

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1.Efisiensi Energi

Pada bangunan, efisiensi energi merupakan isu yang menjadi fokus utama dikarenakan bangunan menyumbang 37% emisi karbon dan 40% penggunaan energi (UNEP, 2024) (Arun & Gopan, 2025). Pada pemaksimalannya, efisiensi energi berpengaruh terhadap pengurangan emisi karbon disamping pemanfaatannya untuk mengurangi penggunaan energi dalam bangunan (Hendrawati & Arientaka, 2023) (Atamewan, 2022). Sehingga dalam optimalisasinya, efisiensi energi dapat tercapai melalui pemaksimalan pencahayaan alami, penghawaan, dan operasional bangunan dengan memanfaatkan sumber daya pasif seperti cahaya alami dan ventilasi alami (Syahrullah et al., 2024). Seperti pada studi Atamewan, penggunaan pencahayaan alami diketahui dapat menurunkan penggunaan konsumsi energi dan meningkatkan efisiensi energi sebesar 30% pada pencahayaan buatan, serta memberikan kenyamanan visual bagi penghuninya (Atamewan, 2022).

Melalui substitusinya, penerapan efisiensi energi dan pencahayaan alami dapat dilakukan dengan memanfaatkan penggunaan elemen *shading* pada bangunan. Dimana menurut penelitian Ryan Ghiffari et al., di daerah tropis seperti Indonesia, penggunaan elemen shading sangat bermanfaat untuk pendistribusian cahaya alami menjadi lebih merata, dan dapat meningkatkan kenyamanan visual dan efisiensi energi (Ryan Ghiffari et al., 2025) Sehingga dengan adanya elemen shading sebagai desain pasif dapat menjadi strategi untuk mengurangi penggunaan energi, meningkatkan kesejahteraan penghuni, dan mendukung keberlanjutan lingkungan (Arun & Gopan, 2025)

2.2. Pencahayaan alami

Pencahayaan alami merupakan pencahayaan yang bersumber dari sinar matahari, dimana pencahayaan alami dikatakan optimal pada rentang waktu pukul 08.00 sampai dengan 16.00 (Nurhaiza & Lisa, 2016). Pada pemanfaatannya, pencahayaan alami memberikan kenyamanan visual bagi penghuninya (Dasrizal et al., 2023). Hal ini dikarenakan pencahayaan alami merupakan faktor pengaruh yang dapat mempengaruhi kemampuan pengguna dalam menerima rangsangan visual jangka pendek dan gangguan penglihatan jangka panjang, dimana apabila tidak sesuai standar, maka dapat mempengaruhi produktivitas saat bekerja dalam bangunan (Milaningrum, 2022) (Vicaningrum & Marcillia, 2024). Sehingga melalui hal ini, pencahayaan alami tidak hanya sekedar estetika, tetapi juga bermanfaat terhadap kesehatan dan kesejahteraan pengguna, karena kondisi pencahayaan yang tidak merata dapat mempengaruhi suasana hati dan energi seseorang (Vicaningrum & Marcillia, 2024).

Pada bahasan arsitektur tropis terdapat beberapa aspek yang berpengaruh terhadap pemaksimalan pencahayaan alami, diantaranya desain fasad pada bangunan (jenis dan tipe bukaan), *shading* bangunan, serta pengarahannya sinar matahari (Dasrizal et al., 2023) (Milaningrum, 2022). Sehingga melalui prinsipnya, jenis - tipe bukaan yang memadai dan berada pada posisi strategis dapat memaksimalkan pendistribusian cahaya lebih merata pada ruangan. Perlindungan matahari (*shading*) dan pengarahannya terhadap sinar matahari, dalam hal ini juga berkontribusi terhadap pencahayaan alami sebagai kontrol cahaya matahari agar tidak menjadi silau berlebih (Milaningrum, 2022).

Pergerakan tahunan matahari juga merupakan aspek yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan pencahayaan alami di iklim tropis, dengan tanggal yang diketahui 21 Maret, 21 Juni, 21 September, dan 21 Desember. Memahami orientasi bangunan terhadap jalur pergerakan tahunan matahari

menjadi aspek utama untuk menentukan kebutuhan pemanfaatan cahaya (Jamala et al., 2023). Bangunan dengan orientasi utara-selatan diketahui memiliki distribusi pencahayaan alami yang lebih optimal. Sehingga dalam hal ini dapat meningkatkan pemanfaatan pemerataan pencahayaan alami dan mendukung kenyamanan visual dalam ruang (Mahfudha et al., 2024).

