

EVALUASI ELEMEN DESAIN PASIF DALAM OPTIMALISASI PENCAHAYAAN ALAMI GEDUNG A INSTITUT TEKNOLOGI KALIMANTAN

Oleh

Megan Afkasiga Ririhena¹, Rifland Dwitama Putra², Owen Sebastian³, Muhammad Risky Dais⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Arsitektur, Institut Teknologi Kalimantan

E-mail: ¹megan.ririhena@lecturer.itk.ac.id

Article History:

Received: 04-06-2025

Revised: 25-06-2025

Accepted: 07-07-2025

Keywords:

Desain Pasif, Efisiensi Energi, Evaluasi

Abstract: Desain pasif merupakan pendekatan arsitektural yang berfokus pada pemanfaatan kondisi alam untuk meningkatkan kenyamanan ruang dan efisiensi energi tanpa bergantung pada sistem mekanikal. Penelitian ini mengevaluasi penerapan elemen desain pasif, khususnya skylight, jendela, dan sun shading, pada Gedung A Institut Teknologi Kalimantan. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk meningkatkan kenyamanan termal, pencahayaan alami, serta efisiensi energi, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap energi buatan. Melalui pendekatan kualitatif dengan metode observasi dan dokumentasi, ditemukan adanya ketidaksesuaian antara implementasi desain pasif di Gedung A dengan prinsip arsitektur berkelanjutan, terutama dalam hal orientasi bangunan dan pemilihan material. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyesuaian terhadap posisi, bentuk, dan material dari elemen-elemen desain pasif tersebut berpotensi meningkatkan efisiensi pencahayaan alami dan kenyamanan termal ruang secara signifikan. Temuan ini memberikan rekomendasi strategis yang dapat dijadikan acuan dalam perancangan bangunan kampus yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan di masa mendatang.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu masalah global yang mendesak, ditandai dengan kenaikan suhu rata-rata bumi, permukaan air laut yang lebih tinggi, dan peningkatan kejadian cuaca ekstrem seperti banjir, angin kencang, dan gelombang panas.¹ Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim serta meningkatnya konsumsi energi pada sektor bangunan, pendekatan desain pasif semakin menjadi perhatian utama dalam praktik arsitektur modern. Menurut Australian Government (2020), desain pasif merupakan

¹ Rinal Hardian, Donni Arief, and Murnia Suri, "Analysis Of Low Emission House Design Strategy For Climate Change Adaptation In Meuraxa District , Banda Aceh City," *Journal of Informatics and Computer Science* 8, no. 2 (2022).

pendekatan perancangan yang mengandalkan kondisi iklim lokal guna menciptakan kenyamanan termal di dalam bangunan.² Desain pasif merupakan metode perancangan yang memanfaatkan elemen arsitektural dan potensi lingkungan alami guna menciptakan kenyamanan termal dan visual tanpa ketergantungan besar pada sistem mekanikal. Strategi ini sering kali melibatkan pengaturan pencahayaan alami dan ventilasi, termasuk melalui penggunaan elemen pereduksi panas langsung seperti *louvre*, serta elemen pembawa cahaya seperti *skylight* dan bukaan jendela.

Sebagai sarana pendidikan, gedung kampus dituntut mampu memberikan kenyamanan yang optimal secara efisien dan berkelanjutan, dalam penelitian ini, study kasus yang diambil merupakan gedung A Institut Teknologi Kalimantan. Dalam implementasinya, beberapa permasalahan ditemukan pada elemen-elemen desain pasif tersebut. Jendela yang terdapat pada bangunan masih menerima paparan sinar matahari secara langsung dalam intensitas tinggi, sehingga menyebabkan suhu ruang menjadi cukup panas dan kurang nyaman bagi pengguna, khususnya pada siang hari. Selain itu, elemen *horizontal louvre* yang diterapkan memiliki jarak antar bilah yang terlalu rapat, sehingga tidak hanya menghambat masuknya pencahayaan alami dan aliran udara, tetapi juga membatasi pandangan keluar dari dalam ruang. Hal ini berpotensi menurunkan kualitas visual dan kenyamanan psikologis pengguna. Di sisi lain, area *skylight* yang berfungsi sebagai media pencahayaan alami dari atap juga perlu dikaji ulang, terutama untuk menilai kesesuaiannya dengan prinsip-prinsip desain pasif sebagaimana dijelaskan dalam berbagai literatur dan referensi ilmiah. Evaluasi terhadap konfigurasi dan penempatan ketiga elemen ini menjadi penting guna mengetahui sejauh mana efektivitasnya dalam mendukung efisiensi energi dan kenyamanan ruang pada bangunan kampus ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memaksimalkan penggunaan *Sun Shading*, Jendela dan *Skylight*. Melalui penerapan strategi ini, diharapkan dapat terjadi pengurangan konsumsi energi pada sistem pencahayaan dan penghawaan buatan, serta tercipta kondisi ruang yang lebih nyaman bagi pengguna dan lingkungan sekitarnya.

LANDASAN TEORI

Desain pasif merupakan pendekatan dalam perancangan bangunan yang bertujuan menjaga kenyamanan dengan memanfaatkan kondisi iklim dan sumber daya alam yang tersedia. Tiga aspek utama yang menjadi fokus dalam desain pasif meliputi kondisi iklim, kualitas lingkungan, serta arah datangnya angin.³ Pendekatan ini melibatkan berbagai strategi seperti penyesuaian terhadap orientasi tapak, penggunaan elemen bayangan, pemanfaatan ventilasi alami, serta penerangan alami.⁴

Penerangan alami dioptimalkan melalui penyebaran cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan melalui bukaan. Tujuan dari pencahayaan ini adalah menciptakan

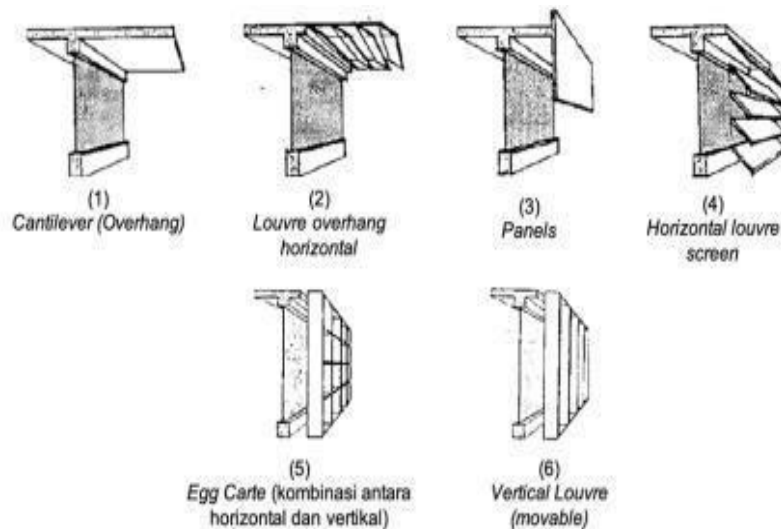
² Maria Immaculata Ririk Winandari, Viviana Khoerunnisa Baharessa, and Sri Tundono, "PENERAPAN STRATEGI DESAIN PASIF DI BANGUNAN PUSAT KREATIF," *Pawon: Jurnal Arsitektur* 7, no. 2 (2023): 173–188.

