Analisis *Illuminance, Daylight Factor, Spatial Daylight Autonomy,* dan *Visual Comfort* pada Desain Apartemen Tropis

Analysis of Illuminance Daylight Factor, Spatial Daylight Autonomy, and Visual Comfort in Tropical Apartemen Design

Dui Buana Mustakima[1]*, Irdinal Arief[2], Cahyani Suhardi[3], Nadhil Tamimi[4]
[1-4]Architecture, Faculty of Enggineering, Tadulako University, Palu, Indonesia
***Corresponding author:** Dui Buana Mustakima, duibuanamustakima@untad.ac.id

ABSTRAK
Pencahayaan alami pada bangunan apartemen beriklim tropis perlu dioptimalkan untuk mendapatkan ketersediaan cahaya alami, memperluas cakupan pencahayaan alami dalam ruang, tetapi dapat memaksimalkan view dengan tetap mempertahankan nilai kenyamanan visual dari sisi potensi silau. Tetapi, kajian mengenai keterkaitan evaluasi pencahayaan alami, kenyamanan visual, dan maksimalisasi view melalui keterhubungan multi-indikator pada ruang apartemen cukup terbatas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengavaluasi perubahan kinerja dengan menggunakan beberapa indikator penilaian seperti *Illuminance, Daylight Factor (DF), Spatial Daylight Autonomy* (sDA), *Daylight Glare Probability* (DGP), *Daylight Glare Index* (DGI) dan tetap mendapatkan view maksimal. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif melalui simulasi dengan *add-in Grasshoper* pada Rhinoceros untuk melihat performa dua iterasi pada apartemen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa iterasi 2 meningkatkan nilai *Illuminance,* dari 401 lux menjadi 671 lux dengan persentase area 36,89% dan 51,35%, diikuti cakupan nilai spasial pada sDA >300 lux, dari 67,89% menjadi 78,74%, sementara nilai DF tetap di sekitar 2%, sementara nilai DGP menunjukkan 0,34 menunjukkan silau tidak terasa dan DGI sebesar 25,01 tetap berada pada *acceptable* menuju *uncomfortable* Penilitian ini memberikan kontribusi pada penelitian multi-indikator antara kinerja pencahayaan alami, kenyamanan visual dan pertimbangan alternatif bukaan yang mempertimbangkan potensi view menarik pada desain apartemen di Iklim tropis.

Keywords: Spatial Daylight, Daylight Factor, Daylight Glare Index, *Daylight Probability*, Apartemen Tropis

ABSTRACT
Natural daylight in tropical apartemen building needs to be optimized to to balance lighting quality dan visual comfort while reducing the potential of glare. Studies which examines the relationship between potential of view, visual comfort, natural daylight such as Illuminance, Spatial Daylight Autonomy (sDA), Daylight Factor (DF), Daylight Glare Probability (DGP), Daylight Glare Index (DGI) are still limited. This Study used a quantitative approach using Grasshope add-in in Rhino to analyze relationshop the factors. The result of simulation showed that Iteration 2 Illuminance from 401 lux to 671 lux and the sDA value from 67,89% to 78,74%, while the Daylight Factor (DF) still in threshold <2%, DGP value is 0,34 which is still in acceptable range, whereas DGI value 0f 25.01 indicated an uncomfortable glare condition. It is still need glare-control dan illuminance control by using transparant layer that may reduce Illuminance while maintaning the desired view. This study contributes to the knowledge of evaluation methods, natural daylight, and visual comfort, in apartemen rooms in tropical climate throung a multi-indicator assessment of their interrelationship.

Keywords: *Spatial Daylight, Daylight Factor, Daylight Glare Index, Dayight Probability, Apartemen Tropis*

ARTICLE IDENTIFIERS

ORIGINAL ARTICLE
Volume 8 - Issue 4 - 2026
Pages 4988-4996
DOI: 10.56338/jks.v9i10.12116

ARTICLE HISTORY

Received: 23 August 2026
Revised: 04 October 2026
Accepted: 14 October 2026

CC BY-SA 4.0

PENDAHULUAN

Salah satu aspek perancangan dalam ilmu arsitektur adalah pencahayaan. Pencahayaan yang baik dapat memberikan kenyamanan visual, efisiensi energi, dan kualitas ruang bagi pengguna. Selain itu pencahayaan alami yang baik dapat kenyamanan psikologis (Rizki A. Mangkuto et al., 2021). Tetapi, peningkatan pencahayaan alami tidak selalu menghasilkan kondisi visual yang optimal. Intensitas cahaya yang tinggi dapat menghasilkan *Illuminance* yang berlebihan, tidak merata ke seluruh ruang, serta *discomfort glare*. (Rizki A. Mangkuto et al., 2017) menunjukkan bahwa *discomfort glare* merupakan salah satu hal penting pada ruang yang memiliki *daylight* dan juga menjukkan bahwa Daylight Glare Probabilit (DGP) memiliki hubungan yang kuat dengan persepsi *glare* pada ruang yang memanfaatkan *daylight* di Indonesia.