2.2.1. Komponen Pencahayaan Alami

Menurut Atamewan, 2022. Cahaya alami yang menerangi area dalam bangunan dihasilkan dari akumulasi sumber cahaya yang berbeda. Berikut adalah komponen pencahayaan alami pada penelitian Atamewan:

a. Komponen Langit

Merupakan cahaya alami yang memancar dan masuk melalui bukaan yang ada pada selubung, untuk kemudian dipantulkan kedalam interior. Intensitas masuknya cahaya pada komponen ini sangat dipengaruhi oleh dimensi, letak bukaan, dan tingkat pencahayaan pada rentang waktu yang ada.

b. Komponen Pantulan Luar

Komponen ini merupakan cahaya alami yang terlebih dahulu memantul kepada bidang eksterior di luar bangunan, sebelum pada akhirnya memantul kedalam ruangan melalui bukaan yang ada pada selubung. Komponen ini sangat dipengaruhi oleh keadaan eksterior disekitar bangunan seperti vegetasi, dinding tetangga, dan permukaan bidang tanah.

c. Komponen Pantulan Dalam

Komponen ini merupakan cahaya alami yang memancar ke dalam bangunan dan telah mendapatkan pemantulan berkali-kali melalui permukaan pada bidang interior, Sebelum pada akhirnya mencapai bidang kerja. Komponen ini sangat dipengaruhi oleh reflektansi material dalam ruangan.

2.2.2. Faktor Pengaruh Pencahayaan Alami Terhadap Penghuni

Pencahayaan alami merupakan pencahayaan yang bersumber dari sinar matahari, dimana dalam pemanfaatannya perlu memperhatikan beberapa faktor agar memberikan kenyamanan visual lebih baik pada suatu karya arsitektur (Dasrizal et al., 2023). Hal ini dikarenakan pencahayaan membantu manusia untuk menerima rangsangan objek, serta pada penderita depresi cahaya alami merupakan anti depresan untuk dapat memperbaiki mood dan penyakit neurogeneratif (Prasertseree & Tuaycharoen, 2025). Sehingga, faktor yang perlu diperhatikan untuk memaksimalkan pencahayaan alami diantaranya:

a. Kenyamanan Visual

Kenyamanan visual merupakan representasi kenyamanan pandangan penghuni saat melakukan aktivitas di ruangan. Dimana mengoptimalkan pencahayaan alami dapat bermanfaat untuk mengetahui kesan ruangan lebih baik, meningkatkan mood, membentuk persepsi, serta menghemat penggunaan energi (Rahmah & Jurizat, 2022) (Hendrawati & Arientaka, 2023). Untuk mengetahui kenyamanan visual dapat diukur berdasarkan penyebaran iluminasi, dimana iluminasi merupakan total fluks cahaya yang mengenai suatu permukaan per satuan luas dengan menggunakan satuan Lux (lumen/m²) (Prasertseree & Tuaycharoen,

2025). **Tabel 2.1** merupakan standar iluminasi pencahayaan alami pada bangunan *residential* yang ditetapkan melalui SNI 6197:2011.

Tabel 2. 1. Standar iluminasi pencahayaan alami

Fungsi Ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)
Ruang Resepsionis	350
Lobi	350
Ruang Serbaguna	200
Ruang Rapat	300
Ruang Makan	250
Kafetaria	200
Kamar Tidur	150
Koridor	100
Dapur	300

Sumber: SNI 03-6197-2011

b. Reflektansi Material

Reflektansi material merupakan warna dan tekstur permukaan interior yang memengaruhi komponen pantulan dalam bangunan (Internally Reflected Component). Material dengan warna terang memiliki nilai reflektansi yang tinggi, sehingga mampu memantulkan cahaya lebih baik ke dalam ruangan. Permukaan seperti dinding dan plafond berwarna cerah mampu menyebarkan cahaya secara lebih merata. Oleh karena itu, kondisi ini dapat meningkatkan efektivitas distribusi pencahayaan alami untuk mengurangi penggunaan pncahaya buatan (Escobar et al., 2024)