³ Masa Noguchi, *ZEMCH: Energy Mass Delivery of Zero Toward the Custom Homes*, ed. Masa Noguchi (Cham: Springer International Publishing, 2016).

⁴ Cynthia Permata Dewi, Joko Budi Utomo, and Ismi Choirotin, "Optimalisasi Kinerja Solar Shading Sebagai Usaha Menurunkan Solar Gain Pada Bangunan," *Review of Urbanism and Architectural Studies* 16, no. 2 (2018): 42–48, <https://www.researchgate.net/publication/348811790>.

kenyamanan visual sekaligus mengurangi kebutuhan akan pencahayaan buatan sebagai langkah efisiensi energi.⁵ Sementara itu, sistem penghawaan alami dapat bekerja secara efektif jika posisi inlet dan outlet udara diatur dengan tepat, sehingga memungkinkan terbentuknya ventilasi silang yang memberikan sirkulasi udara merata di dalam ruang.⁶ Pembahasan ini mencakup elemen skylight, jendela, dan perangkat pelindung matahari (*sun shading*).

Sun shading merupakan salah satu elemen desain pasif yang ditempatkan di bagian luar bangunan, berfungsi untuk mengurangi intensitas radiasi matahari berlebih sekaligus mengoptimalkan masuknya cahaya alami dengan berbagai jenis dan kebutuhannya (Gambar 1). Dengan demikian, penggunaan energi untuk pencahayaan buatan dan sistem pendingin ruangan dapat ditekan.⁷ Penerapan *sun shading* pada area jendela memiliki tujuan utama untuk menciptakan bayangan, sehingga interior bangunan terlindung dari paparan panas langsung matahari.⁸



Gambar 1. Tipe Sun Shading

Skylight merupakan adaptasi pada bagian atap bangunan yang berfungsi untuk menghadirkan pencahayaan alami ke dalam ruang, sekaligus memungkinkan distribusi sinar matahari yang merata ke seluruh area interior. Bentuk *skylight* seperti dome, piramida, dan datar (Gambar 2) merupakan jenis yang paling umum digunakan dalam berbagai jenis bangunan. Berdasarkan studi yang dilakukan,

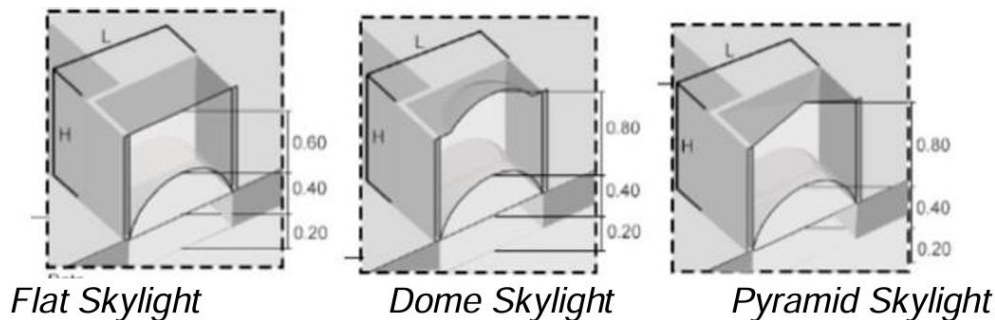
⁵ Tara Paramita Sari, "Kontribusi Skylight Terhadap Performa Pencahayaan Alami Greenhost Boutique Hotel Di Yogyakarta," *PROSIDING SEMINAR NASIONAL ENERGI EFFICIENT FOR SUSTAINABLE LIVING 2* (2017): 45–61.

⁶ Hana Faza Surya Rusyda, Erni Setyowati, and Gagoek Hardiman, "KONDISI TERMAL PADA PENGHAWAAN ALAMI DI RUANG TUNGGU UTAMA STASIUN SEMARANG TAWANG," *Jurnal Arsitektur ARCADE 2*, no. 3 (November 30, 2018): 144.

⁷ Fikri, "Pengaruh Penerapan Desain Shading Device Pada Itdc Office. UNDIP E-Journal Systems (UEJS), 171–180," *Imaji 9*, no. 1 (2021): 171–180.

⁸ Yunita Ardianti Sabtalistia and Sintia Dewi Wulanningrum, "APLIKASI SKYLIGHT DAN JENDELA UNTUK OPTIMALISASI PENCAHAYAAN ALAMI PADA RUMAH TINGGAL," *Pawon: Jurnal Arsitektur 5*, no. 1 (February 16, 2021): 63–72.

bentuk skylight memiliki pengaruh terhadap intensitas cahaya yang masuk.⁹ Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *skylight* berbentuk piramida cenderung menimbulkan tingkat silau yang lebih tinggi dibandingkan bentuk datar dan dome.



Gambar 2. Bentuk Skylight

Pemilihan material *skylight* yang sesuai sangat memengaruhi kualitas cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan serta berkontribusi pada efisiensi energi secara keseluruhan.¹⁰ Beberapa jenis glazing material yang umum digunakan pada bangunan publik dan komersial (Tabel 1) antara lain *polycarbonate*, kaca (*glass*), dan akrilik (*acrylic*).

Polycarbonate, kaca, dan akrilik memiliki definisi dan kekhasan khusus.¹¹ *Polycarbonate* merupakan plastik bening yang mudah dibentuk, sehingga memiliki tingkat transparansi dan fleksibilitas yang tinggi. Material ini mampu menghadirkan pencahayaan alami tanpa memberikan rasa panas yang berlebih karena kemampuannya dalam meredam dan menahan paparan sinar ultraviolet (UV). Sementara itu, kaca memiliki transparansi yang sangat baik dan cukup efektif dalam menahan sinar UV. Meski daya tahannya tergolong baik, kaca tidak bersifat fleksibel karena mudah pecah ketika terkena benturan mendadak. Namun, kaca memiliki isolasi termal yang baik serta mampu meredam kebisingan dengan sangat efektif. *Acrylic* juga menawarkan transparansi tinggi dan perlindungan cukup baik terhadap sinar UV. Material ini tahan lama, cukup kuat, dan mudah dibentuk melalui proses pemanasan. Selain itu, *acrylic* memiliki kemampuan isolasi termal yang baik serta meredam suara bising secara efektif.

⁹ Angelline Susanto and Dhiya Shadiqa, "PENGARUH DESAIN SKYLIGHT DAN LIGHTWELL TERHADAP PERFORMA PENCAHAYAAN ALAMI PADA KONDISI OVERCAST SKY," *Vitruvian Jurnal Arsitektur Bangunan dan Lingkungan* 11, no. 1 (2021): 43.

¹⁰ Diva Melina Panjaitan ; Mira D. Pangestu, "THE IMPACT OF DAYLIGHT APERTURES AND REFLECTIVE SURFACES ON THE EFFECTIVENESS OF NATURAL LIGHTING AT THE RUMAH KINDAH OFFICE IN JAKARTA," *Riset Arsitektur (RISA)* 2, no. 01 (June 4, 2018): 70–88.

