

## PENGARUH *LIGHT SHELF* STATIS TERHADAP KINERJA PENCAHAYAAN ALAMI KANTOR *OPEN-PLAN*

\*Astrini Hadina Hasya<sup>1</sup>, Ratna Andriani Nastiti<sup>2</sup>, R. Ayu Firdausi N.R<sup>3</sup>, Riza Septriana Dewi<sup>4</sup>, Ihza Rangga Artito<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,5</sup>Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

<sup>4</sup>Institut Seni Indonesia Yogyakarta

<sup>\*)</sup>Email: astrini.hadina.di@upnjatim.ac.id

### ABSTRACT

*An office with an open-plan system is a popular building today with the complexity of activities and user needs. The advantages of saving space and making a spacious impression make open-plan offices popular. The main activity of the office as a place to work requires optimal daylighting to accommodate all its main activities during office hours. This study is a quasi-experimental research evaluating natural lighting performance in office buildings. The consideration of office building was chosen based on the general open-plan office criteria. The problem of uneven daylighting in the office space demands a system to increase daylighting performance. The use of lightshelf as a natural shading system is proposed as an alternative to increase daylighting performance, which is computationally simulated using Ecotect with the Radianc plug-in. Data collection techniques are carried out through computer simulation modeling and literature studies. It is hoped that the results of this study can add insight and be used as an alternative to daylight shading systems.*

**Keyword:** *Shading Device, Daylighting, Simulation*

### ABSTRAK

Kantor dengan sistem open-plan merupakan bangunan yang populer saat ini dengan kompleksitas aktivitas dan kebutuhan pengguna. Keuntungannya yang hemat tempat dan membuat kesan luas menjadikan kantor open-plan digemari. Aktivitas utama kantor sebagai tempat bekerja membutuhkan pencahayaan alami yang optimal dalam mengakomodir seluruh kegiatan utamanya pada jam kantor di siang hari. Penelitian ini merupakan penelitian kuasi experimental dengan mengevaluasi kinerja pencahayaan alami bangunan kantor. Pertimbangan bangunan kantor yang dipilih yakni berdasarkan kriteria kantor open-plan pada umumnya. Permasalahan pencahayaan alami yang tidak merata ke dalam ruang kantor menuntut kebutuhan sistem untuk peningkatan kinerja pencahayaan alami. Penggunaan lightshelf sebagai sistem pembayang alami diusulkan sebagai salah satu alternatif peningkatan kinerja pencahayaan alami yang di simulasikan secara komputasi menggunakan Ecotect dengan plug-in Radianc. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui permodelan simulasi komputer dan studi literatur. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menambah wawasan dan digunakan sebagai alternatif sistem pembayang matahari.

**Kata kunci:** Sistem Pembayang, Pencahayaan Alami, Simulasi

## 1. PENDAHULUAN

Kehadiran daylight dalam ruangan meningkatkan kesehatan manusia, kesejahteraan, dan juga produktivitas [1]. Pada konteks desain bangunan, daylight atau penerangan alami menjadi suatu komponen yang penting dan perlu dipertimbangkan serius untuk penghematan energi dan keberlanjutan [2] [3]. *Daylight* merupakan sumber cahaya berkelanjutan, utamanya pada bangunan kantor yang beroperasi pada siang hari [4]. Sejumlah literatur menunjukkan bahwa tempat kerja utamanya memerlukan akses penerangan alami dan view yang mengarahkan mereka untuk produktivitas, pengurangan stress, menciptakan kenyamanan dan kepuasan karyawan [5] [6]. Orang dewasa lintas budaya mayoritas menghabiskan waktu mereka dalam ruang/indoor [7] [8], sehingga perlu mengoptimalkan tempat kerja, dan pentingnya pencahayaan alami dalam bangunan khususnya pada kantor.

Daylight merupakan sumber daya yang sangat potensial dimanfaatkan sebaik mungkin pada daerah Tropis karena mendapat sinar matahari sepanjang hari [9]. Ketersediaan daylight pada area outdoor yang melimpah sangat potensial untuk memenuhi kriteria standar pencahayaan ruang kerja yaitu 300 lux berdasarkan SNI 6197-2011. Dalam pendekatan desain bangunan berkelanjutan, konsep kantor open-plan semakin populer, karena potensi penghematan area tanah dan lantai, khususnya pada kota yang sangat padat penduduk. Sebagian besar kantor open-plan sekarang dirancang untuk mematuhi arsitektur hijau atau persyaratan bangunan berkelanjutan. Khususnya dalam hal persyaratan pencahayaan alami, penyediaan perangkat naungan surya atau control silau yang diperlukan untuk memastikan kepuasan kriteria kenyamanan visual menanggapi kondisi langit. Di daerah Tropis kebutuhan dan tujuan naungan seperti light shelf menjadi jelas, karena karakteristik daerahnya yang mendapat sinar matahari tinggi dan lamanya penyinaran yang sepanjang hari [10].