2.3.Selubung bangunan

Selubung bangunan merupakan elemen berupa dinding atau atap transparan dan terletak mengelilingi bangunan secara menyeluruh (Jamala et al., 2019). Menurut penelitian Bhai et al., Selubung bangunan merupakan bagian dari struktur yang bermanfaat terhadap efisiensi energi dan kualitas ruang dalam ruangan (Bhai et al., 2022). Dimana pemanfaatannya tidak lekang dari pengaruh WWR atau rasio jendela pada dinding, karena berdasarkan penelitian milik Khorsidi dan Csoknyai serta Chandra dan Purwanto, WWR yang lebih tinggi sekitar 10% hingga 30% sebagai rekomendasi, biasanya meningkatkan potensi optimalisasi pencahayaan alami yang masuk ke bangunan (Khorshidi & Csoknyai, 2025) (Chandra & Purwanto, 2021). Sehingga pengaruh selubung bangunan terhadap efisiensi energi, yakni untuk memaksimalkan jalan masuknya cahaya alami dan dapat dimanfaatkan melalui desain pasif di selubung bangunan.

2.3.1. Perangkat Selubung Bangunan

Perangkat selubung bangunan merupakan elemen arsitektur yang berada pada selubung bangunan dan berfungsi untuk mengoptimalkan penggunaan cahaya alami yang masuk ke bangunan (Kim et al., 2024). Elemen seperti bukaan jendela, *skylight*, *clerestory*, perangkat peneduh, dan (*Shading*) merupakan salah satu elemen yang dirancang untuk mengontrol cahaya matahari ke dalam bangunan (Bashir et al., 2024) (Mesloub et al., 2024). Berikut jabaran perangkat pencahayaan alami yang ada pada selubung bangunan:

a. Bukaan Jendela

Jendela pada **Gambar 2.1.** merupakan perangkat pencahayaan alami yang terletak pada fasad bangunan, dirancang untuk memaksimalkan masuknya pencahayaan alami dan memberikan pandangan ke luar. Posisi, orientasi, dan ukuran bukaan jendela

berpengaruh terhadap masuknya pencahayaan alami secara lebih merata (Rahmah & Jurizat, 2022).

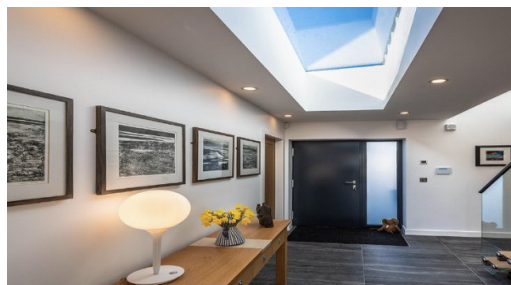


Gambar 2. 1. Jendela

Sumber: Archdaily.com

b. Skylight

Skylight pada **Gambar 2.2.** merupakan bukaan atap berupa panel untuk jalannya pencahayaan alami dari atap. *Skylight* diketahui memiliki efektivitas pendistribusian pencahayaan alami yang lebih merata. Hal ini didasari pada penelitian Prasertseree & Tuaycharoen yang menjabarkan bahwa modifikasi karakteristik jendela dan penggunaan panel transparan dapat secara optimal dngan memaksimalkan level iluminasi ruangan interior (Ali Ibrahim Nessim, 2017) (Prasertseree & Tuaycharoen, 2025).



Gambar 2. 2. Skylight

Sumber: Archdaily.com

c. *Clerestory*

Clerestory **Gambar 2.3.** merupakan strategi pencahayaan alami yang menggabungkan pencahayaan samping dengan pencahayaan atas (*Skylight*) untuk berperan dalam memaksimalkan cahaya pada area-area gelap, dimana zona bukaan tidak tersedia (Nabil & Fikry, 2022). Letak *clerestory* umumnya berada diatas dinding sebagai bagian dari dinding fasad, sehingga selain untuk memaksimalkan cahaya masuk ke ruangan, *clerestory* juga bermanfaat dalam penghematan energi untuk mengurangi penggunaan *artificial lighting* (Susa-Páez & Piderit-Moreno, 2020).