¹¹ Karam M. Al-Obaidi, Mazran Ismail, and Abdul Malek Abdul Rahman, "A Review of Skylight Glazing Materials in Architectural Designs for a Better Indoor Environment," *Modern Applied Science* 8, no. 1 (December 29, 2014): 68–82.

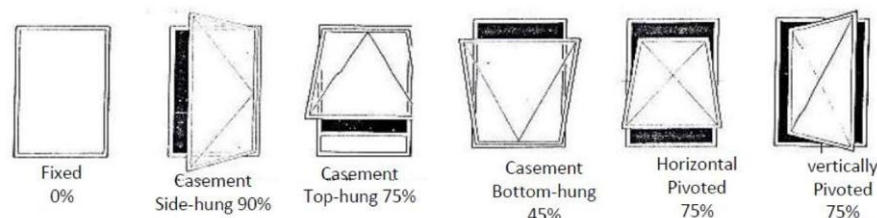
Tabel 1. Komparas Material Glazing Skylight

No	Sifat Material	Polycarbonat	Glass	Acrylic
1.	Transparansi	Baik sekali	Baik sekali	Baik sekali
2.	UV Resistance	Baik	Cukup baik	Cukup baik
3.	Kekuatan	Baik sekali	Cukup baik	Baik
4.	Isolasi termal	Baik sekali	Baik	Baik
5.	Isolasi akustik	Baik	Baik sekali	Baik
6.	Fleksibel	Baik sekali	Tidak	Cukup baik

Sumber: Al-Obaidi et al., 2014

Jendela berfungsi sebagai bukaan yang memungkinkan masuknya cahaya matahari serta udara segar ke dalam ruangan. Selain itu, jendela juga memberikan akses visual ke area luar bangunan dan menjadi elemen penghubung visual antar ruang yang berdekatan. Untuk menunjang kenyamanan termal, penempatan jendela perlu mempertimbangkan arah aliran angin agar udara dapat mengalir langsung ke tubuh pengguna di dalam ruangan, membantu proses pendinginan. Selain itu, udara panas dalam ruangan yang naik ke langit-langit dapat ikut terbawa keluar oleh aliran angin, sehingga suhu dalam bangunan tetap terjaga.¹²

Menurut Pranata (2018) mengacu pada Backet (1974), terdapat berbagai jenis (Gambar 3) bukaan jendela yang memiliki kemampuan berbeda dalam mengalirkan udara ke dalam bangunan. Jendela mati (*fixed*) tidak memungkinkan udara masuk sama sekali. Jendela *casement side-hung* (berengsel samping) dapat mengalirkan udara hingga 90%. *Casement top-hung* (berengsel atas) memungkinkan aliran udara sebesar 75%, sedangkan *casement bottom-hung* (berengsel bawah) hanya sekitar 45%. Jendela pivot horizontal serta pivot ganda (horizontal dan vertikal) keduanya mampu memasukkan udara sebanyak 75%.¹³



Gambar 3. Tipe Bukaan Jendela

Pemilihan material kaca untuk jendela memegang peranan penting dalam upaya efisiensi energi bangunan. Hal ini dikarenakan semakin rendah kemampuan dinding fasad dalam mengurangi beban panas akibat pantulan sinar matahari, maka semakin besar pula kebutuhan pendinginan, yang berujung pada meningkatnya konsumsi Listrik.¹⁴ Sementara itu, beberapa material kusen yang

¹² Vidya Virya Kartika and Dhanoe Iswanto, "Pengaruh Bukaan Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Kelas Di Kampus Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Tembalang," *IMAJI* 9, no. 4 (2020): 421–430, <https://www.slideshare.net/RahmaRainbow/pengh>.

¹³ Tafif Pranata, "Rekayasa Ventilasi Alami Pada Gedung Islamic Center Pamekasan," *Repository Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya* (2018).

¹⁴ Muhammad Fadly Saleh and Fifi Elfira Sirajuddin, "Analisis Penggunaan Material Kaca Pada Dinding Luar Bangunan Tinggi Untuk Meminimalisir Penggunaan Energi Pada Bangunan," *Celebes Engineering Journal* 1, no. 1

dianggap ramah lingkungan antara lain adalah kayu, aluminium, dan uPVC (Tabel 2).

Kayu memerlukan perawatan ekstra karena rentan terhadap serangan rayap yang dapat membuatnya mudah rapuh. Selain itu, kayu juga sensitif terhadap kelembapan dan perubahan cuaca ekstrem dan mudah memuai saat terkena hujan dan menyusut saat terpapar panas secara terus-menerus. Kayu bersifat sebagai isolator, sehingga tidak menghantarkan panas, namun juga tidak memiliki kemampuan peredam suara. Aluminium, di sisi lain, cukup tahan terhadap cuaca dan tidak mengalami deformasi akibat penyusutan. Meski demikian, material ini mampu menghantarkan panas dan tidak kedap suara.¹⁵

Tabel 2. Komparasi Material Kusen Jendela

No	Material Kusen	Perawatan	Ketahanan Cuaca	Reduksi Suara	Penghantar Panas
1	Kayu	Perawatan intensif	Tidak tahan cuaca	Tidak kedap suara	Tidak menghantar panas
2	Aluminium	Tidak perlu perawatan	Tidak tahan cuaca	Tidak kedap suara	menghantar panas
3	uPVC	Tidak perlu perawatan	Tahan cuaca	Dapat mengurangi suara hingga 40 dB	Tidak menghantar panas

Sumber: Tedja et al., 2015

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode pendekatan kualitatif untuk mengevaluasi penerapan desain pasif pada Gedung A Institut Teknologi Kalimantan (ITK). Metode ini melibatkan serangkaian tahapan sistematis, meliputi pengumpulan, pengolahan, penyajian, dan analisis data.

Studi ini berfokus pada tiga elemen desain pasif utama: *skylight*, jendela, dan *sun shading*, yang dinilai efektif untuk bangunan kampus di iklim mikro serupa Balikpapan. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi dimensi, kemiringan, arah orientasi, dan jarak antar *louvres* pada Gedung A ITK untuk menilai kesesuaiannya dengan standar SNI terkait pencahayaan.
2. Menganalisis material kusen dan perbandingan luasan jendela dengan luasan lantai Gedung A ITK guna mengevaluasi kesesuaiannya dengan kriteria pencahayaan alami ruang.
3. Mengidentifikasi material dan bentuk *skylight* pada Gedung A ITK untuk menganalisis kesesuaiannya dengan prinsip kriteria pencahayaan alami.

Penelitian dilaksanakan di Gedung A Kampus Institut Teknologi Kalimantan, yang berlokasi di Jl. Soekarno-Hatta No. 15 Km, Karang Joang, Balikpapan, Kalimantan Timur. Pengumpulan data lapangan, berupa observasi dan dokumentasi, dilakukan

(2019): 15–22,

¹⁵ Michael Tedja, Irfan Balindo Sidaurok, and Ricky Rahmadyansah, “Perbandingan Pekerjaan Kusen Dan Pintu Bahan Kayu Dengan Bahan Aluminium,” *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications* 6, no. 2 (June 1, 2015): 301.

selama satu hari pada 25 Maret 2025.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini bersifat kualitatif dengan pendekatan studi lapangan, yang berfokus pada pemahaman mendalam terkait penerapan prinsip desain pasif. Dua metode utama yang digunakan adalah observasi langsung dan dokumentasi.