Permasalahan tersebut menjadi semakin relevan mengingat Indonesia merupakan negara yang termasuk wilayah tropis, memiliki intensitas radiasi matahari yang tinggi sehingga sering menimbulkan tantangan perancangan berupa silau (glare), resiko beban panas, dan distribusi cahaya yang tidak merata. Misalnya, (Dany Perwita Sari, 2024) menunjukkan bahwa simulasi *daylight* dapat membantu untuk mengevaluasi konfigurasi bukaan untuk kinerja pencahayaan alami pada konteks tropis. Tantangan ini menjadi semakin meningkat pada fungsi bangunan apartemen, yang mana menuntut pemanfaat *view* yang maksimal dari dalam keluar bangunan, yang akan berpengaruh positif terhadap nilai jual suatu unit. Bukaan yang maksimal untuk memaksimalkan potensi *view* dan resiko *glare* seringkali menjadi paradoks. Semakin lebar potensi bukaan semakin beresiko akan *glare*. Oleh sebab itu, rdiperlukan suatu strategi desain yang mampu menyeimbangkan dimensi bukaan dan kualitas pencahayaan yang masuk dalam kamar unit apartemen secara bersamaan.

Perkembangan metode penilaian kinerja bangunan semakin berkembang, sehingga memungkinkan mengavaluasi melalui berbagai indicator. *Illuminance* merupakan parameter untuk mengetahui tangkat pencahayaan alami pada bidang evaluasi, *Daylight Factor* (DF) digunakan untuk mengetahui ukuran jumlah cahaya alami dari luar ruang ke dalam ruang dinyatakan dalam bentuk persentase (%),(MACLEAN, 2026), (Illumination Pros, 2026). Indikator lain adalah Spatial Daylight Autonomy (sDA), yaitu suatu parameter yang mengukur prosentase ruang yang mendapatkan nilai minimum tertentu dalam periode waktu jam tertentu dalam satu tahun. Standar yang biasa digunakan adalah sDA300/50% (Illumination Pros, 2026). Indikator selanjutnya adalah (DGP) yaitu *Daylight Glare Probability* dimana indikator yang memperhitungkan luminansi dari sumber-sumber silau yang berasal dari cahaya alami serta iluminansi vertikal pada tingkat mata (Luigi Giovannini et al., 2018). Kemudian, Indikator berikutnya adalah *Daylight Glare Index* (DGI). Indikator ini dikembangkan untuk menilai tingkat silau yang berasal dari cahaya alami melalui seberapa besar bukaan bangunan, menurut R.G. Hopkinson dalam (Luigi Giovannini et al., 2018).

Penelitian sebelumnya telah berkembang dengan membahas metode evaluasi penilain kinerja pencahaayaan alami pada bangunan. Misalnya (Alessandra golatioto & Marco Beccali, 2016), dalam *review study* membahas penilaian Daylight Factor, Daylight Autonomy, Usefull Daylight Illuminance, persentase area perlu memerhatikan keseragaman pencahayaan dan jumlah cahaya yang tersedia. Berbeda dengan (Alessandra Galatioto & Marco Beccali, 2015) menganalisis variabilitas pencahayaan alami *Daylight Factor* (DF) dan *Daylight Autonomy* (DA) menggunakan pendekatan entropy yang menunjukkan nilai DF dan DA tinggi belum tentu menujukkan kondisi pencahayaan yang optimal. Kemudian, (Elsiana & Arifin, 2024) menunjukkan bahwa penerapan fasade *perforated* dan *light shelf* pada ruang kantor iklim tropis meningkatkan kinerja dari indicator DF, UDI, DGP. Namun belum secara khusus mengkaji distribusi spasial pencahayaan. Kemudian, (Santos et al., 2017), memperlihatkan bahwa *Spatial Daylight Autonomy* (sDA) dapat digunakan untuk mengetahui ketersediaan pencahayaan alami pada lingkungan perkotaan. Tetapi, penelitian tersebut masih berfokus pada konteks urban. Sedangkan (Kurnia et al., 2017), mengevaluasi kenyamanan visual akibat pencahayaan alami menggunakan Teknik HDR, dengan indikator DGP dan DGI studi kasus ruang baca Perpustakaan ITB. Kemudian (Aulia Dwi Harfitriana, 2024) dan melakukan penelitian dengan fungsi yang sama namun metode dan lokasi berbeda. Penelitian dan studi sebelumya ini menunjukkan hasil analisis yang masih parsial, belum mengintegrasikan *illuminance*, sDA, DGI, dan DGP secara bersamaan dalam kontek apartemen tropis di Jakarta

CC BY-SA 4.0

Berdasarkan permasalahan dan gap penelitian tersebut, penilitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan kinerja pencahayaan alami serta kenyamaman visual pada bangunan apartemen tropis. Tujuan penelitian tersebut dapat dicapai dengan menggunakan metode simulasi berbasis kinerja. Dimulai dari menggunakan menentukan tapak, merancang model pada tapak tersebut, menentukan tipe ruang yang akan disimulasikan, menginput bangunan pada aplikasi simulasi dan melakukan proses *running* dan iterasi atau percobaan. Percobaan akan mengukur dan melihat bagaimana performa bangunan dari kinerja setiap model dievaluasi menggunakan indikator illuminance, *Daylight Factor* (DF), *Spatial Daylight Autonomy* (sDA), *Daylight Glare Probability* (DGP), dan *Daylight Glare Index* (DGI). Hasil simulasi kemudian dibandingkan untuk mengidentifikasi alternatif desain yang mampu memberikan keseimbangan terbaik antara pemanfaatan pencahayaan alami, kenyamanan visual pengguna ruang dan *view*.