Gambar 2. 3. *Clerestory*

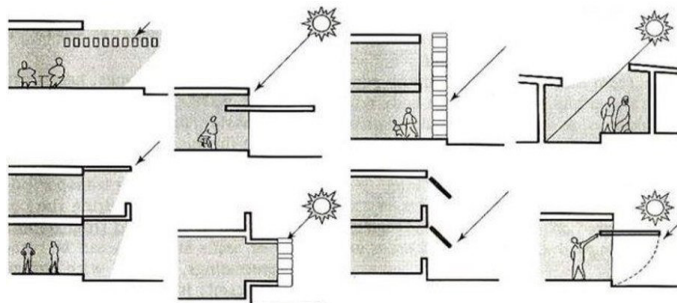
Sumber: Archdaily.com

d. Elemen peneduh

Elemen peneduh **Gambar 2.4.** merupakan produk arsitektur yang berfungsi untuk memproyeksikan besar kecilnya sinar matahari langsung yang masuk kedalam ruangan (Chandra & Purwanto, 2021). Penggunaanya dalam jangka panjang melalui penerapan pada fasad sebagai komponen dari desain pasif, dapat mengurangi pemakaian energi. Jendela tanpa peneduh dapat menimbulkan sinar matahari berlebih yang dapat menyebabkan masalah termal dan visual seperti silau yang dapat mempengaruhi kenyamanan pengguna (Alothman et al., 2024). Berikut adalah

jenis-jenis elemen peneduh yang terdapat pada bangunan menurut Alothman:

- 1) Elemen peneduh tetap, terdiri dari peneduh horizontal, vertikal, dan topi-topian. Dengan contohnya seperti balkon, sirip vertikal, atau desain lain yang menggabungkan desain horizontal dan vertikal untuk melindungi dari sinar matahari serta hujan secara langsung.
- 2) Elemen peneduh bergerak, merupakan elemen yang dapat disesuaikan untuk diatur dan bereaksi secara otomatis terhadap sinar matahari dan faktor lingkungan lainnya. Dengan contoh diantaranya berupa tirai vertikal, tirai venesia, dan tirai gulung.
- 3) Elemen peneduh kisi-kisi, merupakan elemen yang penerapannya dapat disesuaikan dengan berguna untuk membatasi aliran udara hingga jumlah tertentu serta melindungi bangunan dari sinar matahari.



Gambar 2. 4. Jenis-jenis elemen peneduh

Sumber: (Alothman et al., 2024)

2.4. Bangunan Asrama

Asrama merupakan fasilitas hunian yang disediakan oleh universitas bagi sekelompok mahasiswa dan digunakan dalam waktu tertentu atau selama mahasiswa masih menyandang status sebagai peserta didik pada suatu universitas (Fatimah et al., 2024). Pada klasifikasinya, asrama terdiri dari

bagian-bagian yang dapat dimiliki secara terpisah (pribadi) dan bersama (semipublik) secara vertikal (Syahfitri et al., 2015). Ruang pribadi dalam asrama didefinisikan sebagai ruangan tanpa gangguan, sedangkan ruangan semipublik didefinisikan sebagai bagian sekunder dari area pemukiman yang digunakan secara terbatas oleh penghuni. Berdasarkan peraturan, ruang pribadi terdiri dari unit asrama itu sendiri, sedangkan ruang semipublik terdiri dari ruang komunal seperti lift, koridor, tangga, lapangan, dan area pejalan kaki (Bunawardi et al., 2016).

Pada penggunaannya, masalah arsitektural yang kerap kali muncul disamping penggunaan asrama diantaranya, konsumsi energi yang tinggi dan ketidaknyamanan penghuni (Maciá-Torregrosa et al., 2023). Tingginya konsumsi energi umumnya berasal dari kurang tepatnya pendesainan bangunan pada masa awal, dimana dapat berakibat terhadap kenyamanan penghuni, baik pada *thermal* dan kenyamanan visual (Maciá-Torregrosa et al., 2023) (Milaningrum, 2022). Berdasarkan topik bahasan dan pembahasan serupa, maka diperlukan penyesuaian pencahayaan alami untuk dapat meningkatkan kenyamanan visual, terutama produktivitas penghuni saat melakukan aktivitas di bangunan (Vicaningrum & Marcillia, 2024).

2.5. Tinjauan Penelitian Relevan Sebagai Strategi Desain Bangunan

Tinjauan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pendekatan penelitian sebagai penambahan kebaruan riset (novelty) mengenai upaya penelitian dengan memanfaatkan pencahayaan alami sebagai optimalisasi efisiensi energi melalui selubung bangunan di daerah tropis telah ditelaah oleh beberapa peneliti sebelumnya.