1. Observasi: Dilakukan secara sistematis terhadap elemen arsitektural seperti *louvres*, perangkat *shading*, dan sistem bukaan jendela. Observasi ini bertujuan mengidentifikasi cara elemen-elemen tersebut mengatur pencahayaan alami, ventilasi silang, dan mitigasi panas matahari, dengan fokus pada orientasi bangunan, bentuk, dan material elemen desain pasif serta dampaknya terhadap efisiensi energi dan pencahayaan dalam ruang.
2. Dokumentasi: Mengumpulkan informasi dari berbagai sumber tertulis dan visual, seperti gambar teknis bangunan, foto lapangan, dan arsip dokumen terkait desain dan konstruksi Gedung A ITK, untuk mendukung hasil observasi dan wawancara.

Setelah data terkumpul, analisis dilakukan dengan metode komparasi, merujuk pada jurnal dan penelitian relevan. Proses ini menghasilkan berbagai alternatif posisi, bentuk, dan material untuk *skylight*, jendela, dan *sun shading* yang berpotensi meningkatkan pencahayaan alami dan memenuhi standar arsitektur berkelanjutan. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk merumuskan kesimpulan mengenai penerapan optimal elemen-elemen desain pasif pada perancangan Gedung A ITK sebagai bagian dari strategi desain pasif berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat beberapa kondisi existing *Sun Shading Louvres* di beberapa tempat di Gedung A yang dimana *Sun shading Louvres* tersebut akan mempengaruhi seberapa besar intensitas cahaya yang masuk pada bangunan.



Gambar 4. Kondisi Existing Sun Shading Louvres Area Tunggu Lantai 1 Gedung (A) ITK

Pada lorong LT 1 Timur (Gambar 4) terlihat bahwa pencahayaan alami tidak tersebar

secara merata. sedangkan area tunggu yang menuju keluar memiliki pencahayaan alami yang cukup .ini dapat menciptakan efek pencahayaan yang tidak nyaman, terutama bagi pengguna yang bergerak di antara zona terang dan gelap.



Gambar 5. Kondisi Existing Sun Shading Louvres Area Tunggu Lantai 2 Gedung (A) ITK

Pada lorong LT 2 Timur (Gambar 5), area lorong dan area tunggu terlihat bahwa pencahayaan alami tidak masuk secara maksimal dikarenakan rapat nya penggunaan louvres di area tersebut. Ini membuat kesan area yang sedikit kurang nyaman khususnya pada area publik

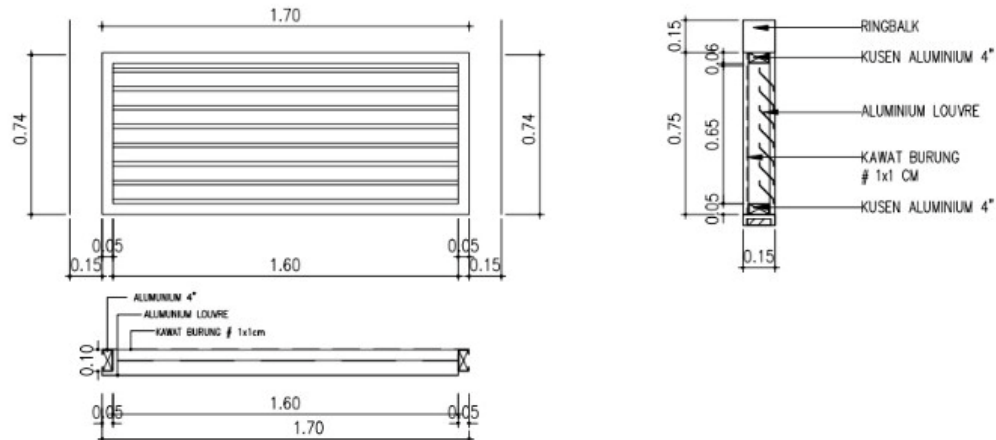


Gambar 6. Kondisi Existing Sun Shading Louvres Area Tunggu Lantai 3 Gedung (A) ITK

Pada lantai 3 (Gambar 6), dikarenakan berada pada lantai teratas maka sinar matahari akan lebih banyak masuk pada lantai 3. Kontras cahaya yang masuk relatif lebih terang dibandingkan lantai bawah. Ini membuat area tersebut relatif lebih nyaman dengan penggunaan kondisi existing Sun shading Louvres, namun sangat disayangkan penggunaan view pada lantai jadi terganggu dikarenakan rapat nya Sun Shading Louvres pada area tersebut.

Distribusi pencahayaan alami pada koridor dan area tunggu di sisi timur gedung menunjukkan ketidakseimbangan yang memengaruhi kenyamanan visual pengguna. Dan

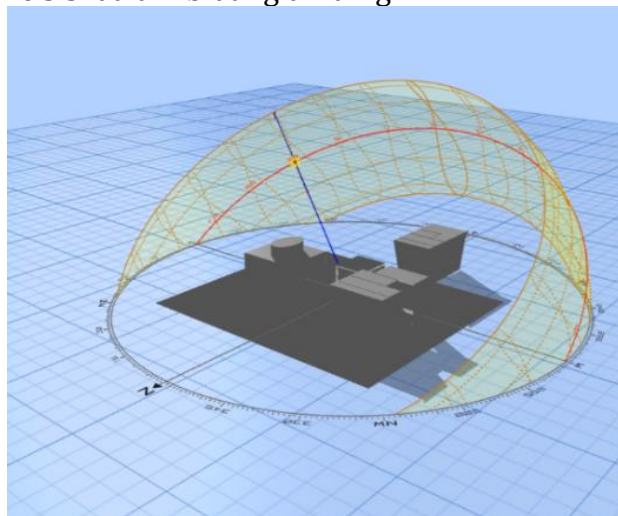
sinar matahari dengan kontras tinggi, yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan visual. Penyesuaian desain louvres diperlukan agar tercapai pencahayaan alami yang merata dan nyaman di seluruh lantai.



Gambar 7. Detail Sun Shading Louvres

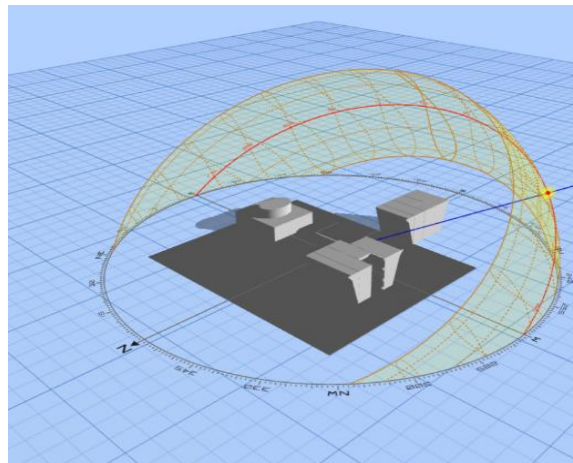
Sun shading louvres pada gedung A memiliki dimensi keseluruhan lebar 1,70 meter dan tinggi 0,74 meter, dengan dimensi efektif bukaan cahaya dan udara (clear opening) sebesar 1,60 meter pada lebar dan 0,65 meter pada tinggi, yang dibingkai oleh kusen aluminium berukuran 4 inci (± 10 cm) di seluruh sisi perimeter (Gambar 7). Ketebalan sistem total ditunjukkan sebesar 10 cm, dengan posisi sun shading yang tertanam pada bidang dinding antara struktur ringbalk di atas dan kusen di bawahnya.

