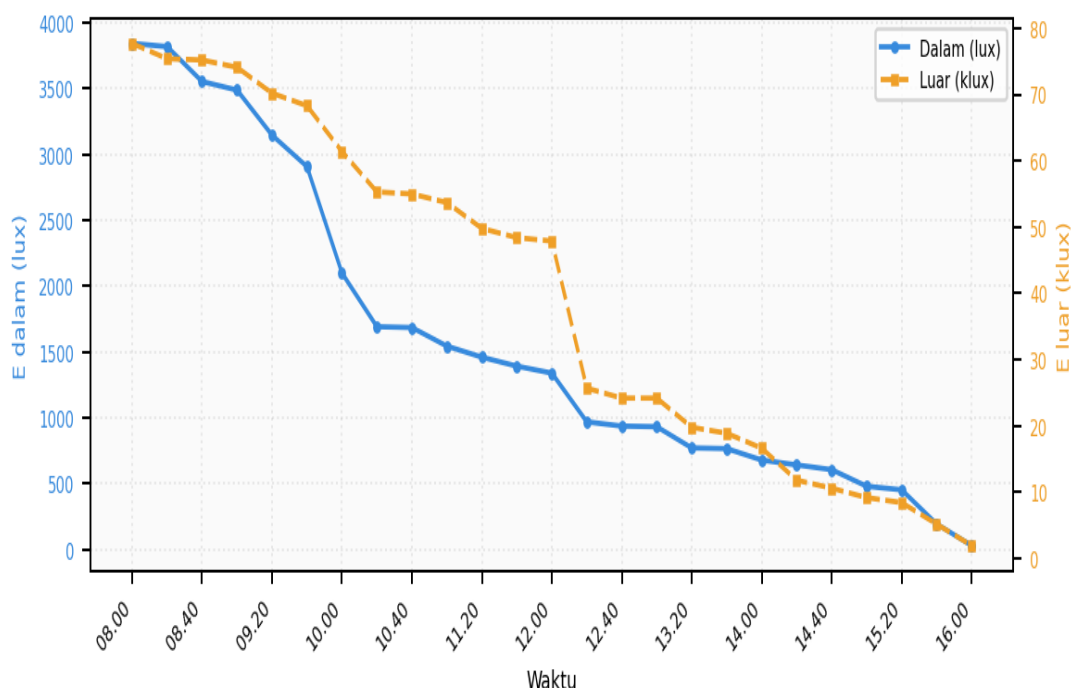
Evaluasi Pencahayaan Alami Ruang Studio Dasar 2 Melalui Iluminansi Dan *Daylight Factor* (Rahmayanti)

<https://radial.e-journal.unbitago.ac.id/radial/index>

daylighting pada ruang belajar tropis. Kajian (Jantu, 2015) tentang peranan pembayangan courtyard di Gedung Widya Puraya Universitas Diponegoro juga menunjukkan bahwa elemen selubung bangunan berpengaruh terhadap distribusi dan intensitas radiasi matahari yang masuk ke dalam ruang memperkuat perlunya optimasi pasif pada selubung Ruang Studio Dasar 2. Dibandingkan studi (Ragilyani & Dewi, 2021) yang menemukan ruang studio terukur memenuhi standar pada konteks pengukuran mereka, ruang Studio Dasar 2 menunjukkan performa yang lebih fluktuatif secara temporal. Artinya, penjadwalan aktivitas visual berat sebaiknya ditempatkan pada pagi hingga awal siang, sedangkan sesi sore memerlukan dukungan pencahayaan buatan.

Dari perspektif evaluasi lapangan, hubungan indoor–outdoor yang sangat kuat ( $r = 0,94$ ) memperlihatkan bahwa ruang sangat sensitif terhadap perubahan kondisi langit. Temuan ini mendukung studi lapangan sebelumnya bahwa performa daylighting nyata pada bangunan pendidikan sering lebih dinamis dibanding asumsi desain awal (Kong et al., 2022); (Lo Verso et al., 2021); (Elbellahy et al., 2024). Oleh karena itu, strategi peningkatan kinerja ruang tidak cukup hanya diarahkan pada penambahan bukaan, tetapi juga pada pengendalian distribusi cahaya dan stabilitas performa sepanjang jam penggunaan.