Studi penelitian relevan berfungsi sebagai pembanding dan acuan untuk menyesuaikan orisinalitas penelitian dengan penelitian-penelitian sebelumnya dan menambahkan kebaruan berupa strategi desain pada bangunan yang fokus utamanya untuk menyeimbangkan pemerataan distribusi

cahaya sebagai pengendalian visual dan pengurangan penggunaan energi melalui desain pasif selubung bangunan. **Tabel 2.2** adalah ringkasan penelitian relevan yang memiliki kaitan dengan penelitian ini:

Tabel 2. 2. Ringkasan Penelitian Relevan

Referensi	Bahasan	Metode	Temuan Penelitian
<i>The Analysis of the Illuminance Level in the Workspace, Using Natural and Artificial Lighting in Graha Pena Building in Makassar, Indonesia</i> (Jamala et al., 2021)	Analisis tingkat pencahayaan untuk optimalisasi efisiensi energi dan kenyamanan visual.	Kuantitatif deskriptif melalui pengukuran lapangan dan analisis simulasi.	a. Orientasi dan kedalaman ruang di bangunan berpengaruh terhadap distribusi pencahayaan. b. Penataan layout furniture dengan tidak terlalu dekat pada jendela dapat berguna untuk menghindari silau.
<i>Simulation analysis of optimization design strategy of natural lighting in office buildings</i> (Wu, 2021)	Optimalisasi pencahayaan alami untuk menghemat konsumsi energi & meningkatkan kenyamanan visual.	Kuantitatif berdasarkan eksperimental berbasis simulasi dan Building Lighting Design Standard (GB50033-2013)	Perubahan denah (makro), ukuran bukaan, kaca low-e dan penambahan bukaan samping (atrium, skylight) dapat memperbesar optimalisasi pencahayaan alami yang berguna dalam penghematan energi.
<i>Dynamic Daylight Metrics for Electricity Savings in Offices: Window</i>	Evaluasi efisiensi energi dengan penggunaan	Kuantitatif melalui eksperimen Software	a. Pencahayaan lampu pintar mampu menghemat energi hampir 30%.

<i>Size and Climate Smart Lighting Management</i> (Acosta et al., 2018)	sistem kontrol lampu pintar		b. Ukuran jendela yang lebih besar mampu menghemat energi pencahayaan daripada jendela kecil. c. Cuaca dan kedalaman ruang berpengaruh terhadap distribusi pencahayaan.
<i>Architectural Retrofitting Enhance Daylighting and Improve Energy Performance: A Food-Retail Case Study</i> (Forastiere et al., 2026)	Retrofitting arsitektural untuk meningkatkan pencahayaan alami sebagai pengurangan beban konsumsi listrik.	Kuantitatif berbasis BIM	Pemanfaatan pencahayaan alami dengan skylight-LED efisiensi tinggi menghemat 60% penggunaan energi dan penurunan emisi 15-20% serta meningkatkan distribusi sebesar 300-500 lux.
<i>Sustainable performance in public buildings supported by daylighting technology</i> (Garcia-Fernandez & Omar, 2023)	Strategi pencahayaan alami dalam mendukung <i>net zero building</i>	Kualitatif dengan tinjauan pustaka	Memaksimalkan pencahayaan alami dengan memanfaatkan pipa cahaya, skylight, atau atrium dan meminimalkan beban energi dengan pemilihan orientasi bangunan, ukuran jendela, teknologi kaca, dan control pencahayaan pintar (LED)

<i>Office Building Envelope Design Optimization by Modified Competitive Search Algorithm for Energy Saving</i> (Jearsiripongkul et al., 2023)	Optimalisasi selubung bangunan untuk penghematan energi dan meminimalkan biaya konstruksi	Kuantitatif dengan <i>Modified Competitive Search Algorithm (MCSA)</i>	Pendesainan MCSA mampu menurunkan biaya konstruksi dibanding desain awal bangunan, serta mampu meningkatkan efisiensi energi dengan meningkatkan kualitas ruangan (Ventilasi alami dan dinding tirai kaca lebih baik)
<i>Dynamic operation of daylighting and shading systems: A literature review</i> (Konstantoglou & Tsangrassoulis, 2016)	Sistem selubung bangunan yang dapat menyeimbangkan performa energi	Kualitatif dengan tinjauan literatur	a. Keterbatasan riset pada sistem fasad dinamis b. Penggunaan fasad dinamis mampu menghemat energi, terutama penghematan energi pencahayaan (Lampu) dan penerapannya lebih fleksibel kepada penghuni
Strategi Desain Buka-an terhadap Pencahayaan Alami untuk Menunjang Konsep Bangunan Hemat Energi pada Rusunawa Jatinegara Barat (Avesta et al., 2017)	Strategi desain buka-an untuk menunjang penghematan energi	Evaluasi pencahayaan alami melalui buka-an	Membatasi desain luas buka-an cahaya dan memberi pembayangan (<i>shading</i>)