Bilah-bilah louvre disusun secara horizontal di dalam rangka aluminium yang berjarak masing masing 10 cm berfungsi sebagai peneduh terhadap sinar matahari. Elemen Sun shading Louvres ini dilengkapi kawat burung berukuran 1x1 cm yang dipasang secara menyeluruh di sisi belakang bilah, berfungsi sebagai pelindung terhadap masuknya binatang kecil tanpa menghalangi ventilasi atau pencahayaan alami. Penempatan louvre berada di tengah ketebalan bukaan offset 0,05 meter dari sisi luar dan dalam), sedangkan kawat burung dipasang lebih ke sisi dalam bidang dinding.



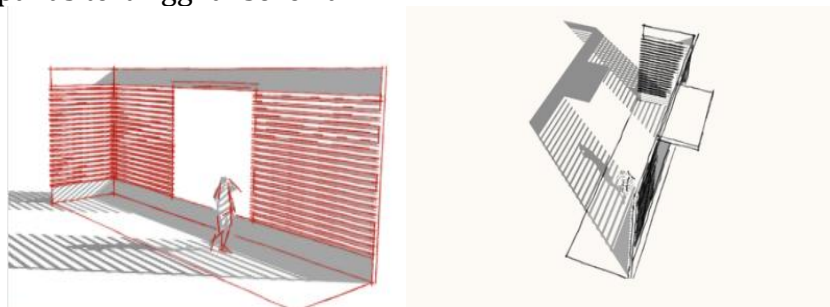
Gambar 8. Sun Path Analysis 10.00 WITA

Hasil simulasi jalur matahari (*sun path analysis*) pada kawasan Gedung A Institut Teknologi Kalimantan, yang ditandai dengan warna merah dalam visualisasi. pada tanggal 20 Maret 2025 pukul 10:00 WITA (Gambar 8). Fokus utama analisis ini tertuju pada Gedung A Institut Teknologi Kalimantan, yang ditandai dengan warna merah dalam visualisasi. Berdasarkan data simulasi, posisi matahari saat itu berada pada azimuth 88.45° dan altitude 54.92° , yang berarti sinar matahari datang dari arah timur-tenggara dengan sudut elevasi yang cukup tinggi. Hal ini menyebabkan sisi timur dan sebagian sisi tenggara Gedung A Gedung A mendapatkan paparan sinar matahari langsung secara intens pada waktu tersebut. Pergerakan bayangan bangunan menunjukkan bahwa Gedung A tidak sepenuhnya terlindungi oleh bayangan bangunan di sekitarnya, Namun terdapat beberapa area yang terhalang oleh bangunan Gedung A ITK membuat beberapa area di Gedung A ITK cenderung sedikit gelap.



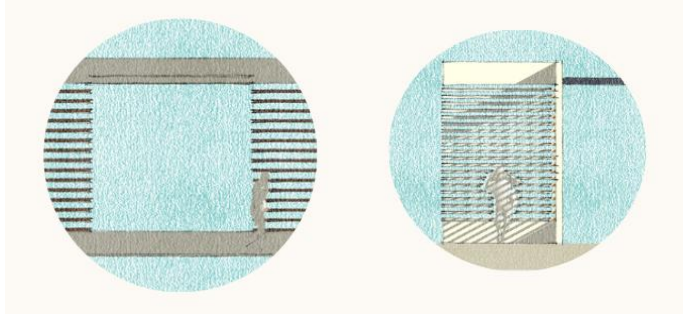
Gambar 9. Sun Path Analysis 15.00 WITA

Simulasi *sun path analysis* pada tanggal 20 Maret 2025 pukul 15:00 WITA dengan latar kota yang dimodelkan secara tiga dimensi (Gambar 9). Fokus utama visualisasi ini adalah Gedung A Institut Teknologi Kalimantan, yang ditandai dengan warna merah terang di tengah kumpulan massa bangunan lainnya. Berdasarkan informasi solar yang ditampilkan di sisi kanan gambar, posisi matahari saat ini berada pada azimuth -88.70° dan elevasi (altitude) 50.08° , matahari telah mulai bergerak ke arah barat dan sedikit menurun dari titik tertingginya. Hal ini menghasilkan bayangan yang lebih memanjang ke arah timur laut, seperti yang tampak dari orientasi bayangan Gedung A dan bangunan sekitarnya. Pada jam ini, fasad barat Gedung A menerima radiasi matahari paling intens, menjadikannya area dengan potensi panas tertinggi di sore hari



Gambar 10. Rekomendasi Desain Sun Shading Louvres

Pada area lorong serta area tunggu yang memiliki relatif pencahayaan gelap. Penggunaan Sun Shading Louvres di kedua sisi bukaan untuk mengontrol intensitas cahaya matahari yang masuk. Terdapat bukaan tengah yang lebar yang memungkinkan pencahayaan alami maksimal panas. Penggunaan Overhang pada bukaan atap tengah untuk menempa beberapa panas matahari namun tetap memaksimalkan pencahayaan. Hal ini cenderung membuat pengguna merasakan tidak panas meski terdapat bukaan ditengah.



Gambar 11. Rekomendasi Desain Sun Shading Louvres

Derajat kemiringan *Louvres* horizontal di atas bukaan (*Overhang*) (Gambar 10 dan Gambar 11). Efektif untuk mengurangi radiasi matahari langsung tanpa menghalangi cahaya difus. Serta Membuat jarak antar *Louvres* menjadi 15 cm untuk memasukan cahaya matahari ke dalam dan membuat area menjadi tidak gelap. Penggunaan *overhang* sepanjang 1m untuk mereduksi sinar matahari dengan menggunakan material beton *precast* untuk menyerap panas dan melepaskan panas lebih lambat.

Penerapan skylight dalam desain Gedung A Institut Teknologi Kalimantan (ITK) (Gambar 12) merupakan salah satu strategi desain pasif yang bertujuan untuk mengoptimalkan pencahayaan alami pada area interior bangunan, khususnya pada bagian void. Skylight ditempatkan pada bagian atap datar bangunan yang secara langsung mengarah ke area void di tengah bangunan, sehingga mampu memaksimalkan masuknya cahaya matahari ke dalam ruangan tanpa perlu ketergantungan berlebih terhadap pencahayaan buatan pada siang hari.