Secara desain, beberapa arah perbaikan dapat dipertimbangkan. Peningkatan reflektansi permukaan interior, evaluasi ulang transmisi *glazing*, pemeliharaan kebersihan kaca, dan penataan ulang perangkat *shading* berpotensi menambah kedalaman penetrasi cahaya. Kajian (Escobar et al., 2024), (AL-Mowallad et al., 2024), dan (Sanchez-Cano et al., 2024) menunjukkan bahwa transmisi kaca, reflektansi permukaan, dan konfigurasi bukaan memengaruhi besaran sekaligus kualitas daylight yang masuk ke ruang. Untuk memastikan bahwa peningkatan iluminansi tetap sejalan dengan kenyamanan visual, evaluasi lanjutan perlu melibatkan parameter *visual comfort* seperti *glare* dan *uniformity* sebagaimana dibahas oleh (Hajji et al., 2024), (Samiou et al., 2022) dan (Yunitsyna & Toska, 2023)



**Gambar 3.** Perbandingan intensitas cahaya dalam ruangan (lux) dan luar ruangan (klux)

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena bertumpu pada data rekap pengukuran, bukan *dataset grid* rinci yang memuat distribusi titik, geometri ruang, orientasi, dan parameter silau. Keterbatasan penggunaan satu titik ukur berdampak langsung pada validitas dan generalisasi hasil: temuan ini secara ketat hanya merepresentasikan kondisi pada TUU (posisi 1/3 kedalaman ruang dari lubang cahaya efektif) dan tidak dapat digeneralisasi sebagai kondisi pencahayaan seluruh ruang. Area yang lebih jauh dari jendela kemungkinan memiliki iluminansi yang lebih rendah, sementara area dekat jendela mungkin mengalami silau. Selain itu, data dari satu hari pengukuran tidak merepresentasikan variabilitas musiman atau hari mendung penuh. Oleh karena itu, rekomendasi desain yang diajukan harus diperlakukan sebagai hipotesis awal yang perlu diverifikasi melalui studi lanjutan dengan grid pengukuran dan data geometri yang lengkap. Meski demikian, artikel ini tetap memberikan kontribusi praktis berupa bukti empiris tentang perubahan *daylighting* ruang kuliah eksisting di lingkungan perguruan tinggi tropis. Bukti lapangan semacam ini penting untuk menjembatani rekomendasi desain berbasis simulasi dengan kondisi operasional ruang yang sesungguhnya.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja pencahayaan alami Ruang Kuliah Studio Dasar 2 bersifat sangat dinamis dan sangat dipengaruhi kondisi luar ruang. Berdasarkan 25 observasi, iluminansi indoor rata-rata mencapai 1.577,93 lux dengan korelasi kuat terhadap iluminansi outdoor ( $r = 0,94$ ), sedangkan DF rata-rata 3,99% menunjukkan kemampuan ruang menangkap cahaya alami masih cukup baik secara proporsional. Namun, keterpenuhan standar kerja studio 750 lux hanya tercapai hingga pukul 13.40, sehingga ruang tetap memerlukan intervensi desain pasif dan dukungan pencahayaan buatan pada periode siang akhir hingga sore. Dengan demikian, kecukupan *daylighting* pada ruang

studio tidak dapat dinilai hanya dari DF, tetapi harus dibaca bersama iluminansi absolut dan kebutuhan visual aktivitas.