Light shelf adalah salah satu sistem yang membutuhkan ruang yang relatif kecil, dan merupakan perangkat yang khusus dirancang untuk mengarahkan sinar matahari ke bagian dalam ruangan, sementara juga berfungsi sebagai perangkat pembayang dalam menghalangi sinar matahari langsung. Light Shelf biasanya berbentuk horizontal atau

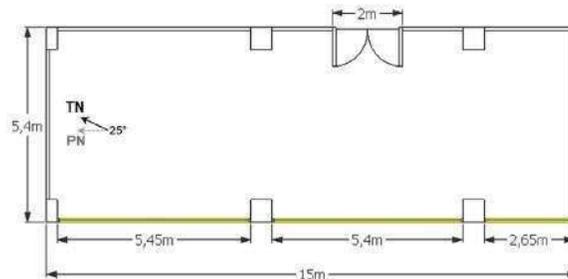
miring di bawah jendela clerestory, dan diatas jendela “normal” atau view window [11]. Salah satu bagian yang paling penting dalam mendesain light shelf adalah menentukan parameter yang optimal untuk memastikan kinerja yang optimum. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya mengevaluasi nilai-nilai yang relevan menggunakan faktor desain, atau satu desain untuk satu waktu (bangunan) itu saja [12]. Alternatif lain yakni penggunaan kurva referensi telah dipromosikan oleh Kurtay dan Esen pada tahun 2017 [13] bernama CUN-OKAY light shelf, untuk berbagai lokasi berdasarkan garis lintang yang dipilih, namun juga terdapat beberapa derajat ketidakpastian. Penelitian sekarang ini meneliti bangunan kantor tiga lantai di Bandung, Indonesia. Penelitian ini menggunakan tipe light shelf CUN-OKAY, karena dirasa yang paling objektif untuk meninjau lebih lanjut mengenai pengaruh fungsi light shelf terhadap pencahayaan alami pada bangunan kantor open-plan.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode simulasi komputer Ecotect untuk bereksperimen dengan kinerja pencahayaan alami di ruang kerja (kantor). Adapun prosedur simulasi dimulai dengan langkah memodelkan ruang dalam Ecotect dan melaporkan faktor daylight dalam ruang tersebut melalui software plug-in Radiance yang ada di dalam Ecotect, serta menetapkan sifat material yang memadai dan menjalankan simulasi faktor pencahayaan alami. Untuk kelemahan dari Ecotect ini sendiri yaitu tidak menghitung reflektansi dari semua sisi ruang, hanya mengambil dari lantai dan plafon saja. Adapun untuk modifikasi 4 sub variabel bangunan yang berbeda (dalam hal ini memodifikasi peletakan/konfigurasi light shelf) dengan menggunakan tipe light shelf CUN-OKAY dan disesuaikan dengan ketinggian interior kantor sebagai studi kasus.

### Deskripsi Bangunan

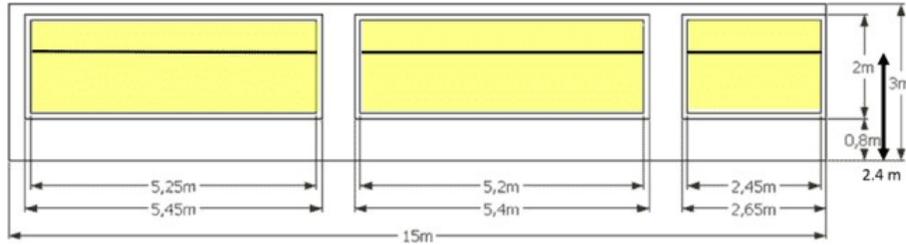
Bangunan ruang kerja pada kantor yang digunakan sebagai eksisting berdasarkan tipologi ruang kerja pada umumnya, yakni kantor open-plan yang terletak di lantai tiga di Gedung Layanan Perpustakaan dan Arsip Kota Bandung, Indonesia ( $6.93^{\circ}$  S(latitude),  $107.61^{\circ}$  E(longitude)). Bangunan itu terletak di distrik bisnis dan pemerintahan Kota Bandung dan dikelilingi oleh beberapa bangunan komersial dan pemerintah lainnya [10]. Ruang kantor yang diamati berukuran  $15\text{m} \times 5,4\text{m} \times 3\text{m}$ . Denah dan ketinggian ruang masing-masing ditampilkan pada Gambar 1. dan Gambar 2. Dan keterangan jendela ada pada Gambar 3. Dibawah ini :