METODE

Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi data lokasi, iklim dan geometris bangunan. Obyek yang diteliti merupakan rancagan unit kamar yang berlokasi Kemayoran, Jakarta, pada koordinat 6°09'31.0"S 106°51'19.9"E (-6.158623, 106.855522) dan berada pada Sub-blok A.5.3 (JAKARTASATU, 2014). Tujuan penentuan lokasi agar dapat memperoleh data kondisi iklim dan lintasan matahari yang lebih spesifik. Data cuaca kemudian diperoleh melalui EnergyPlus Weather Data (EPW). Data ini menjadi berisi kondisi meterologi tahunan dalam simulasi. Data geometri meliputi dimensi unit kamar, konfigurasi bukaan dan orientasi yang digunakan sebagai bahan simulasi.

Pemodelan dan Simulasi

Penelitian menggunakan pendeketan secara kuantitatif yang berbasi *performance-based simulation* menggunakan tools Rhinoceros dan Grasshoper. Ladybug dan Tools dan Radiance sebagai *simulation engine* yang mensimulasikan pencahayaan. Iterasi 1 digunakan sebagai model awal, kemudian dikembangkan menjadi iterasi 2, dengan melalukan perbuhan pada dimensi bukaan dan sedikit penambahan *overstack* sebagai upaya untuk memasukkan cahaya alami dengan tetap mempertahankan view. Simulasi daylight menggunakan data cuaca tahunan EPW, yang dimulai pada pukul 07.00 dan 15.00 untuk mengevaluasi pencahayaan dan potensi glare pada periode pagi dan sore.

Parameter Evaluasi Kinerja

Kinerja ruang apartemen dinilai menggunanakan lima indikator. Limar indikator tersebut adalah *Illuminance*, *Daylight Factor* (DF), *Saptial Daylight Autonomy* (sDA), *Daylight Glare Probability* (DGP), dan *Daylight Glare Index* (DGI). Indikator-indikator tersebut dipilih sebagai upaya untuk memperoleh performa bangunan dari beberapa aspek seperti tingkat pencahayaan, distribusi dan cakupan daylight, dan potensi *glare.*

Illuminance digunakan untuk mengetahui tingkat pencahayaan yang diterima bidang evaluasi di dalam kamar dan dinyatakan dalam satuan lux. Indikator ini digunakan untuk melihat perubahan tingkat pencahayaan akibat perubahan konfigurasi desain.

Daylight Factor (DF) digunakan untuk mengetahui kontribusi relatif pencahayaan alami di dalam ruang terhadap kondisi pencahayaan di luar ruang pada kondisi langit yang digunakan dalam simulasi. DF dinyatakan dalam persentase dan digunakan sebagai indikator pendukung untuk mengevaluasi kontribusi daylight pada ruang dengan standar 2-5% (MACLEAN, 2026) dan (Illumination Pros, 2026).

Spatial Daylight Autonomy (sDA) digunakan untuk mengevaluasi cakupan area ruang yang memperoleh tingkat iluminansi minimum tertentu selama periode waktu tertentu dalam satu tahun. Dalam penelitian ini digunakan kriteria sDA300/50%, yaitu persentase area yang memperoleh iluminansi minimal 300 lux selama sekurang-kurangnya 50% dari periode operasional. Berbeda dengan Illuminance yang menunjukkan tingkat

CC BY-SA 4.0

pencahayaan, sDA digunakan untuk melihat seberapa luas area ruang yang memperoleh ketersediaan daylight yang memenuhi ambang tersebut(Illumination Pros, 2026).
Indikator lain adalah *Daylight Glare Probability* (DGP) dan *Daylight Glare Index* (DGI). *Daylight Glare Probability* (DGP) digunakan untuk memperkirakan probabilitas terjadinya *discomfort glare* akibat kondisi pencahayaan alami yang diterima pengguna (Luigi Giovannini et al., 2018). Menurut Wienold dalam (Luigi Giovannini et al., 2018), DGP dengan nilai kurang dari 35% termasuk kondisi silau yang tidak terasa (imperceptible glare), nilai 35% hingga kurang dari 40% masuk kedalam kategori silau yang sudah mulai dapat dirasakan (perceptible glare), nilai 40% hingga tidak lebih dari 45% dikategorikan sebagai silau yang mengganggu (disturbing glare), sedangkan DGP dengan nilai 45% atau lebih dari itu menunjukkan bahwa kondisi silau yang sudah tidak dapat ditoleransi (intolerable glare). *Glare Index* (DGI) digunakan sebagai indikator tambahan untuk mengevaluasi tingkat ketidaknyamanan visual akibat sumber *glare* dari *daylight* (Luigi Giovannini et al., 2018). Nilai DGI diklasifikasikan berdasarkan tingkat kenyamanannya menurut Chauvel et al. 1982 dalam (Hoda Jafarian et al., 2016), nilai DGI yang rendah menunjukkan kondisi visual yang nyaman, sedangkan peningkatan nilai DGI lebih kepada indikasi karena besarnya bukaan pada suatu ruang, misalnya 16 (just perceptible), 20 (Jus acceptable), 26 (just uncomfotable), 28 (jus intolerable). Kedua indikator tersebut digunakan untuk mengetahui konsekuensi visual yang mungkin muncul akibat peningkatan ketersediaan cahaya alami.