Berdasarkan gap antara kondisi terukur dan standar (SNI 6197:2020, 2020) untuk ruang gambar, beberapa rekomendasi dapat diajukan. Pertama, perlu dilakukan simulasi desain ulang bukaan jendela untuk meningkatkan *Window-to-Floor Ratio* (WFR) sehingga dapat mempertahankan iluminansi  $\geq 750$  lux lebih lama; namun implementasi ini memerlukan studi lanjutan yang mencakup pengumpulan data geometri ruang (dimensi, orientasi bangunan, indeks ruang/RCR) sebagai dasar simulasi yang valid. Kedua, penerapan *light shelf* atau reflektor internal pada sisi jendela berpotensi meningkatkan penetrasi cahaya ke area tengah ruangan; efektivitas opsi ini perlu diverifikasi melalui simulasi berbasis data geometri dan orientasi bangunan yang terukur (Khelil & Khelil, 2025) Ketiga, integrasi sistem pencahayaan buatan otomatis (*daylight-responsive control*) yang aktif ketika DF turun di bawah ambang batas.

Secara praktis, hasil ini menegaskan perlunya strategi kombinitif antara optimasi elemen pasif dan dukungan pencahayaan buatan pada periode sore. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan *grid* pengukuran yang lebih rinci, data geometri dan orientasi ruang, serta parameter *visual comfort* seperti *glare* dan *uniformity*, agar evaluasi daylighting pada ruang kuliah dapat menghasilkan rekomendasi desain yang lebih komprehensif dan siap diimplementasikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- AL-Mowallad, E. A. M. S., Huang, X., Lu, Z., Li, X., Wu, K., Zhu, Z., & Liu, G. (2024). Assessment and improvement of daylighting quality in classrooms with double-side windows. *Buildings*, 14(11), 3501. <https://doi.org/10.3390/buildings14113501>
- Atthailah, A., Mangkuto, R. A., & Bintoro, A. (2025). Sensitivity analysis and optimization of facade design to improve daylight performance of tropical classrooms with an adjacent building. *Journal of Daylighting*, 12(1), 235–251. <https://doi.org/10.15627/jd.2025.13>
- Atthailah, A., Mangkuto, R. A., Koerniawan, M. D., Hensen, J. L. M., & Yuliarto, B. (2022). Optimization of daylighting design using self shading mechanism in tropical school classrooms with bilateral openings. *Journal of Daylighting*, 9(2), 117–136. <https://doi.org/10.15627/jd.2022.10>
- Ariestadi, D., Winahyo, A. E., Dewi, C. P., Sari, A. A., & Ramadhani, V. M. (2023). Optimalisasi desain pencahayaan alami ruang kelas dengan analisis DIALUX EVO. *Review of Urbanism and Architectural Studies*, 21(2), 51–60. <https://doi.org/10.21776/ub.ruas.2023.021.02.6>
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). SNI 03-2396-2001: Tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 6197:2020: Konservasi energi pada sistem pencahayaan. BSN.
- Elbellahy, S., Alotaibi, B. S., & Abuhussain, M. A. (2024). Field measurements of post-operation evaluation of daylighting and thermal comfort in hot and arid climates: A pilot study of three educational buildings on the Najran University campus in Saudi