**Gambar 1.** Denah Eksisting, jendela ada pada sisi Barat Daya atau yang berwarna kuning  
Sumber : Mangkuto dkk, 2019



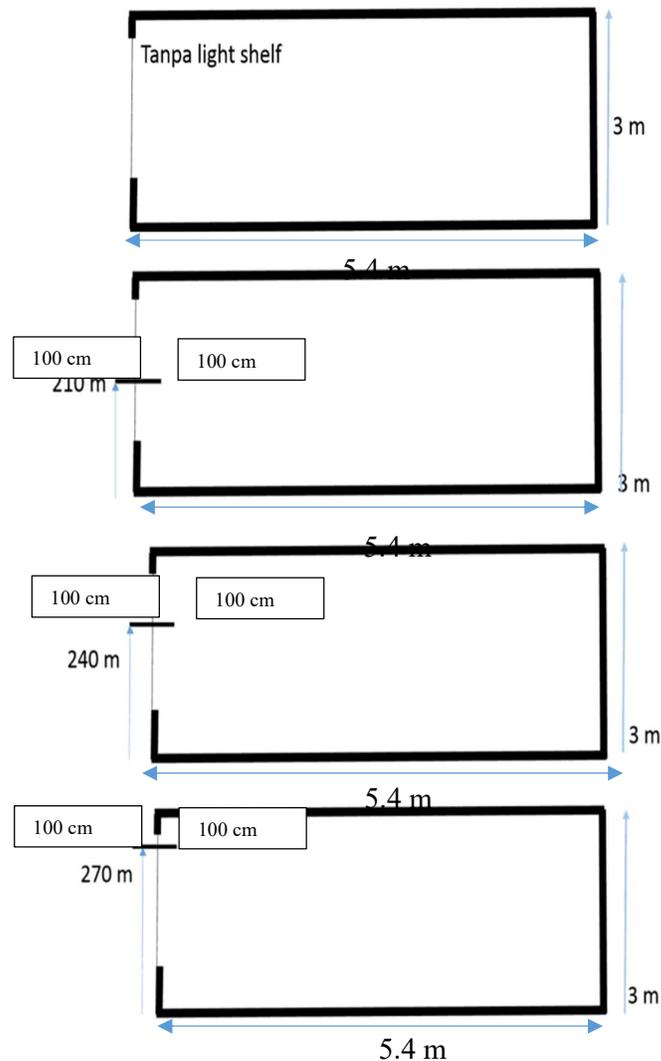
**Gambar 2.** Interior Kantor  
Sumber : Mangkuto dkk, 2019



**Gambar 3.** Keterangan Jendela

Sumber : Mangkuto dkk, 2019

Analisis parametrik telah dilakukan pada langit overcast (10000 lux) pada ketinggian 10.2 meter (bidang kerja) di sepanjang sumbu kontrol ruang. Adapun untuk 4 modifikasi variabel yang berbeda pada light shelf, memiliki perbedaan konfigurasi ketinggian yang berbeda yang akan disimulasikan. Adapun konfigurasi ketinggian light shelf yang akan diteliti adalah 210cm dari lantai, 240cm dari lantai, 270cm dari lantai, dan tanpa light shelf sebagai pembandingan. Keseluruhan ketentuan ini beserta interval tiap light shelf (beda 30cm) sesuai dengan ketentuan CUN-OKAY light shelf [13]. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4. Berikut :

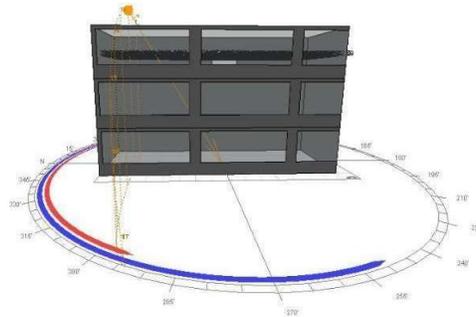


**Gambar 4.** Variasi variabel simulasi, konfigurasi Light shelf (tanpa lightshelf, 210cm, 240cm, dan 270 cm dari lantai) dari potongan A-A'