Analisis dan Evaluasi

Hasil setiap iterasi dibandingkan berdasarkan perubahan nilai *Illuminance*, DF, sDA, DGP, dan DGI. Evaluasi dilakukan secara multi-indikator dengan mempertimbangkan peningkatan tingkat dan cakupan spasial *daylight*, potensi *glare*, serta keterbukaan *view*. Konfigurasi dengan kinerja lebih baik ditentukan berdasarkan kemampuannya memperluas cakupan *daylight* pada ambang yang ditetapkan, mempertahankan *view*, dan menghasilkan potensi *glare* yang masih dapat diterima.

HASIL

Hasil simulasi pada kedua iterasi menunjukkan adanya perubahan kinerja pencahayaan alami setelah dilakukan pengembangan pada dimensi bukaan. Perubahan tersebut tidak hanya dilihat berdasarkan tingkat *illuminance*, tetapi juga berdasarkan cakupan area dengan pencahayaan ≥300 lux, *Spatial Daylight Autonomy* (sDA), *Daylight Factor* (DF), serta potensi silau melalui *Daylight Glare Probability* (DGP) dan *Daylight Glare Index* (DGI). Perbandingan seluruh indikator tersebut digunakan untuk melihat pengaruh perubahan bukaan terhadap ketersediaan daylight dan kenyamanan visual ruang. Hasil perbandingan Iterasi 1 dan Iterasi 2 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Penilaian Kualitas Ruang

No.	Aspek Evaluasi	Iterasi 1	Iterasi 2	Keterangan
1	*Illuminance*	401 lux	671 lux	Ketersediaan cahaya meningkat
2	*Persentase area Iluminasi* ≥300	36,89%	51,35 %	Cakupan area dengan pencahayaan ≥ 300 lux meningkat
3	*Spatial Daylight Autonomy* (sDA)	67,89%	78,74%	Cakupan daylight meningkat dalam hitungan satu tahun
4	*Daylight Factor* (DF)	1.99%	1.99 %	Tidak mengalami perubahan
5	*Daylight Glare Probabilty* (DGP)	0,3	0,34	Terjadi peningkatan potensi glare tetapi masih dalam treshold yang aman digunakan

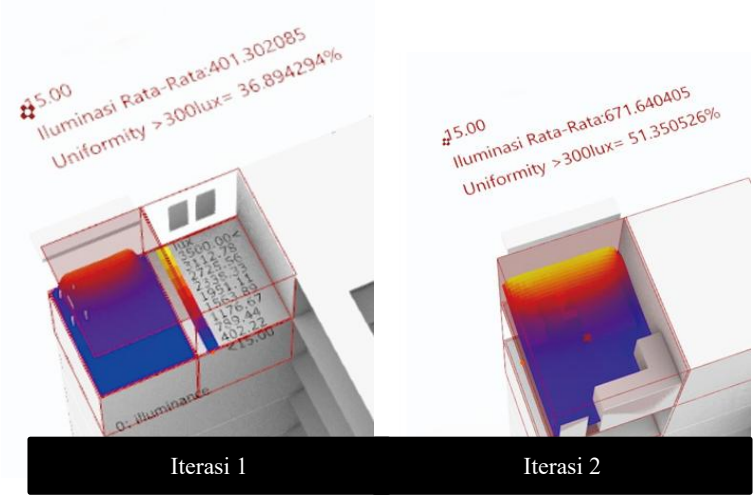
CC BY-SA 4.0

No.	Aspek Evaluasi	Iterasi 1	Iterasi 2	Keterangan
6	*Daylight Glare Index* (DGI)	25,06	25,01	Nilai relatif tidak berubah, masih belum masuk kategori *uncomfortable*

