

Optimalisasi Pencahayaan Alami Pada Bangunan Kondominium Tribeca Southern Unit 19 F Podomoro City dengan Analisis Ecotect

Jimmy Roy Tampubolon^{1*}, Bunga Fisikanta Bukit²

^{1,2}Program Studi Teknik Arsitektur, Universitas Quality Berastagi, 22153 Indonesia

E-mail: jimmiarch_01@yahoo.com

* Corresponding Author

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.5404>

ARTICLE INFO

Article history

Received: 25 Dec 2025

Revised: 05 Jan 2026

Accepted: 16 Jan 2026

Kata Kunci:

Pencahayaan Alami,
Daylight Factor,
Bangunan Tinggi,
Kondominium, Ecotect

Keywords:

Natural Lighting,
Daylight Factor, High-
rise Buildings,
Condominiums, Ecotect

ABSTRACT

Optimalisasi pencahayaan alami merupakan aspek penting dalam perancangan hunian bertingkat di iklim tropis seperti Kota Medan. Unit 19F Kondominium Tribeca Southern Podomoro City Medan memiliki kedalaman ruang yang besar sehingga menyebabkan distribusi pencahayaan alami tidak merata, khususnya di area tengah dan ruang servis, yang berdampak pada kenyamanan visual dan meningkatnya penggunaan pencahayaan buatan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja pencahayaan alami pada kondisi eksisting serta merumuskan strategi optimalisasi yang efektif melalui metode kuantitatif-deskriptif berbasis simulasi digital menggunakan AutoCAD dan Ecotect Analysis terintegrasi Radiance. Evaluasi dilakukan terhadap daylight factor, distribusi iluminansi, dan sebaran cahaya pada kondisi langit CIE overcast dan clear sky. Hasil simulasi menunjukkan sebagian besar ruang tengah dan area servis memiliki nilai daylight factor di bawah standar (<2%), sementara pencahayaan terbaik terdapat pada area dekat bukaan fasad. Strategi optimalisasi meliputi peningkatan rasio bukaan, penggunaan material reflektif, penerapan light shelf, dan penataan ulang interior, yang mampu meningkatkan daylight factor sebesar 30–50%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pencahayaan alami hunian bertingkat dapat dioptimalkan tanpa perubahan struktural besar melalui intervensi desain berbasis simulasi, serta dapat menjadi acuan perancangan hunian vertikal di iklim tropis.

Optimizing natural lighting is an important aspect in designing high-rise residential buildings in tropical climates such as Medan. Unit 19F of the Tribeca Southern Podomoro City Medan Condominium has a large spatial depth, resulting in uneven distribution of natural lighting, especially in the central area and service rooms, which impacts visual comfort and increases the use of artificial lighting. This study aims to analyze the performance of natural lighting in existing conditions and formulate an effective optimization strategy through a quantitative-descriptive method based on digital simulation using AutoCAD and Ecotect Analysis integrated with Radiance. Evaluations were conducted on daylight factor, illuminance distribution, and light scattering under CIE overcast and clear sky conditions. Simulation results show that most central spaces and service areas have daylight factor values below standard (<2%), while the best lighting is found in areas near the facade openings. Optimization strategies include increasing the opening ratio, using reflective materials, implementing light shelves, and rearranging the interior, which can increase the daylight factor by 30–50%. This study concludes that natural lighting in high-rise residential buildings can be optimized without major structural changes through simulation-based design interventions, and can serve as a reference for designing vertical residential buildings in tropical climates.



This is an open access article under the CC–BY-SA license.



How to Cite: Jimmy Roy Tampubolon, et al (2026). Optimalisasi Pencahayaan Alami Pada Bangunan Kondominium Tribeca Southern Unit 19 F Podomoro City dengan Analisis Ecotect, 4(3) 17701-17707. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i3.5404>

PENDAHULUAN

Pencahayaannya alami merupakan salah satu aspek fundamental dalam perancangan bangunan, khususnya bangunan hunian bertingkat tinggi di wilayah beriklim tropis. Cahaya alami tidak hanya berperan dalam mendukung aktivitas visual penghuni, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap efisiensi energi, kenyamanan visual, kesehatan, serta kesejahteraan psikologis pengguna bangunan (Lechner, 2015; Wang et al., 2023).