Gambar 12. Skylight Gedung A ITK

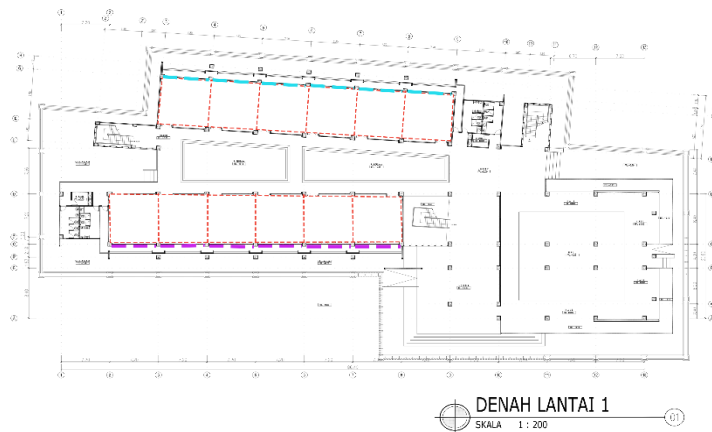
Bentuk skylight yang digunakan adalah flat skylight, karena menyesuaikan dengan bentuk atap bangunan yang datar. Bentuk ini bukan hanya karena faktor kesesuaian bentuk arsitektural, namun mampu memberikan distribusi cahaya yang lebih merata dibandingkan dengan bentuk dome maupun pyramid. Meratanya pencahayaan ini menjadi sangat penting dalam bangunan pendidikan seperti Gedung A ITK, agar suasana ruang belajar dan aktivitas

lainnya tetap terang secara alami dan efisien.

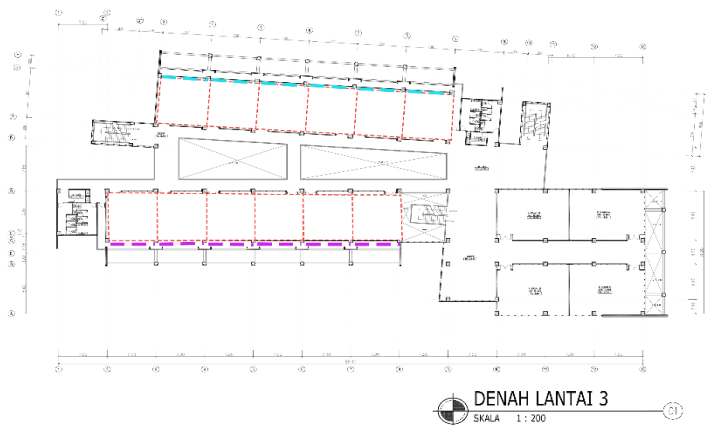
Material yang digunakan untuk skylight adalah *polycarbonate*, yang dipilih karena memiliki sejumlah keunggulan berdasarkan perbandingan material *glazing skylight*. Jika dibandingkan dengan material lain seperti *glass* (kaca) dan *acrylic*, *polycarbonate* memiliki performa unggul di berbagai aspek. Dari segi transparansi, *polycarbonate* termasuk dalam kategori "baik sekali", setara dengan kaca dan akrilik. Namun, yang membedakan adalah pada sisi kekuatan dan fleksibilitas, di mana *polycarbonate* jauh lebih kuat dan fleksibel dibandingkan kaca yang tidak fleksibel dan hanya memiliki kekuatan cukup baik. Fleksibilitas ini memungkinkan proses instalasi menjadi lebih mudah dan aman, terutama di area atap yang cenderung rawan terhadap tekanan dan perubahan cuaca ekstrem.

Setelah dilakukan perbandingan antara karakteristik material *skylight* yang digunakan pada Gedung A ITK dengan data pada tinjauan literatur sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *flat skylight* dengan material *polycarbonate* merupakan keputusan yang tepat dalam mendukung strategi desain pasif bangunan. Secara spesifik, Gedung A ITK memanfaatkan *flat skylight* yang ditempatkan pada bagian atap datar untuk mengoptimalkan pencahayaan alami ke area void di bagian dalam bangunan. *Polycarbonate* memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan material lain seperti kaca (*glass*) dan akrilik (*acrylic*), antara lain transparansi yang sangat baik, ketahanan tinggi terhadap benturan dan sinar UV, serta fleksibilitas dan isolasi termal yang unggul. Berbeda dengan kaca yang meskipun memiliki transparansi tinggi namun kurang fleksibel dan rentan pecah, atau *acrylic* yang memiliki isolasi baik tetapi tidak sekuat *polycarbonate*. Oleh karena itu, pemilihan material *polycarbonate* pada Gedung A tidak hanya sesuai dengan bentuk atap datar, namun juga secara performa material menunjukkan nilai paling optimal dari segi efisiensi pencahayaan, ketahanan, dan kenyamanan termal-akustik. Dengan demikian, penerapan *flat skylight polycarbonate* ini selaras dengan prinsip desain pasif yang bertujuan mengurangi beban energi dan meningkatkan kualitas ruang secara menyeluruh.

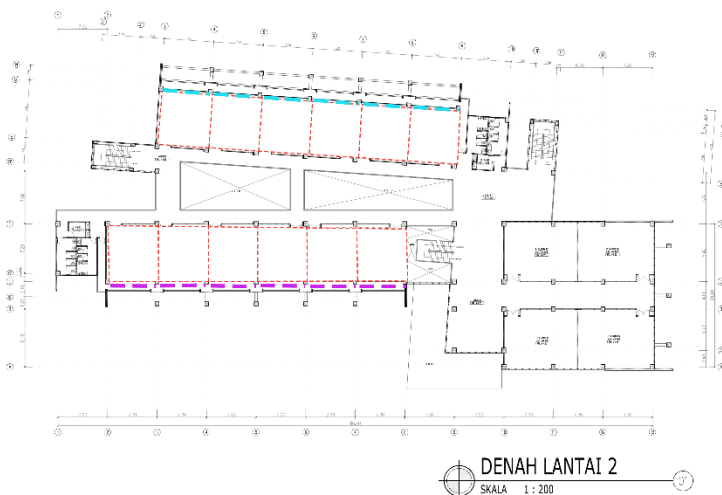
Pencahayaan merupakan elemen penting dalam menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman, serta memiliki kaitan erat dengan tingkat produktivitas manusia. Pencahayaan yang memadai memungkinkan individu untuk mengamati objek dengan jelas dan optimal. Pencahayaan alami dapat didapatkan melalui bukaan salah satunya merupakan jendela sebagai prinsip pasif desain suatu bangunan. Kondisi eksisting dibawah ini (Gambar 13- Gambar 15) merupakan denah dengan fokus ruangan yang telah di plot berwarna merah dan jendela menggunakan warna biru muda di area utara dan ungu di area selatan.