Sumber: Analisis penulis

Hasil simulasi Iterasi 1 memperlihatkan bahwa bukaan menghasilkan *illuminance* 401. Nilai ini sudah berada di atas acuan target minimum 300 lux. Nilai ini dipakai menjadi acuan yang mana pada standar ini selaras dengan rumah tinggal atau fungsi hunina dengan berbagai aktivitas seperti tidur, memasak dan bekerja pada (SNI 6197:2011, n.d.) dan juga selaras dengan (Aulia Dwi Harfitriana, 2024) pada fungsi bangunan yang sama. Meskipun nilai minimum sudah tercapai, nilai ini belum menunjukkan tingkat persebarannya, oleh karena itu dilakukan evaluasi menggunakan ≥300 lux sebagai *trheshold analisis* ketersediaan daylight. Hasil simulasi menunjukkan 36,89 % area pada ruang unit apartemen yang mendapatkan terang ≥ 300 lux pada satu waktu ukur yang dianalisis. Diikuti nilai sDA300/50% berada pada nilai 67,89% yang menggambarkan persebaran cahaya di dalam ruang selama satu tahun yang dikur dari 07.00 sampai 15.00. Iterasi selanjutnya dilakukan untuk melihat gambaran prediktif apabila bukaan lebih diperlebar. Hasil simulasi Iterasi 2 memperlihatkan bahwa nilai *illuminance* 671 lux. Nilai ini relatif tinggi dan lebih melampaui dari sebelumnya, namun secara persebaran persentase area ≥ 300 lux tersebar menjadi 51,35 %. Dan pada indikator nilai sDA300/50% menjadi 78,74%. Peningkatan tersebut memperlihatkan bahwa pembesaran mampu memperluas area pencahayaan dengan sekaligus meningkatkan ketersediaan *daylight* dalam periode tahunan. Sementara itu, nilai DF relatif hampir tidak berubah, sehingga perubahan dimensi bukaan relatif tidak memengaruhi nilai DF itu sendiri. Dari aspek kenyamanan visual, nilai *Daylihgt Glare Probability* (DGP) mengalami peningkatan dari 0,30 menjadi 0,34. Hal ini menjukkan peningkatan potensi silau. Indikator ini diikuti dengan indokator *Daylight Glare Index* (DGI) dari 25,06 relatif tidak berubah 25,01. Ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada performa pencahayaan alami namun peningkatan tersebut perlu dipertimbangkan karena potensi *glare*.

Simulasi *illuminance* dilakukan dengan dua iterasi atau dua percobaan. Hal ini dilakukan untuk melihat perubahan nilai performa pencahayaan dalam setiap percobaan dimensi bukaan pada masing masing iterasi. Kedua iterasi tidak hanya dibandingkan dengan didasarkan pada nilai rata-rata, tetapi juga didasarkan pada proporsi area yang menerima cahaya matahari alami. Pendekatan ini dilakukan karena nilai *illuminance* yang semakin tinggi tidak selalu menunjukkan performa yang baik dan juga tidak selalu buruk, tergantung bagaimana kaitannya dengan indikator lain. Salah faktor yang penting diperhatikan pada tingkat persebarannya. Simulasi ditampilkan pada gambar berikut.



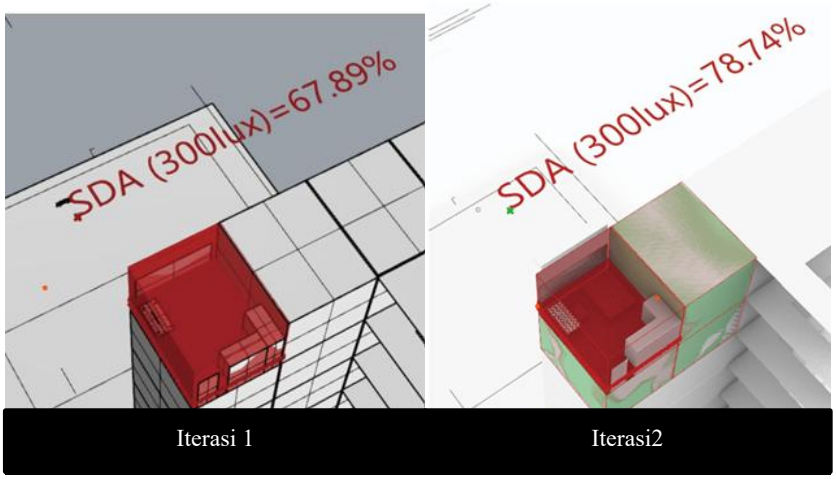
Gambar 1 Simulasi *Illuminance*

Simulasi pada iterasi 1 dilakukan untuk mengetahui kinerja pencahayaan dengan dimensi bukaan pada percobaan pertama. Dimensi bidang fasade yang dianalisis adalah 400 cm sebagai tinggi dan dengan lebar 400 cm, sementara itu dimensi bukaan 280 cm tingginya x 240 cm lebar bukaannya. Hasil simulasi menunjukkan bahwa iterasi 1 menghasilkan *illuminance* rata-rata 401 lux. Temuan ini sebenarnya sudah mencukupi target 300 lux. Tetapi, meskipun begitu nilai 401 lux ini tidak otomatis seluruh kemar mendapatkan nilai tersebut. Nilai ini perlu dibaca dengan distribusi cahaya di dalam ruang melalui faktor persebaran. Jika dilihat pola persebaran kebutuhan lux di dalam ruang terdapat sekitar 36% daerah yang mendapatkan cahaya diatas 300 lux.

Simulasi iterasi 2 dilakukan untuk mencoba mengeksplorasi performa ketika bukaan semakin diperlebar. Tujuan daripada iterasi 2 ini selain akan kebutuhan *illuminance*, juga diperlukan untuk kebutuhan *view* apabila dimaksimalkan. Dimensi bukaan yang digunakan pada iterasi 2 adalah 280 cm sebagai tingginya dan 380 cm sebagai lebar bukaannya. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *illuminance* pada iterasi 2 menjadi 671 lux. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dimensi bukaan memang meningkatkan pengaruh pada penerimaan cahaya alami ke dalam ruang yang signifikan. Dengan ditambahnya dimensi bukaan, kontribusi cahaya alami yang masuk ke dalam ruang semakin meningkat. Peningkatan nilai *illuminance* pada iterasi 2 tidak dapat langsung dikatakan dan diartikan sebagai kelebihan karena melampaui standar pencahayaan, melainkan perlu dilihat persebaran dari faktor persentase area. Pada iterasi 2 sebanyak kurang lebih 51% cahaya alami dengan diatas 300 lux tersebar ke dalam ruang. Ini memperlihatkan bahwa secara proporsi lebih baik dibanding dengan iterasi 1, karena tingkat persebaran spasial cahaya lebih menjangkau ke dalam ruang.