- Arabia. *Journal of Building Engineering*, 82, 108174. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.108174>
- Escobar, I., Orduna-Hospital, E., Aporta, J., & Sanchez-Cano, A. (2024). Efficient daylighting: The importance of glazing transmittance and room surface reflectance. *Buildings*, 14(10), 3108. <https://doi.org/10.3390/buildings14103108>
- Geddam, D., Giduturi, V. K., & Mugada, V. R. (2024). *Lighting the way to better learning: Assessing and addressing artificial light concerns in classrooms*. *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(5), 12480–12485. <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.4040>
- Hajji, A. M., Satria, S. Y., & Alfianto, L. (2024). The analysis of natural lighting-based visual comfort for classrooms building by using Velux Daylight Visualizer. *E3S Web of Conferences*, 576, 05002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202457605002>
- Imran, M. (2017). Penelitian terhadap ruang kelas SMA Aquino Manado dengan menggunakan Velux Daylighting Visualizer 2. *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, 5(2), 165–179. <https://doi.org/10.37971/radial.v5i2.152>
- International Energy Agency. (2025). *Tracking clean energy progress 2025: Assessing critical energy technologies for global clean energy transitions*. IEA. <https://www.iea.org/reports/tracking-clean-energy-progress-2023>
- Ismail, T., Safyan, A., & Novianti, Y. (2023). Evaluasi performa pencahayaan alami ruang kelas: Studi kasus Sekolah Dasar Islam Terpadu Muhammadiyah 6 Lhokseumawe. *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, 4(2), 356–369. <https://doi.org/10.55616/jitu.v4i2.683>
- Khelil, A. E., & Khelil, S. (2025). Evaluation and optimization of daylighting in classroom environments. In D. Berkouk, U. Chatterjee, T. A. K. Bouzir, & I. B. Dhaou (Eds.), *Proceedings of the 1st International Conference on Creativity, Technology, and Sustainability (CCTS 2024)* (pp. 421–429). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-97-8588-9\\_40](https://doi.org/10.1007/978-981-97-8588-9_40)
- Kong, Z., Zhang, R., Ni, J., Ning, P., Kong, X., & Wang, J. (2022). Towards an integration of visual comfort and lighting impression: A field study within higher educational buildings. *Building and Environment*, 216, 108989. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108989>
- Lo Verso, V. R. M., Giuliani, F., Caffaro, F., Basile, F., Peron, F., Dalla Mora, T., Bellia, L., Fragliasso, F., Beccali, M., Bonomolo, M., Nocera, F., & Costanzo, V. (2021). Questionnaires and simulations to assess daylighting in Italian university classrooms for IEQ and energy issues. *Energy and Buildings*, 252, 111433. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111433>
- 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), 637. <https://doi.org/10.3390/buildings14030637>

- Mangkuto, R. A. (2016). Akurasi perhitungan faktor langit dalam SNI 03-2396-2001 tentang pencahayaan alami pada bangunan gedung. *Jurnal Permukiman*, 11(2), 110–115. <https://doi.org/10.31815/jp.2016.11.110-115>
- Ragilyani, N., & Dewi, A. P. (2021). Pengaruh pencahayaan alami terhadap kenyamanan visual di ruang studio arsitektur Universitas Pancasila. *Sinektika: Jurnal Arsitektur*, 18(1), 85–92. <https://doi.org/10.23917/sinektika.v18i1.13327>
- Samiou, A. I., Doulos, L. T., & Zerefos, S. (2022). Daylighting and artificial lighting criteria that promote performance and optical comfort in preschool classrooms. *Energy and Buildings*, 258, 111819. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111819>
- Sanchez-Cano, A., Orduna-Hospital, E., & Aporta, J. (2024). Photopic and melanopic analysis of daylight through glazing in indoor environments. *Buildings*, 14(10), 3291. <https://doi.org/10.3390/buildings14103291>
- Ukpong, E., Uzuegbunam, F. O., Ibem, E. O., & Udomiaye, E. (2025). Daylighting performance evaluation in tropical lecture rooms: A comparative analysis of static and climate-based metrics. *Journal of Building Engineering*, 103, 112044. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.112044>
- Wang, M., Peng, X., & Cai, Y. (2025). A multi-metric evaluation of classroom daylighting: Integrating myopia prevention and visual comfort. *Journal of Building Engineering*, 99, 111616. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.111616>
- Yunitsyna, A., & Toska, A. (2023). Evaluation of the visual comfort and daylight performance of the visual art classrooms. *Journal of Daylighting*, 10(1), 117–135. <https://doi.org/10.15627/jd.2023.9>
- Setyowati, E. (2016). Peranan pembayangan pada courtyard terhadap pengendalian suhu permukaan (Studi kasus Gedung Widya Puraya Universitas Diponegoro Semarang). *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, 4(2), 99–107. <https://doi.org/10.37971/radial.v4i2.128>
- Shamin, N., & Demak, N. A. K. (2019). Evaluasi tingkat penerangan jalan umum (PJU) di Kota Gorontalo (Studi kasus: Ruas Jalan Prof. Dr. Jhon Katili). *RADIAL: Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*, 7(1), 44–61. <https://doi.org/10.37971/radial.v7i1.183>