Gambar 13. Jendela Ruang Lantai 1 Gedung A ITK

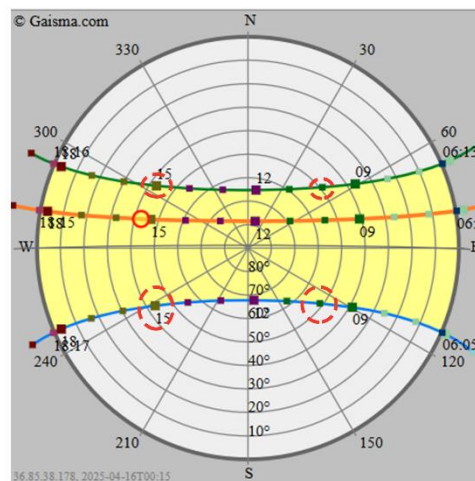


Gambar 14. Jendela Ruang Lantai 2 Gedung A ITK



Gambar 15. Jendela Ruang Lantai 3 Gedung A ITK

Ditinjau dari kondisi eksisting denah, garis warna merah merupakan garis grid ukuran ruangan yang memiliki masing-masing luasan sebesar 60,48 m persegi, dengan panjang dan lebar nya yaitu 8,4 x 7,2m. Untuk garis berwarna biru merupakan garis jendela di sisi selatan dan untuk garis berwarna ungu merupakan garis jendela di sisi utara. Dengan begitu, area orientasi bukaan jendela akan terfokuskan pada area utara dan selatan. Hal ini termasuk dalam strategi yang cukup baik karena menghindari posisi matahari siang dan sore pada area timur dan barat. Untuk membuktikan posisi jendela ini sudah benar, perhitungan menggunakan website gaisma (Gambar 16) untuk melakukan simulasi pergerakan dan sudut matahari di jam 10 pagi dan 3 sore.



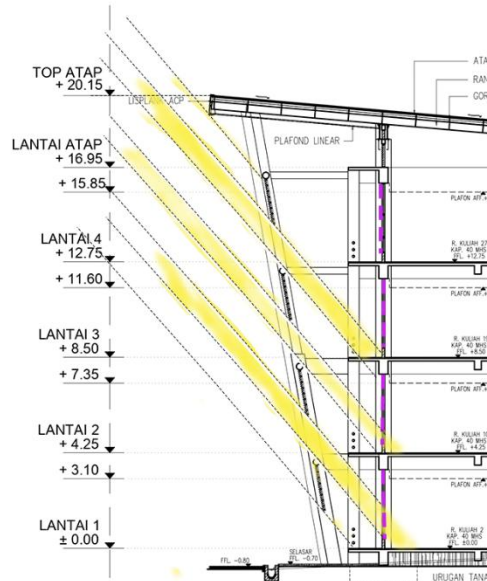
Gambar 16. Sun Path Diagram Balikpapan

Dari hasil simulasi menggunakan gaisma, didapatkan bahwa terdapat dua jalur matahari yang berbeda signifikan yaitu garis yang berwarna hijau merepresentasikan bulan juni dan biru yang mempresentasikan bulan desember. Dalam hal ini terlihat bahwa bangunan tepat diapit oleh dua garis ini sehingga ditinjau dari peletakan jendela yang mengarah langsung didaerah tersebut cukup kurang maksimal karena berhadapan langsung dengan arah matahari. Dari simulasi yang dilakukan didapatkan data kemiringan sudut matahari, yaitu :

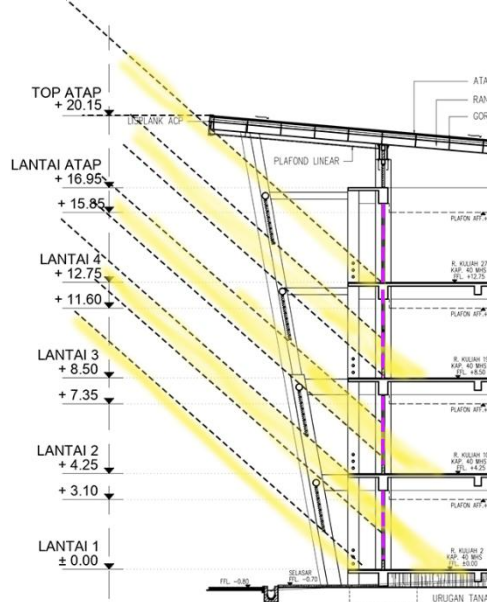
1. Pada bulan juni jam 10 pagi = 50 derajat.
2. Pada bulan juni jam 3 sore = 42 derajat.
3. Pada bulan desember jam 10 pagi = 51 derajat.
4. Pada bulan desember jam 3 sore = 42 derajat.

Perubahan yang terjadi antara bulan Juni dan Desember tidak terlalu jauh namun berdampak bagi pencahayaan berlebihan yang masuk ke bangunan. Untuk menentukan apakah hal ini sangat berpengaruh bagi kenyamanan pencahayaan bagi pengguna ruangan, perlu dibuktikan melalui perbandingan luasan jendela dengan luasan lantai ruangan. Untuk setiap ruangan, masing masing grid ruangan memiliki ukuran jendela grid dengan panjang dan lebar sebesar 7,2x3,10 dengan luasan mencapai 22,32 m persegi. Pada umumnya, perbandingan luasan jendela dan lantai yang benar merupakan 1:6 hingga 1:3. Namun, jika membandingkan luasan jendela dan lantai Gedung A, didapatkan perbandingan sebesar 22,32:60,48 m persegi atau jika disederhanakan menjadi 1:2,7. Hal ini justru membuat perbandingan yang tidak seimbang dimana komposisi dari luasan jendela terlalu

mendominasi ruangan, sehingga keperluan pncahayaana pada suatu ruangan berubah menjadi ketidaknyamanan thermal yang dapat memberikan panas berlebih.



Gambar 17. Simulasi Potongan Pencahayaan (10.00 WITA; sudut 50 derajat)



Gambar 18. Simulasi Potongan Pencahayaan (15.00 WITA; sudut 42 derajat)

Berdasarkan hasil simulasi (Gambar 17 dan Gambar 18), didapatkan bahwa penggunaan jendela yang terlalu tinggi hanya membuat penggunaannya tidak efisien dan tidak terlalu berguna untuk pencahayaan dikarenakan posisi jatuhnya sinar matahari berada di ketinggian sekitar 1,5 m hingga menyentuh ketinggian lantai. Simulasi menunjukkan area jendela bagian atas sama sekali tidak berpengaruh atau berfungsi sebagai masuknya pencahayaan alami.

Hasil analisis menunjukkan bahwa jendela pada Gedung A Institut Teknologi Kalimantan memiliki rasio luas bukaan terhadap luas lantai sebesar 1:2,7. Rasio ini

melebihi kisaran efisien yang direkomendasikan dalam desain pasif, yaitu antara 1:6 hingga 1:3, yang bertujuan untuk mengoptimalkan pencahayaan alami tanpa menyebabkan peningkatan beban termal yang signifikan. Luas bukaan yang terlalu besar dapat menyebabkan masuknya radiasi matahari berlebih, meningkatkan suhu dalam ruangan, dan mengurangi kenyamanan termal bagi pengguna. Sebagai rekomendasi, sebaiknya jendela dibuat dengan ukuran sesuai dengan perbandingan luas jendela : luas lantai yaitu 1:3. Maka, ukuran jendela yang maksimal yang dapat dibangun agar lebih efisien, yaitu menggunakan ukuran jendela dengan bentang 7,2 x 2,8 m dengan luas 20,16 m persegi.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji signifikansi penerapan prinsip desain pasif pada Gedung A Institut Teknologi Kalimantan (ITK) sebagai strategi esensial dalam mencapai efisiensi energi dan kenyamanan visual. Desain pasif memanfaatkan potensi cahaya matahari alami, mengurangi ketergantungan pada sistem mekanis. Studi ini secara spesifik berfokus pada evaluasi tiga elemen utama: *sun shading (louvres)*, *skylight*, dan jendela yang berperan krusial dalam regulasi pencahayaan dan suhu internal bangunan.