Sumber : Dokumentasi penulis, 2024

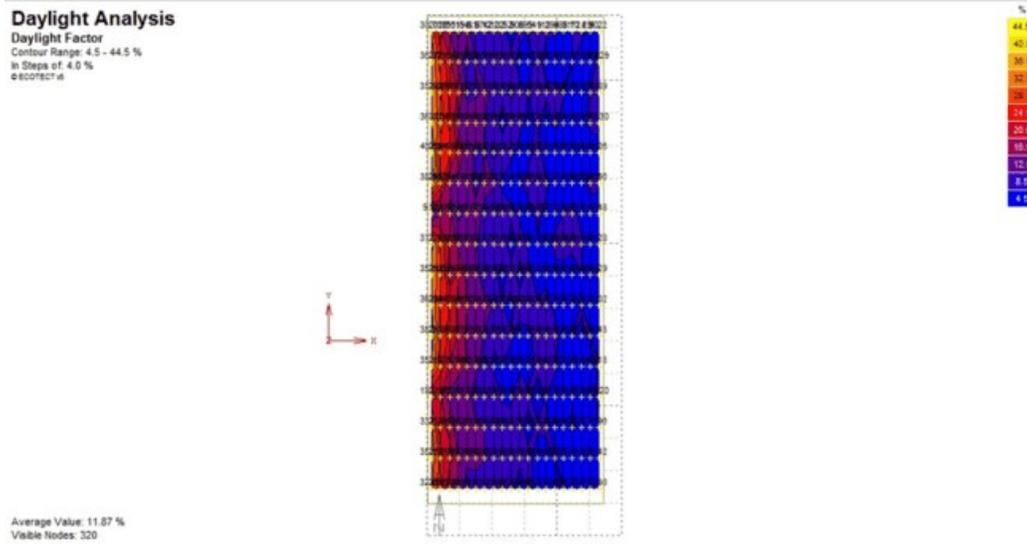
### Prosedur Simulasi

Simulasi dilakukan melalui software Ecotect dengan menginput data iklim. Selanjutnya memasukkan orientasi yakni pada studi kasus ini menghadap Barat dan masukkan waktu pengukuran simulasi, yakni 21 Juni (karena dianggap bulan dan tanggal terpanas) dan pukul 12.00 siang (saat terpanas, matahari tepat di atas bangunan) seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan dilakukan permodelan dengan membangun/menggambar bangunan di Ecotect, dalam hal ini kantor tiga lantai, masing-masing lantai tingginya 3m dan simulasi dilakukan pada lantai sebagai lantai terpanas pada interior kantor.



**Gambar 5.** Sunpath pada pukul 12.00 siang  
Sumber : Dokumentasi penulis, 2024

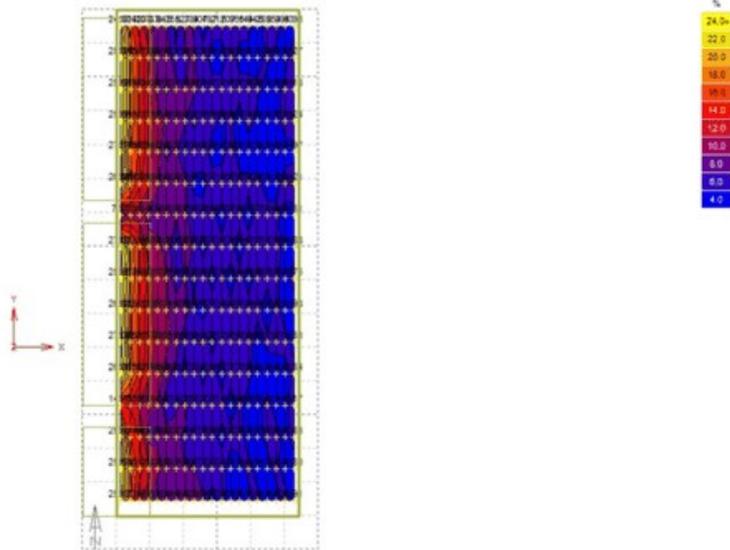
Setelah input data dan membuat model, kemudian dilakukan simulasi pada masing-masing variabel menggunakan bantuan Radiance sebagai plug-in dalam Ecotect, dimana mendapat hasil rata-rata daylight factor, jumlah total grid titik pengukuran, *daylight factor* di tiap titik pengukuran, serta kontur cahaya yang dapat dilihat pada Gambar 6a-6d.



(a)

### Daylight Analysis

Daylight Factor  
Contour Range: 4.0 - 24.0 %  
In Steps of 2.0 %  
e:corrected

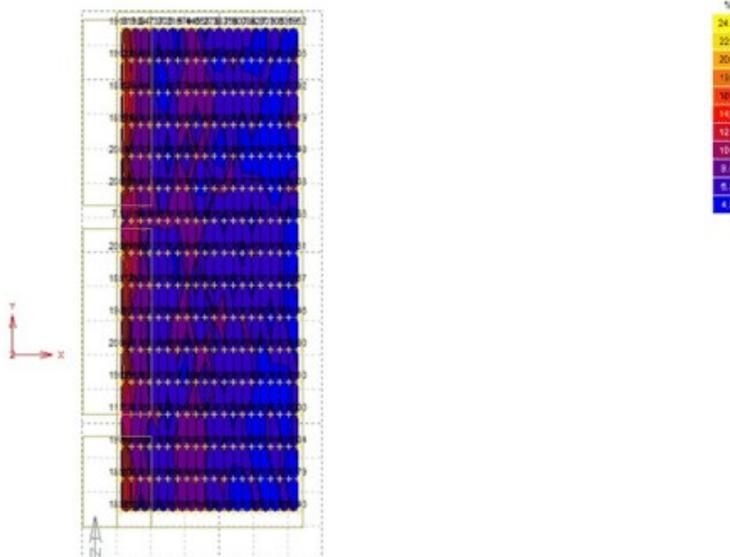


(b)