Pada bangunan hunian vertikal seperti kondominium, tantangan utama pencahayaan alami terletak pada kedalaman ruang, keterbatasan bukaan fasad, serta konfigurasi tata ruang berlapis yang umum dijumpai pada unit-unit hunian bertipe apartemen atau kondominium (Hong et al., 2024; Sumaiya et al., 2021). Kondisi tersebut sering menyebabkan distribusi cahaya alami yang tidak merata, terutama pada area tengah dan belakang unit, sehingga meningkatkan ketergantungan terhadap pencahayaan buatan pada siang hari.

Kondominium Tribeca Southern yang terletak di kawasan Podomoro City Medan merupakan salah satu bangunan hunian bertingkat tinggi yang berkembang di kawasan superblok perkotaan. Unit 19F pada blok Southern memiliki karakteristik denah dengan kedalaman ruang yang relatif besar serta bukaan yang terbatas pada satu sisi fasad. Berdasarkan pengamatan awal, kondisi tersebut berpotensi menyebabkan rendahnya performa pencahayaan alami, khususnya pada ruang servis, koridor, dapur, dan ruang makan.

Dalam konteks iklim tropis lembap seperti Kota Medan, optimalisasi pencahayaan alami menjadi sangat penting karena intensitas radiasi matahari yang tinggi perlu dimanfaatkan secara optimal tanpa menimbulkan masalah silau (*glare*) dan panas berlebih (Kalaimathy, 2023; Tong et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis simulasi untuk mengevaluasi performa pencahayaan alami secara kuantitatif dan merumuskan strategi desain yang tepat.

Penelitian ini menggunakan simulasi digital berbasis Ecotect Analysis dan Radiance untuk menganalisis kondisi eksisting serta skenario optimalisasi pencahayaan alami pada Unit 19F Kondominium Tribeca Southern. Pendekatan ini sejalan dengan perkembangan metode evaluasi *daylighting* berbasis kinerja (*performance-based design*) yang direkomendasikan dalam penelitian terkini (Astarini, 2020; Ukpong et al., 2025).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode simulasi. Data-data dianalisis secara deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. melalui analisa dari metode perhitungan pencahayaan alami menggunakan perhitungan simulasi software ecotect. Metode penelitian yang dipakai adalah dengan mengolah data numerik besaran cahaya dan hasil dari pengukuran intensitas cahaya dengan software Autodesk Ecotect Analysis.

Metode simulasi software ecotect ini akan mendapatkan simulasi perhitungan pencahayaan alami, untuk dapat menentukan beberapa pertimbangan dan optimalisasi pencahayaan alami dalam ruang yang nantinya akan diterapkan sesuai dengan keperluan desainnya. Pembuatan dimulai dari model ruang dengan menggunakan program autodesk autocad, Selanjutnya, modeling di analisis dengan Ecotect sesuai dengan kondisi ruang dan koefisien penggunaan material dalam ruang. Setelah model selesai dibuat, kemudian akan dianalisa dengan menggunakan program ecotect Radiance. Hasil dari running program akan menunjukkan perhitungan dari hasil simulasi pencahayaan alami dalam ruang termasuk hasil dari ketidakmerataan penerimaan cahaya alami dalam ruang.

Tahap Penelitian	Kegiatan	Output	Software/Alat
1. Pengumpulan Data	Dokumentasi lapangan (foto, ukuran, posisi bukaan, orientasi), data material interior	Data fisik & teknis unit 18F	Kamera, meteran
2. Pemodelan Geometri	Pembuatan model 2D/3D bentuk ruang, bukaan, furnitur dasar	Model ruang akurat	AutoCAD
3. Pengaturan Parameter Simulasi	Penetapan kondisi langit (overcast & clear sky), intensitas 10.000 lux, material reflectance, VLT kaca	Model siap simulasi	Ecotect
4. Simulasi Kondisi Eksisting	Perhitungan DF, contour & grid light distribution	Pola distribusi cahaya eksisting	Ecotect & Radiance
5. Analisis Kinerja Daylighting	Identifikasi area remang, terang, glare; cek kedalaman jangkauan 4–5 m	Peta permasalahan daylight	Analisis DF & visual
6. Perumusan Strategi Optimalisasi	Penyusunan skenario optimasi: WWR, light shelf, high window, material reflektif	Draft desain optimasi	Studi literatur + Ecotect
7. Simulasi Ulang (Optimum Design)	Menjalankan simulasi daylight setelah optimasi	Perbandingan existing vs usulan	Radiance
8. Kesimpulan & Rekomendasi	Menilai peningkatan DF dan kenyamanan visual	Laporan akhir	—