Hasil simulasi ini menunjukkan bahwa dengan ditingkatkannya dimensi bukaan memberikan gambaran performa cahahaya yang cenderung lebih meningkat pada apartemen. Iterasi 2 dengan *Windows Wall Ratio* (WWR) 66,5% menunjukkan performa lebih baik dibanding iterasi 1 dengan WWR 42%. Dengan demikian berdasarkan hasil simulasi *Illuminance,* iterasi 2 dipilih sebegai konfigurasi yang lebih baik dan cukup optimal dibanding iterasi 1. Dasar pemilihan alternatif ini didasarkan pada tingginya rata-rata persentase area pada iterasi 2. Selanjutnya diperlukan analisis dari indikator penilaian kualiatas ruang lain untuk melihat bagaiman kaitannya iterasi 1 dan 2 dilihat dari sisi rata-rata distribusi dalam satu tahun yaitu pada sDA. Hal ini dilakukan untuk melihat bagaimana performa cahaya jika dilihat pada periode tahunan.

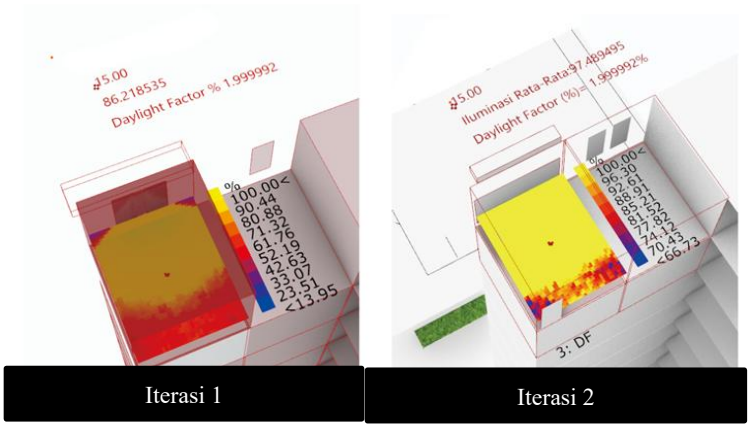
Analisis konfigurasi pada iterasi 1 dan 2 menggunakan indikator *illuminance* selanjutnya dilakukan analisis *Spatial Daylight Autonomy* (sDA) untuk melihat seberapa luas bagian ruang yang mendapatkan cahaya alami apabila dikalkulasi dalam periode yang sama selama 1 tahun. Penelitian dilakukan dengan dua iterasi atau dua kali percobaan. Proses simulasi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2 Simulasi sDA
Sumber: Analisis Pribadi

Hasil simulasi menunjukkan bahwa adanya peningkatan dimensi luas bukaan memberikan pengaruh positif terhadap *Spatial Daylight Autonomy* (sDA). Nilai sDA pada iterasi 1 mencapai 67,89%. Nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar area ruang telah memperoleh pencahayaan alami yang cukup dominan selama periode operasional bangunan. Pada iterasi 2 yang mana dimensi pada bukaannya semakin besar, nilai sDA pada iterasi 2 mencapai 78,74 %. Temuan ini mengindikasikan bahwa iterasi 2 lebih dapat menjangkau keseluruhan ruang dalam periode tahunan dibanding dengan iterasi 1. Ini sejalan dengan penilaian *illuminance* yang sebelumnya bahwa pada iterasi hanya 36% dianggap daerah yang dianggap mendapatka sekitar 300 lux dan mengalami peningkatan pada iterasi 2 nya menjadi kurang lebih 51 % ruang mendapatkan standar lux yang diinginkan. Nilai sDA memberikan ketersediaan *daylight* dalam periode tahunan. Hasil sDA tidak dapat dijadikan indikator tunggal untuk menentukan konfigurasi paling optimal, melainkan selalu melihat keterkaitan dengan indikator lain. Indikator selanjutnya yang akan menjadi parameter adalah Daylight Factor (DF).

Daylight Factor (DF) merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui bagaimana persentasi antara sumber cahaya utama yaitu dari cahaya langit dengan yang masuk ke dalam ruang. Indikator ini digunakan untuk melihat kemampuan ruang pada kondisi langit tertentu. Analisis ini, cahaya matahari langsung di asumsikan tidak dimasukan dalam nilai DF (The Lighting Authority, 2026). Analisis dapat dilihat pada gambar berikut.