Average Value: 8.84 %  
Visible Nodes: 320

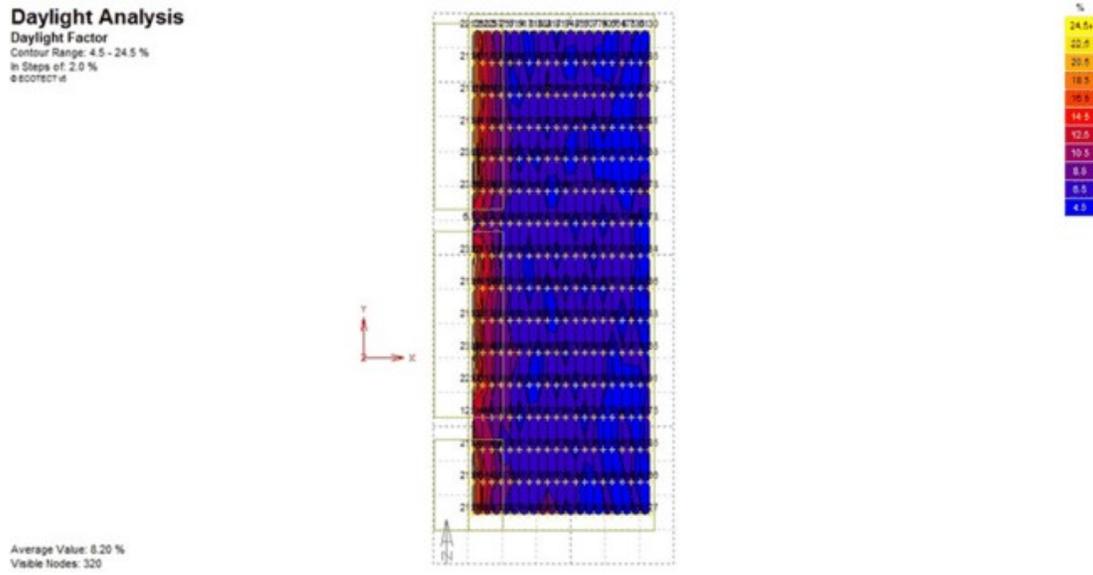
### Daylight Analysis

Daylight Factor  
Contour Range: 4.5 - 24.5 %  
In Steps of 2.0 %  
e:corrected



(c)

Average Value: 8.18 %  
Visible Nodes: 320



(d)

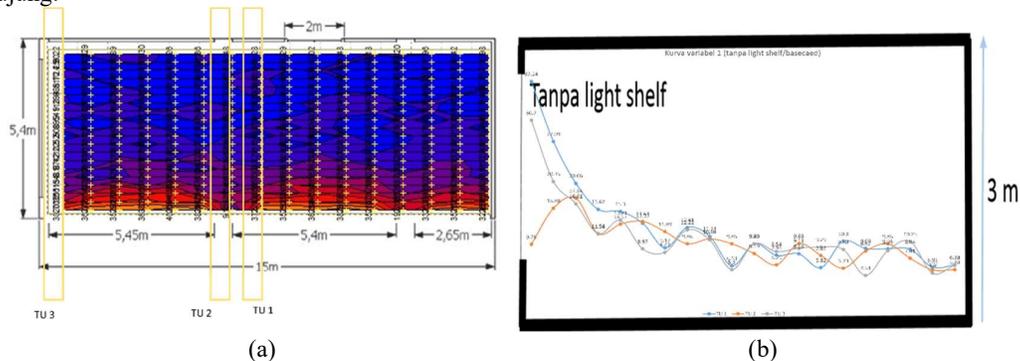
**Gambar 6.** (a) Average DF 11.87% variabel 1, (b) Average DF 8.84% variabel 2, (c) Average DF 8.18% variabel 3, (d) Average DF 8.20% variabel 4.

Sumber : Dokumentasi penulis, 2024

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi daylight factor ini dilakukan pada variabel 1 eksisting tanpa light shelf. Dapat dilihat pada Gambar 7a. bahwa kontur cahaya menunjukkan bahwa cahaya masuk tidak merata. Pada area yang dekat jendela daylight factor sangat besar mencapai 37.24%, sedangkan mengalami penurunan yang sangat drastis pada area yang jauh dari jendela atau daylight factor sangat kecil. Adapun rata-rata daylight factor pada variabel 1 ini yaitu 11.87%, dengan total grid (visible nodes) 320.

Pada Gambar 7b. menunjukkan kurva yang diukur dari tiga titik pengukuran, dengan pertimbangan TU 1 adalah center/midpoint, TU 2 adalah area yang tergelap atau tidak terkena jendela pada sisi baratnya, dan TU 3 adalah area ujung.



(a)

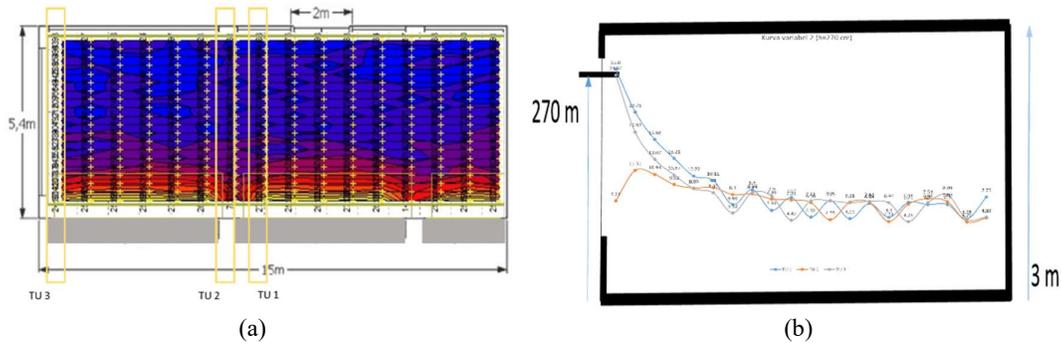
(b)