Tabel 2. Tahapan Metode Penelitian

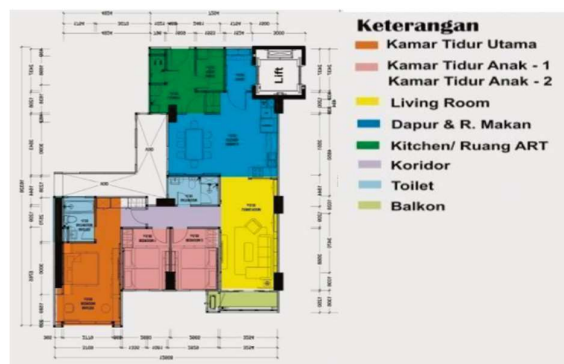
Penelitian simulasi akan menggambarkan suatu lingkungan dengan keadaan yang sebenarnya, dalam hal ini untuk mengukur intensitas pencahayaan alami (Roy et al., 2019). Proses analisis disajikan dalam gambaran pencahayaan alami dengan cara mendeskripsikan hasil simulasi dari objek penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Unit terdiri atas beberapa ruang utama, yaitu ruang tamu (living room), ruang makan (dining room), kamar tidur utama, kamar tidur anak, dapur, koridor internal, serta area servis (kamar tidur asisten rumah tangga dan kamar mandi).

Karakteristik utama unit ini adalah:

1. Kedalaman ruang relatif besar, berkisar antara ±8–10 meter dari fasad utama hingga area servis.
2. Bukaan pencahayaan alami hanya terdapat pada satu sisi fasad, tanpa adanya bukaan silang (cross ventilation/daylighting).
3. Rasio bukaan terhadap dinding (Window to Wall Ratio / WWR) pada kondisi eksisting berkisar antara 30–40%, yang relatif rendah untuk hunian bertingkat di iklim tropis.
4. Penggunaan material kaca berwarna dengan tingkat transmisi cahaya sedang, serta material interior dengan reflektansi yang bervariasi.



Gambar 3. Layout dan kondisi eksisting unit 19 F



Gambar 4. Kondisi ruang eksisting unit 19 F

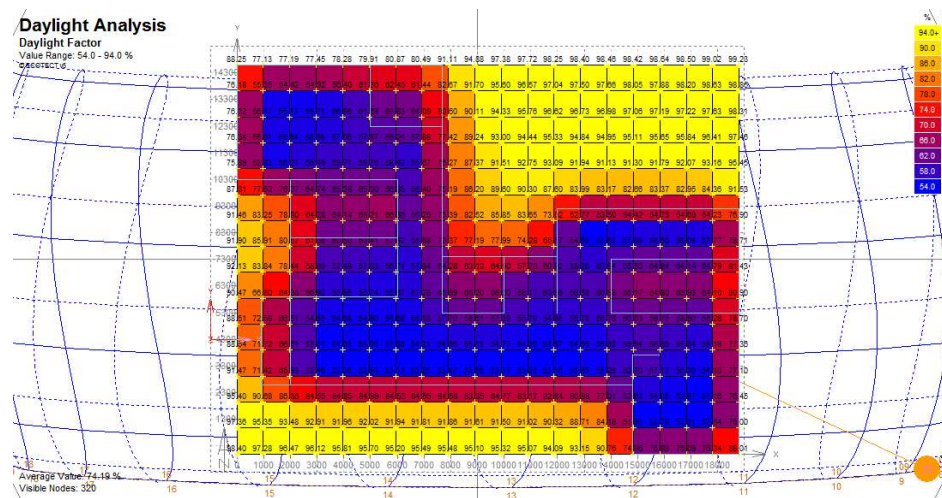
Simulasi pencahayaan alami dilakukan menggunakan Autodesk Ecotect Analysis dengan parameter sebagai berikut:

1. Lokasi geografis: Medan, Sumatera Utara
2. Koordinat lintang: $\pm 3,6^\circ$ LU
3. Kondisi langit:
 - a. CIE Overcast Sky (untuk evaluasi Daylight Factor)
 - b. CIE Clear Sky (untuk analisis sebaran intensitas dan potensi silau)
4. Waktu simulasi: pukul 08.00–16.00 WIB
5. Bidang kerja (working plane): 0,75 m dari lantai
6. Grid pengukuran: jarak antar titik $\pm 0,5$ m

Material interior dimasukkan berdasarkan nilai reflektansi tipikal yang mengacu pada Lechner (2015), yaitu:

1. Plafon putih: 70–80%
2. Dinding terang: 60–70%

Hasil dari faktor pencahayaan alami dinyatakan dalam persen (%) dan hasil simulasi yang ditampilkan dengan Grid dan Contour Colour. Model tiga dimensi unit hunian kondisi unit memiliki potensi pencahayaan alami yang tinggi di area dekat jendela, namun mengalami penurunan kualitas pencahayaan pada kedalaman ruang lain seperti area servis.



Gambar 5. Simulasi Analisa Pencahayaan dalam Ruang

Simulasi pencahayaan alami menggunakan Autodesk Ecotect Analysis dengan parameter sebagai berikut:

Hasil Simulasi model dari Ecotect yang diekspor ke Radiance Desktop. Radiance digunakan untuk menghasilkan:

1. Grid Colour Illuminance
2. Contour Map Daylight Factor
3. Visualisasi sebaran cahaya alami secara spasial

Tabel 3. Total Persentasi Pencahayaan Alami dalam Ruang

REPORT: GRID ANALYSIS
 Description: Percentage of nodes by contour band.
 Model: C:\Users\W10\Documents\Jurnal Analisa cahaya Alami.eco

Daylighting Levels

Contour Band (from-to)	Within		Above	
	Pts	(%)	Pts	(%)
4800-5220	60	18.75	275	85.94
5220-5640	27	8.44	215	67.19
5640-6060	17	5.31	188	58.75
6060-6480	7	2.19	171	53.44
6480-6900	29	9.06	164	51.25
6900-7320	21	6.56	135	42.19
7320-7740	21	6.56	114	35.62
7740-8160	36	11.25	93	29.06
8160-8580	49	15.31	57	17.81
8580-9000	8	2.50	8	2.50

Secara kuantitatif, sekitar $\pm 85\%$ luas unit berada pada kondisi pencahayaan remang atau kurang optimal, sedangkan hanya $\pm 15-20\%$ area yang menerima pencahayaan alami optimal secara langsung.

pencahayaan samping (sidelighting). Berdasarkan hasil simulasi dan analisis spasial, beberapa faktor utama yang mempengaruhi rendahnya performa pencahayaan alami adalah: Kedalaman ruang >8 meter menyebabkan cahaya alami tidak mampu menjangkau area belakang secara efektif. Hal ini sesuai dengan teori daylight penetration depth (Lechner, 2015). Kondisi eksisting $\pm 30-40\%$ belum cukup untuk mendistribusikan cahaya secara merata, khususnya pada unit dengan satu sisi bukaan. Susunan ruang yang berlapis (living-dining-koridor-servis) menciptakan hambatan visual dan reflektif terhadap cahaya alami.

Meskipun plafon berwarna terang, beberapa dinding dan elemen interior memiliki reflektansi sedang, sehingga kontribusi Internally Reflected Component (IRC) belum optimal.