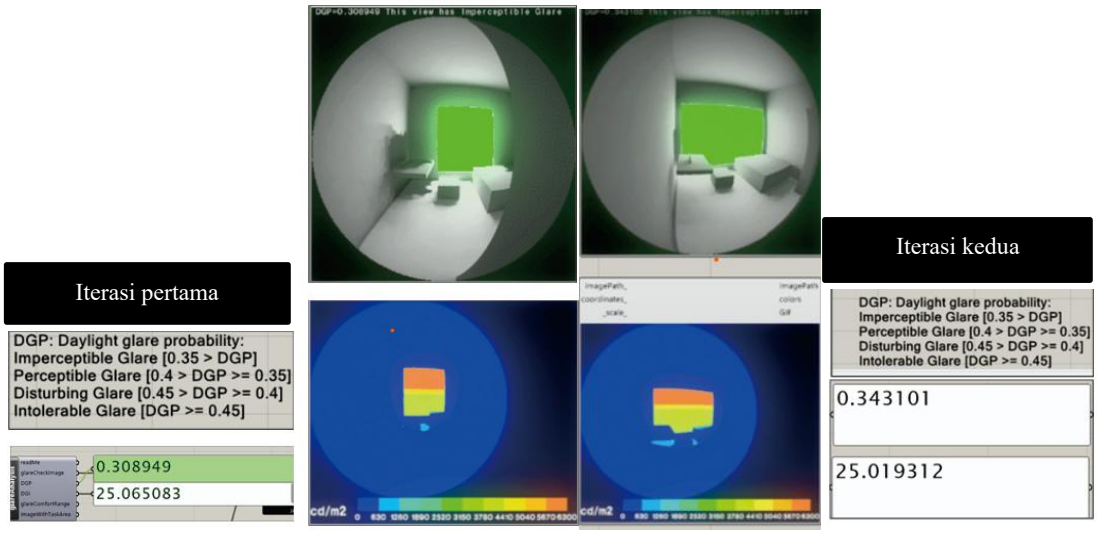
Gambar 3 Simulasi Daylight Factor
Sumber: Analisis Pribadi

Gambar di atas menunjukkan proses simulasi pada dua kali percobaan. Iterasi 1 atau percobaan pertama menunjukkan bahwa nilai Daylihgt Factor 1.99%. Dengan asumsi bahwa cahaya yang masuk ke dalam ruang adalah 86.21 lux. Nilai ini memperlihatkan bahwa dengan kondisi langit mendung atau tanpa cahaya matahari langsung, cahaya yang masuk distribusi pada dalam ruang.

Simulasi sebelumnya yang paling penting adalah sDA, sementara simulasi *Daylight Factor* hanya dilakukan untuk melihat apakah simulasi sDA yang ke dua tidak melewati ambang batas melalui indikator DF. Dengan demikian, dilakukan simulasi DF pada iterasi 2. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai iterasi DF tetap berada pada ambang batas yaitu 1.99%. Ini menunjukkan bahwa iterasi 2 pada nilai sDA tidak berpengaruh negatif pada parameter DF.

Selain evaluasi pada kinerja *daylighting*, evaluasi juga dilakukan terhadap tingkat kenyamanan visual dengan menggunakan indikator *Daylight Glare Probability* (DGP) dan *Daylight Glare Index* (DGI).

CC BY-SA 4.0



Gambar 4 Simulasi DGP dan DGI
Sumber: Analisis Pribadi

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai pada iterasi 1 memperlihatkan nilai rata-rata DGP sebesar 0,30. Berdasarkan klasifikasi kenyamanan visual, nilai tersebut berada pada kategori *perceptible glare* atau silau yang mulai dapat dirasakan pengguna, namun nilai tersebut masih berada ambang batas yang masih dapat diterima. Sementara itu, iterasi kedua dilakukan untuk mengevaluasi dimensi yang telah dilakukan pada iterasi 1. Hasil simulasi menunjukkan iterasi 2 berada pada rentang aman yaitu dengan nilai 34 (perceptible glare). Simulasi iterasi 1 dan 2 dapat dilihat pada gambar berikut.

Sementara itu, nilai rata-rata DGI masih berada pada angka 25. Nilai tersebut memperlihatkan bahwa kondisi visual dalam ruang berada pada tingkat sedikit tidak nyaman akibat keberadaan silau pada periode tertentu. Meskipun peningkatan akses cahaya alami berhasil dicapai, hasil ini menunjukkan bahwa optimasi *daylighting* perlu diimbangi dengan strategi pengendalian silau, seperti penggunaan *shading device, secondary skin*, atau pengaturan dimensi bukaan.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan kinerja pencahayaan alami serta kenyamanan visual pada unit apartemen di iklim tropis melalui pendekatan simulasi berbasis kinerja dan pemodelan parametrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa iterasi 2 memberikan peningkatan kinerja pencahayaan alami dibandingkan iterasi 1, ditunjukkan oleh peningkatan nilai Spatial Daylight Autonomy (sDA) dari 67,89% menjadi 78,74% atau meningkat sebesar 10,85 poin persentase, sementara iluminasi rata-rata meningkat dari 401 lux menjadi lebih dari 671 lux dan area yang mencapai tingkat pencahayaan 300 lux meningkat dari 36% menjadi sekitar 51%. Nilai Daylight Factor (DF) pada kedua iterasi tetap sebesar 1,99%, sehingga peningkatan sDA pada iterasi 2 tidak menunjukkan dampak negatif terhadap parameter DF. Dari aspek kenyamanan visual, nilai DGP pada iterasi 1 sebesar 0,30 dan pada iterasi 2 sekitar 34%, sedangkan DGI berada pada angka 25, yang menunjukkan bahwa peningkatan pencahayaan alami masih perlu diimbangi dengan pengendalian potensi silau. Secara keseluruhan, iterasi 2 merupakan alternatif yang lebih optimal karena mampu meningkatkan distribusi dan ketersediaan cahaya alami hingga melampaui target sDA 75% dengan tetap mempertahankan nilai DF, meskipun aspek kenyamanan visual masih memerlukan perhatian. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan parametrik dapat menjadi metode yang relevan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan pencahayaan alami pada bangunan apartemen tropis, namun legitimasi hasil penelitian perlu diperkuat melalui simulasi dengan periode dan kondisi langit yang lebih beragam serta validasi lapangan; penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji variasi dimensi bukaan dan shading