**Gambar 7.** Variabel 1 (eksisting) (a) Kontur cahaya, (b) Kurva pada 3 TU

Sumber : Dokumentasi penulis, 2024

Selanjutnya, simulasi daylight factor ini dilakukan pada variabel 2 yakni menggunakan light shelf middle masing-masing 100cm ke dalam dan keluar (total 200cm) sesuai ketentuan tipe lightshelf CUN-OKAY [13]. Ketinggian lightshelf yakni 270 cm dari lantai dipilih juga berdasarkan hasil penelitian tersebut dimana di ketinggian ini *lightshelf* bekerja paling optimal sesuai dengan ketinggian kantor (3 m) dan latitude Kota studi kasus. Dapat dilihat pada Gambar 8a. bahwa kontur cahaya menunjukkan bahwa cahaya masuk lebih jauh ke dalam ruang dengan baik dan merata. Pada area yang dekat jendela *daylight factor* besar, namun perlahan turun tetapi tidak drastis/anjlok. Adapun rata-rata daylight factor pada variabel 2 ini yaitu 8.84%, dengan total grid (*visible nodes*) 320.

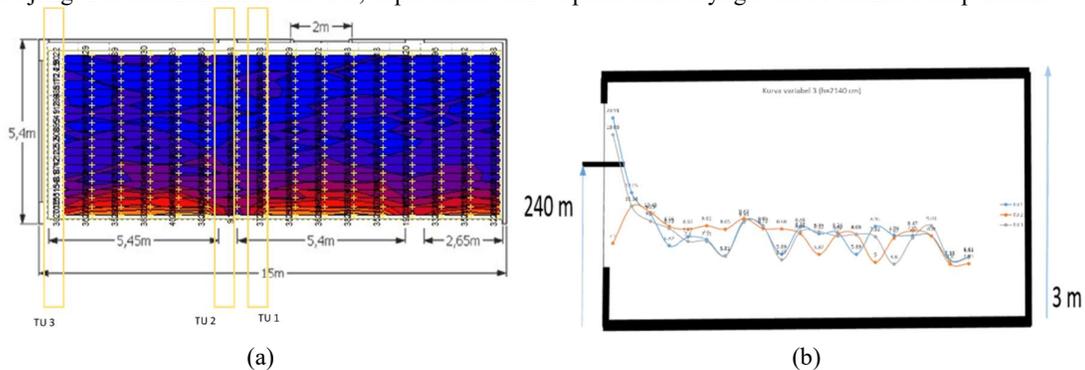
Pada Gambar 8b. menunjukkan kurva yang diukur dari tiga titik pengukuran, dengan pertimbangan TU 1 adalah center/midpoint, TU 2 adalah area yang tergelap atau tidak terkena jendela pada sisi baratnya, dan TU 3 adalah area ujung. Berdasarkan kurva tersebut, dapat dilihat bahwa penurunan *daylight factor* tidak drastis dan cenderung landai.



**Gambar 8.** Variabel 2 (h=270 cm) (a) Kontur cahaya, (b) Kurva pada 3 TU  
Sumber : Dokumentasi penulis, 2024

Kemudian dilanjutkan dengan simulasi *daylight factor* ini dilakukan pada variabel 3 yakni menggunakan light shelf middle masing-masing 100cm ke dalam dan keluar (total 200cm) sesuai ketentuan tipe lightshelf CUN-OKAY dimana mencoba konfigurasi light shelf dengan interval 30 cm tiap variabel. Dapat dilihat pada Gambar 9a. bahwa kontur cahaya menunjukkan bahwa cahaya masuk masih kurang merata. Pada area yang dekat jendela *daylight factor* besar, namun perlahan turun cukup drastis. Adapun rata-rata *daylight factor* pada variabel 3 ini yaitu 8.18%, dengan total grid (visible nodes) 320.

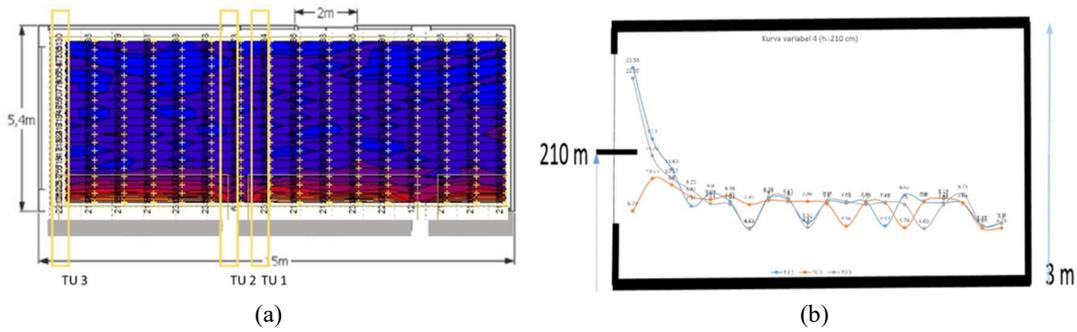
Pada Gambar 9b. menunjukkan kurva yang diukur dari tiga titik pengukuran, dengan pertimbangan TU 1 adalah center/midpoint, TU 2 adalah area yang tergelap atau tidak terkena jendela pada sisi baratnya, dan TU 3 adalah area ujung. Berdasarkan kurva tersebut, dapat dilihat bahwa penurunan *daylight factor* terlihat cukup drastis.