Simulasi Optimalisasi Pencahayaan Alami dalam Ruang

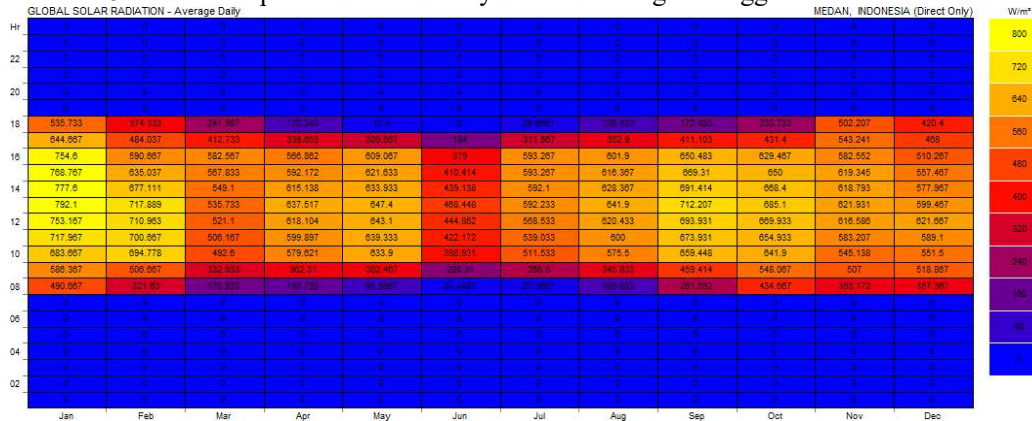
Untuk meningkatkan performa pencahayaan alami, dilakukan beberapa skenario optimalisasi, yaitu:

1. Variasi Desain Bukaan: bukaan rendah (minimalkan silau/panas, cahaya lemah), bukaan tinggi (terang, penetrasi dalam, potensi silau) pada area ruang servis.
2. Jenis Bukaan: Gunakan jendela miring atau bertingkat untuk memperdalam jangkauan cahaya alami dan menghindari area gelap langsung.
3. Manajemen Silau dan Distribusi Cahaya:
 Cahaya Tidak Langsung: Prioritaskan desain yang menyebarkan cahaya (diffuse) daripada cahaya langsung untuk mencegah silau.
 Peninggi Jendela: Naikkan posisi jendela agar cahaya bisa lebih masuk ke dalam ruang.
4. Integrasi Material & Permukaan:
 Pemantul Cahaya: Gunakan permukaan reflektif (dinding, lantai) untuk memantulkan cahaya tidak langsung ke area yang lebih dalam.
5. Material Bangunan: Input material yang tepat dalam simulasi (daya pantul, transmisi) untuk hasil yang realistis.

Tabel 4. Simulasi Optimalisasi Pencahayaan Alami dalam Ruang

Material	Eksisting	Usulan	Manfaat
Dinding	putih kusam (60%)	putih satin (80-90%)	meningkatkan IRC
Plafon	putih standar (70%)	putih glossy (85-90%)	memaksimalkan pantulan ke zona dalam
Lantai	marmer krem (40-50%)	tetap	-
Furnitur	warna gelap	warna terang	meminimalkan bayangan

Tabel 5. Simulasi Optimalisasi Pencahayaan Alami dengan Penggunaan Material Interior



Gambar 6. Simulasi Analisa Hasil Optimalisasi Pencahayaan dalam Ruang

Hasil simulasi:

1. Peningkatan DF rata-rata sebesar 15–25%
2. Zona pencahayaan optimal bertambah hingga area ruang makan

Light shelf dipasang pada bukaan utama dengan fungsi:

1. memantulkan cahaya ke plafon,
2. mengurangi silau langsung.

Hasil simulasi Radiance menunjukkan:

1. Peningkatan uniformity ratio,
2. Distribusi cahaya lebih merata ke area tengah ruang.

Peningkatan Reflektansi Material Interior

1. Plafon: reflektansi ditingkatkan hingga $\pm 80\text{--}85\%$
2. Dinding ruang makan dan koridor: $\geq 75\%$

Dampak:

1. Kontribusi IRC meningkat signifikan,
2. Area belakang ruang mengalami peningkatan iluminansi hingga 20–30%.

SIMPULAN

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh dari hasil simulasi dan analisis, maka rekomendasi berikut dapat diterapkan sebagai upaya optimalisasi pencahayaan alami pada Unit 19F berupa: 1) Optimalisasi rasio bukaan (WWR) secara terkontrol: Disarankan penerapan WWR pada kisaran 50–60% pada fasad utama unit hunian, dengan tetap mempertimbangkan orientasi bangunan dan pengendalian radiasi matahari langsung. WWR yang terlalu kecil akan menghambat penetrasi cahaya, sedangkan WWR yang terlalu besar berpotensi menimbulkan silau dan peningkatan beban panas. 2) Penerapan perangkat distribusi cahaya pasif: Penggunaan light shelf pada bukaan utama sangat direkomendasikan untuk memantulkan cahaya ke arah plafon sehingga distribusi cahaya ke bagian dalam ruang menjadi lebih merata. Strategi ini efektif untuk unit dengan kedalaman ruang besar dan telah terbukti secara simulatif meningkatkan nilai DF tanpa menimbulkan silau berlebih (Lim, 2015; Hong, 2025). 3) Pemanfaatan bukaan atas (clerestory) pada area tertentu: Pada ruang-ruang servis dan area tengah unit yang sulit memperoleh pencahayaan samping, penambahan clerestory atau bukaan atas terbatas dapat menjadi solusi alternatif. Namun demikian, penerapan strategi ini harus disertai dengan elemen difuser dan kontrol guna menimbulkan kenyamanan termal. 4) Pemilihan material interior dengan reflektansi tinggi: Plafon dengan warna terang (putih atau gradasi terang) dan nilai reflektansi $\geq 80\%$, serta dinding dengan reflektansi $\geq 70\%$, sangat disarankan untuk meningkatkan pemantulan cahaya alami ke dalam ruang. Material lantai dan perabot juga sebaiknya dipilih dengan mempertimbangkan kontribusinya terhadap refleksi cahaya (Lechner, 2015). 5) Penataan ruang interior yang mendukung penetrasi cahaya alami: Pengurangan sekat masif, penggunaan partisi transparan atau semi-transparan, serta pengaturan tata letak ruang yang tidak menghalangi jalur masuk cahaya akan membantu meningkatkan distribusi daylight secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang sudah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Astarini, I. A. A. (2020). Pendekatan performance-based design dalam evaluasi pencahayaan alami bangunan. *Jurnal Arsitektur dan Lingkungan Binaan*, 7(2), 85–94.
- Dalhar Susanto, A., Prasetyo, E., & Nugroho, A. M. (2019). Evaluasi kinerja pencahayaan alami pada bangunan hunian vertikal menggunakan simulasi Ecotect dan Radiance. *Jurnal Riset Arsitektur*, 4(1), 23–34.
- Egan, M. D., & Olgyay, V. (1983). *Architectural lighting*. New York: McGraw-Hill.
- Hong, T., Kim, J., & Lee, S. (2024). Daylighting performance analysis of deep-plan residential buildings in tropical climates. *Building and Environment*, 245, 110834. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.110834>
- Kalaimathy, K. (2023). Visual comfort and glare control strategies in tropical residential buildings. *Journal of Sustainable Built Environment*, 12(3), 412–421.
- Lechner, N. (2007). *Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects* (2nd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Lechner, N. (2015). *Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects* (4th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Lim, Y. W. (2015). The effects of light shelves on daylight distribution and glare control in high-rise residential buildings. *Energy and Buildings*, 108, 247–256. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.021>
- Roy, J., Pratama, D., & Siregar, R. (2019). Simulasi pencahayaan alami pada bangunan hunian menggunakan Autodesk Ecotect Analysis. *Prosiding Seminar Nasional Arsitektur Berkelanjutan*, 2(1), 45–52.
- Sumaiya, S., Rahman, M. M., & Islam, M. S. (2021). Daylight penetration and distribution in apartment buildings with deep floor plans. *Journal of Building Engineering*, 44, 102989. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102989>
- Tong, Z., Chen, Y., & Malkawi, A. (2019). Energy saving potential of daylighting in tropical climates. *Energy and Buildings*, 158, 365–377. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.035>
- Trotter, A. P. (1995). The illumination of buildings. *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, 10, 1–15.
- Ukpong, E. J., Adeyemi, A. Y., & Oladokun, M. G. (2025). Simulation-based daylighting optimization for high-rise residential buildings. *Journal of Building Performance Simulation*, 19(1), 55–70.
- Ward, G. J. (1994). The Radiance lighting simulation and rendering system. *Proceedings of SIGGRAPH*, 28, 459–472