Observasi lapangan menunjukkan bahwa *louvres* terpasang dengan jarak antar bilah yang terlalu rapat, menghambat penetrasi cahaya alami. Kondisi ini mengakibatkan distribusi pencahayaan yang tidak merata, terutama di area seperti koridor dan ruang tunggu, menciptakan kontras terang-gelap yang mengganggu kenyamanan visual pengguna. Untuk mitigasi masalah ini, penelitian merekomendasikan penyesuaian sudut kemiringan bilah, pelebaran jarak antar *louvres*, dan penambahan *overhang* sepanjang satu meter. Modifikasi ini diharapkan dapat mendistribusikan cahaya alami secara lebih merata dan mengurangi beban panas matahari yang berlebihan.

Terkait elemen *skylight*, Gedung A ITK mengimplementasikan *flat skylight* yang ditempatkan pada atap datar, tepat di atas ruang void sentral. Penggunaan material polikarbonat dinilai optimal karena fleksibilitasnya, ketahanan terhadap sinar UV, dan kemampuan isolasi termal yang baik. Konfigurasi ini tidak hanya memaksimalkan pencahayaan alami di siang hari, tetapi juga secara signifikan mereduksi ketergantungan pada pencahayaan buatan, selaras dengan tujuan efisiensi energi desain pasif.

Adapun penempatan jendela pada sisi utara dan selatan merupakan strategi yang tepat; namun, rasio luas jendela terhadap luas lantai yang melebihi standar ideal berpotensi meningkatkan beban panas matahari. Selain itu, penggunaan kusen aluminium memperburuk transmisi panas. Oleh karena itu, penelitian merekomendasikan pengurangan dimensi jendela dan substitusi material kusen dengan performa isolasi termal yang lebih unggul, seperti uPVC. Implementasi rekomendasi ini diharapkan dapat meningkatkan performa bangunan secara komprehensif dalam mendukung prinsip desain pasif dan keberlanjutan.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Penelitian ini dapat terwujud berkat dukungan dan kontribusi berbagai pihak yang tak ternilai. Tim penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Institut Teknologi Kalimantan (ITK) yang telah memfasilitasi penelitian ini. Apresiasi juga tim

penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyediaan data primer dan sekunder, yang memungkinkan terlaksananya observasi lapangan dan analisis komparatif secara mendalam. Tim penulis berharap rekomendasi yang dihasilkan dari studi ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi perancangan bangunan kampus yang lebih efisien energi, nyaman secara visual, dan berkelanjutan di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al-Obaidi, Karam M., Mazran Ismail, and Abdul Malek Abdul Rahman. "A Review of Skylight Glazing Materials in Architectural Designs for a Better Indoor Environment." *Modern Applied Science* 8, no. 1 (December 29, 2014): 68–82.
- [2] Ardianti Sabtalistia, Yunita, and Sintia Dewi Wulanningrum. "APLIKASI SKYLIGHT DAN JENDELA UNTUK OPTIMALISASI PENCAHAYAAN ALAMI PADA RUMAH TINGGAL." *Pawon: Jurnal Arsitektur* 5, no. 1 (February 16, 2021): 63–72.
- [3] Dewi, Cynthia Permata, Joko Budi Utomo, and Ismi Choirotin. "Optimalisasi Kinerja Solar Shading Sebagai Usaha Menurunkan Solar Gain Pada Bangunan." *Review of Urbanism and Architectural Studies* 16, no. 2 (2018): 42–48. <https://www.researchgate.net/publication/348811790>.
- [4] Fikri. "Pengaruh Penerapan Desain Shading Device Pada Itdc Office. UNDIP E-Journal Systems (UEJS), 171–180." *Imaji* 9, no. 1 (2021): 171–180.
- [5] Hardian, Rinal, Donni Arief, and Murnia Suri. "Analysis Of Low Emission House Design Strategy For Climate Change Adaptation In Meuraxa District , Banda Aceh City." *Journal of Informatics and Computer Science* 8, no. 2 (2022).
- [6] Kartika, Vidya Virya, and Dhanoe Iswanto. "Pengaruh Buka-an Terhadap Kenyamanan Termal Pada Ruang Kelas Di Kampus Teknik Arsitektur Universitas Diponegoro Tembalang." *IMAJI* 9, no. 4 (2020): 421–430. <https://www.slideshare.net/RahmaRainbow/pengh>.
- [7] Noguchi, Masa. *ZEMCH: Energy Mass Delivery of Zero Toward the Custom Homes*. Edited by Masa Noguchi. Cham: Springer International Publishing, 2016.
- [8] Panjaitan ; Mira D. Pangestu, Diva Melina. "THE IMPACT OF DAYLIGHT APERTURES AND REFLECTIVE SURFACES ON THE EFFECTIVENESS OF NATURAL LIGHTING AT THE RUMAH KINDAH OFFICE IN JAKARTA." *Riset Arsitektur (RISA)* 2, no. 01 (June 4, 2018): 70–88.
- [9] Paramita Sari, Tara. "Kontribusi Skylight Terhadap Performa Pencahayaan Alami Greenhost Boutique Hotel Di Yogyakarta." *PROSIDING SEMINAR NASIONAL ENERGI EFFICIENT FOR SUSTAINABLE LIVING 2* (2017): 45–61.
- [10] Pranata, Tafif. "Rekayasa Ventilasi Alami Pada Gedung Islamic Center Pamekasan." *Repository Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya* (2018).
- [11] Rusyda, Hana Faza Surya, Erni Setyowati, and Gagoek Hardiman. "KONDISI TERMAL PADA PENGHAWAAN ALAMI DI RUANG TUNGGU UTAMA STASIUN SEMARANG TAWANG." *Jurnal Arsitektur ARCADE* 2, no. 3 (November 30, 2018): 144.
- [12] Saleh, Muhammad Fadly, and Fifi Elfira Sirajuddin. "Analisis Penggunaan Material Kaca Pada Dinding Luar Bangunan Tinggi Untuk Meminimalisir Penggunaan Energi Pada Bangunan." *Celebes Engineering Journal* 1, no. 1 (2019): 15–22.
- [13] Susanto, Angelline, and Dhiya Shadiqa. "PENGARUH DESAIN SKYLIGHT DAN

LIGHTWELL TERHADAP PERFORMA PENCAHAYAAN ALAMI PADA KONDISI OVERCAST SKY." *Vitruvian Jurnal Arsitektur Bangunan dan Lingkungan* 11, no. 1 (2021): 43.

- [14] Tedja, Michael, Irfan Balindo Sidauruk, and Ricky Rahmadyansah. "Perbandingan Pekerjaan Kusen Dan Pintu Bahan Kayu Dengan Bahan Alumunium." *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications* 6, no. 2 (June 1, 2015): 301.
- [15] Winandari, Maria Immaculata Ririk, Viviana Khoerunnisa Baharessa, and Sri Tundono. "PENERAPAN STRATEGI DESAIN PASIF DI BANGUNAN PUSAT KREATIF." *Pawon: Jurnal Arsitektur* 7, no. 2 (2023): 173–188.