**Gambar 9.** Variabel 3 (h=240 cm) (a) Kontur cahaya, (b) Kurva pada 3 TU  
Sumber : Dokumentasi penulis, 2024

Terakhir yakni simulasi *daylight factor* yang dilakukan pada variabel 4 menggunakan light shelf middle masing-masing 100cm ke dalam dan keluar (total 200cm) sesuai ketentuan tipe lightshelf CUN-OKAY. Dapat dilihat pada Gambar 10a. bahwa kontur cahaya menunjukkan bahwa cahaya masuk masih kurang merata dan cenderung lebih buruk dibandingkan dengan variabel 2 (h=240 cm). Pada area yang dekat jendela *daylight factor* besar, namun perlahan turun cukup drastis. Adapun rata-rata *daylight factor* pada variabel 3 ini yaitu 8.20%, dengan total grid (visible nodes) 320.

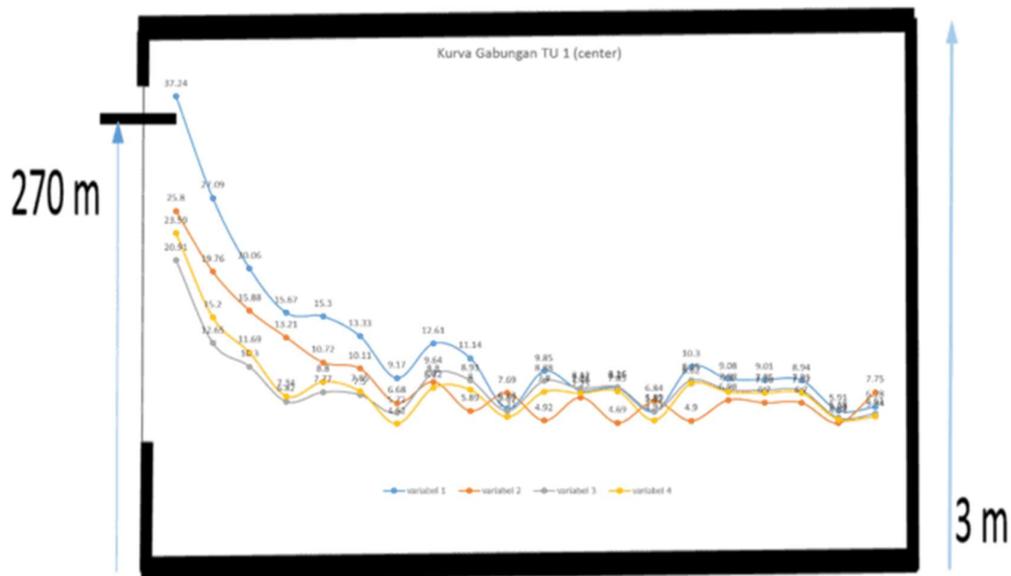
Pada Gambar 10b. menunjukkan kurva yang diukur dari tiga titik pengukuran, dengan pertimbangan TU 1 adalah center/midpoint, TU 2 adalah area yang tergelap atau tidak terkena jendela pada sisi baratnya, dan TU 3 adalah area ujung. Berdasarkan kurva tersebut, dapat dilihat bahwa penurunan *daylight factor* terlihat cukup drastis juga dan lebih buruk dibandingkan dengan variabel 2 (h=240 cm).



**Gambar 10.** Variabel 4 (h=210 cm) {a} Kontur cahaya, {b} Kurva pada 3 TU  
 Sumber : Dokumentasi penulis, 2024

Setelah menganalisa keseluruhan data pada keempat sub variabel yakni : 1. Tanpa lightshelf/basecased, 2. Lightshelf di ketinggian 270cm dari lantai, 3. Lightshelf di ketinggian 240cm dari lantai, dan 4. Lightshelf di ketinggian 210cm dari lantai, selanjutnya diinterpretasikan berupa mengkaji hubungan antar variabel dengan kurva gabungan yang dapat dilihat pada Gambar 11. Secara keseluruhan rata-rata daylight factor (DF) pada seluruh variabel masih cenderung tinggi diatas SNI. Namun, perlu diperhatikan bahwa tujuan utamanya adalah memberi pemerataan dalam ruang, dimana distribusi cahaya masuk merata dari sumber cahaya pada jendela hingga ruang terdalam yang jauh dari cahaya. Sehingga variabel dengan kurva yang landai menunjukkan masukan cahaya tidak drastis berbeda dan cahaya masuk merata.