Sumber: Penulis, 2026

Berdasarkan tinjauan studi relevan, terdapat kesenjangan penelitian yang menjadi landasan dilakukannya penelitian ini:

- a. Keterbatasan studi pada bangunan asrama, sebagian penelitian dilakukan pada perkantoran ataupun bangunan komersial. Sehingga menjadikan penelitian ini mengambil fokus spesifik pada Asrama Putra Gedung C Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dimana asrama memiliki karakteristik ruang yang lebih spesifik, terutama dalam pemanfaatan selubung bangunan untuk memaksimalkan pendistribusian cahaya pada bangunan.
- b. Kombinasi strategi desain dengan desain pasif yang bersifat dinamis dan penambahan desain pencahayaan seperti *skylight* masih belum banyak dilakukan. Diketahui pada penelitian relevan, masih terbatasnya penelitian dengan desain yang dinamis, padahal posisi tipologi bangunan yang ada memerlukan adanya pendesainan fasad dinamis, karena lebih fleksibel untuk digunakan penghuni (Konstantoglou & Tsangrassoulis, 2016)
- c. Metode evaluasi berbasis orientasi eksisting, dengan menggunakan simulasi berdasarkan pergerakan matahari tahunan, dimana belum banyak studi yang mengacu pada tanggal krusial pergerakan matahari (21 Maret, 21 Juni, 21 September, dan 21 Desember) serta penggunaan VELUX Daylight Visualizer sebagai pembuktian kesesuaian pendesainan pasif terhadap distribusi cahaya yang memenuhi SNI 03-6197-2011.

2.5.1. Strategi Desain Bangunan

Strategi desain bangunan merupakan strategi perancangan bangunan yang dapat meningkatkan kenyamanan penghuni (Invidiata et al., 2018). Pada pemanfaatannya, strategi desain bangunan dapat mendorong pengembangan arsitektur untuk dapat membina komunitas

berkelanjutan, seperti meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan oleh bangunan (Mageed et al., 2024) (Majerska-Palubicka, 2017)

Dalam perancangannya, strategi desain bangunan terbagi menjadi strategi desain aktif dan strategi desain pasif (Argyriou et al., 2025). Strategi desain aktif merupakan strategi desain yang melibatkan pemanfaatan peralatan mekanis atau listrik secara langsung, sedangkan strategi desain pasif merupakan strategi desain dengan pendekatan yang merespon iklim serta kondisi site untuk memaksimalkan kenyamanan dan kesehatan penghuni (Argyriou et al., 2025) (Asyrafi & Andrea, 2024). Berdasarkan hal tersebut, strategi desain yang sesuai pada bahasan penelitian ini ialah strategi desain pasif, dikarenakan sistem pasif sering dipandang sebagai solusi yang minim akan pemakaian energi serta mampu beradaptasi dengan lingkungan, dibandingkan dengan sistem aktif (Argyriou et al., 2025).

Menurut penelitian Avesta, Strategi desain pasif untuk dapat mengoptimalkan penggunaan pencahayaan alami di samping konsep efisiensi energi, diantaranya dengan memanfaatkan penggunaan *shading*. Penggunaan *shading* mampu berpengaruh terhadap aspek pemerataan pencahayaan alami yang bermanfaat untuk menghemat listrik dan mendukung konsep keberlanjutan pada bangunan (Avesta et al., 2017). Serta pada penelitian Wu, Acosta, Forastiere, Garcia-Fernandez & Omar pemanfaatan skylight diketahui dapat meringankan beban konsumsi energi dan meningkatkan efisiensi energi pada bangunan (Wu, 2021), (Acosta et al., 2018), (Forastiere et al., 2026), (Garcia-Fernandez & Omar, 2023). Desain *shading* yang dinamis menjadi kebaruan, dikarenakan masih terbatasnya pendesainan *shading* dinamis, maka pada asrama ini memanfaatkan desain dinamis

karena memfleksibelkan penggunaan oleh penghuni bangunan
(Konstantoglou & Tsangrassoulis, 2016)