CC BY-SA 4.0

device, memperluas simulasi tahunan, serta membandingkan hasil simulasi dengan pengukuran aktual dan persepsi pengguna.

DECLARATIONS

Pendanaan: Penelitian ini tidak memperoleh pendanaan dari lembaga pemerintah, institusi swasta, maupun lembaga pendanaan lainnya. Seluruh proses penelitian dilaksanakan secara mandiri oleh penulis.

Kontribusi Penulis: Penulis pertama berkontribusi dalam perumusan ide penelitian, pelaksanaan penelitian, serta pengumpulan dan pengolahan data. Penulis kedua berkontribusi dalam pelaksanaan analisis, interpretasi hasil penelitian, serta memberikan masukan terhadap pembahasan. Penulis ketiga berkontribusi dalam pengembangan metode penelitian, penelusuran dan pemilihan referensi yang relevan, serta memberikan masukan untuk penyempurnaan naskah. Penulis keempat berkontribusi dalam validasi hasil penelitian,

Artificial Intelligence/AI: Dalam penyusunan artikel ini, penulis menggunakan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI), khususnya ChatGPT, sebagai alat bantu untuk mencari alternatif kalimat, memperbaiki tata bahasa, menerjemahkan, dan menyempurnakan redaksi agar sesuai dengan gaya penulisan akademik dan beberapa pencarian referensi. AI juga digunakan untuk membantu memperjelas beberapa definisi indikator yang tetap di klarafisikasi oleh penulis. AI tidak digunakan untuk menghasilkan data, melakukan analisis, atau menentukan hasil dan kesimpulan penelitian. Seluruh keluaran yang dihasilkan oleh AI ditinjau, disesuaikan, dan diverifikasi oleh penulis. Penulis bertanggung jawab penuh atas isi dan keakuratan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

Alessandra golatioto, & Marco Beccali. (2016). Aspects and issues of daylighting assessment: A review study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *66*.

Elsiana, F., & Arifin, L. S. (2024). Daylighting Evaluation of Perforated Screen Façade with Light Shelf in the Tropics. *Dimensi*, *51*(1), 39–48. https://doi.org/10.9744/dimensi.51.1.39-48

Elsiana, F., Ekasiwi, S. N. N., & Antaryama, I. G. N. (2024). The impact of aspect ratio of buildings implementing Horizontal light pipe and shading systems on daylight performance. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, *23*(5), 1658–1676. https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2278450

Energy Compliance Consultant. (n.d.). *Proposed Apartemen Development @ Surry Hills, NSW – JV3 assessment*. 2025.

Hoda Jafarian, Claude M. H Demers, Pierre Blancet, & Veronic Laundry. (2016). Impact of Indoor Use of Wood on the Quality of Interior Ambiances under Overcast and Clear Skies; Case Study of the Eugene H. Kruger Building, Quebec City. *Indoor Wood Ambiance*.

Illumination Pros. (2026). *Spatial Daylight Autonomy (sDA): Metrics and Simulation Methods*.

Kingspan. (2025). *Daylighting in LEED and BREEAM Standards*.

Kurnia, K. A., Azizah, D. N., Mangkuto, R. A., & Atmodipoero, R. T. (2017). Visual Comfort Assessment Using High Dynamic Range Images under Daylight Condition in the Main Library Building of Institut Teknologi Bandung. *Procedia Engineering*, *170*, 234–239. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.056

Luigi Giovannini, Fabio Favoino, Valerio R. M. Lo Verso, Anna Pellegrino, & Valentina Serra. (2018). A Simplified Approach for the Annual and Spatial Evaluation of the Comfort C. *Building*, *8*.

MACLEAN. (2026). *Daylight Factor (DF)*.

Rizki A. Mangkuto, Atthaillah, Mochamad Donny Koerniawan, & Brian Yuliarto. (2021). Theoretical Impact of Building Façade Thickness on Daylight Metrics and Lighting Energy Demand in Buildings: A Case Study of the Tropics. *Https://Www.Mdpi.Com/*, *11*.

Santos, I. G. dos, Auer, T., & Souza, R. V. G. de. (2017). Optimized indoor daylight for tropical dense urban environments. *Ambiente Construído*, *17*(3), 87–102. https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000300164

The Lighting Authority. (2026). *daylight factor*.

CC BY-SA 4.0