Pada kurva ini, hubungan antar variabel diambil dengan sampel pada TU 1 yang merupakan center/midpoint di bangunan. Dapat dilihat bahwa variabel 1 (tanpa lightshelf/basecased) terlihat sangat berbeda. Hal ini dikarenakan pencahayaan masuk tidak merata dan cenderung silau, sehingga menunjukkan bahwa penggunaan lightshelf mempengaruhi kualitas pencahayaan alami dalam ruang. Selanjutnya variabel 2 (h=270 cm) merupakan konfigurasi lightshelf yang paling optimal, dimana pencahayaan terlihat merata masuk ke dalam ruang dengan kurva yang landai. Selanjutnya pada variabel 3 (h=240cm) dan variabel 4 (h=210cm) terlihat kurva cukup serupa. Perbedaan adalah pada nilai daylight factor yang lebih tinggi pada variabel 3, dan pencahayaan lebih merata pada variabel 3 dibanding dengan variabel 4, namun tidak lebih baik dari variabel 2.



**Gambar 11.** Kurva gabungan 4 sub variabel di TU 1 (center)  
 Sumber : Dokumentasi penulis, 2024

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan interpretasi hasil, maka didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan *light shelf* mempengaruhi pencahayaan alami pada kantor. Penggunaan *light shelf* lebih baik dibandingkan dengan tidak menggunakan *light shelf* (variabel 1). Kemudian variabel 2, yakni penggunaan *light shelf middle* 200cm di ketinggian 270 cm dari lantai merupakan yang paling optimal dimana memberi distribusi pencahayaan yang lebih merata ke dalam ruangan tanpa perbedaan masukan cahaya secara drastis yang membuat silau.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Turan, A. Chegut, D. Fink, and C. Reinhart, "The value of daylight in office spaces," *Build. Environ.*, vol. 168, p. 106503, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.buildenv.2019.106503.
- [2] E. O. Assem and A. A. Al-Mumin, "Code compliance of fully glazed tall office buildings in hot climate," *Energy Build.*, vol. 42, no. 7, pp. 1100–1105, Jul. 2010, doi: 10.1016/j.enbuild.2010.02.001.
- [3] F. Hammad and B. Abu-Hijleh, "The energy savings potential of using dynamic external louvers in an office building," *Energy Build.*, vol. 42, no. 10, pp. 1888–1895, Oct. 2010, doi: 10.1016/j.enbuild.2010.05.024.
- [4] G. D. Ander, *Daylighting Performance and Design*. John Wiley and Sons, 2003.
- [5] Y. Al Horr, M. Arif, A. Kaushik, A. Mazroei, M. Katafygiotou, and E. Elsarrag, "Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature," *Build. Environ.*, vol. 105, pp. 369–389, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.buildenv.2016.06.001.
- [6] R. P. Leslie, "Capturing the daylight dividend in buildings: why and how?"
- [7] I. Khajehzadeh and B. Vale, "How New Zealanders distribute their daily time between home indoors, home outdoors and out of home," *Kōtuitui N. Z. J. Soc. Sci. Online*, vol. 12, no. 1, pp. 17–31, Jan. 2017, doi: 10.1080/1177083X.2016.1187636.
- [8] J. A. Leech, W. C. Nelson, R. T. Burnett, S. Aaron, and M. E. Raizenne, "It's about time: A comparison of Canadian and American time-activity patterns," *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.*, vol. 12, no. 6, pp. 427–432, Nov. 2002, doi: 10.1038/sj.jea.7500244.
- [9] S. Fairuz Syed Fadzil and S.-J. Sia, "Sunlight control and daylight distribution analysis: the KOMTAR case study," *Build. Environ.*, vol. 39, no. 6, pp. 713–717, Jun. 2004, doi: 10.1016/j.buildenv.2003.12.009.
- [10] R. A. Mangkuto, D. K. Dewi, A. A. Herwandani, M. D. Koerniawan, and Faridah, "Design optimisation of internal shading device in multiple scenarios: Case study in Bandung, Indonesia," *J. Build. Eng.*, vol. 24, p. 100745, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.job.2019.100745.
- [11] P. Xue, C. M. Mak, and H. D. Cheung, "New static lightshelf system design of clerestory windows for Hong Kong," *Build. Environ.*, vol. 72, pp. 368–376, Feb. 2014, doi: 10.1016/j.buildenv.2013.11.017.
- [12] R. A. Mangkuto, F. Feradi, R. E. Putra, R. T. Atmodipoero, and F. Favero, "Optimisation of daylight admission based on modifications of light shelf design parameters," *J. Build. Eng.*, vol. 18, pp. 195–209, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.job.2018.03.007.
- [13] D. C. Kurtay, "A New Method for Light Shelf Design According To Latitudes\_ CUN-OKAY Light Shelf Curves".