

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pencahayaan Alami sebagai Prinsip Arsitektur Berkelanjutan

Pencahayaan alami adalah pencahayaan yang sumber cahayanya berasal dari matahari (Graciella et al., n.d.). Lipsmaier mengatakan matahari merupakan satu-satunya sumber cahaya alami yang menghasilkan cahaya alami (daylight) beserta energi cahaya dan panas yang menyertainya. Cahaya alami memberikan penerangan yang lebih efisien daripada penerangan listrik sekaligus menghasilkan panas yang lebih sedikit untuk jumlah cahaya yang sama. Cahaya alami dianggap sebagai strategi pasif potensial untuk mengurangi konsumsi energi bangunan dan meningkatkan kenyamanan visual tanpa biaya operasional dan instalasi yang mahal. Daylighting menjadi bagian penting dari desain bangunan berkelanjutan karena mampu menurunkan konsumsi energi operasional dan menciptakan *indoor environmental quality* (IEQ) yang lebih baik (Mardaljevic, 2018).

Arsitektur berkelanjutan merupakan bagian integral dari pembangunan berkelanjutan, yang merupakan isu penting yang menjadi perhatian saat ini. Pembangunan berkelanjutan memenuhi kebutuhan dan persyaratan hidup tanpa mengorbankan kondisi dan sumber daya generasi mendatang (Hidayatulloh et al., 2021). Dalam arsitektur berkelanjutan, perencanaan pencahayaan alami tidak sekadar membuka bukaan besar, tetapi melibatkan strategi orientasi bangunan, kontrol intensitas cahaya, dan pengendalian panas yang masuk agar nyaman secara visual dan termal. Sejumlah penelitian internasional menunjukkan bahwa desain daylighting yang terintegrasi baik dapat meningkatkan efisiensi energi bangunan secara signifikan tanpa mengorbankan kenyamanan penghuni (Tzempelikos & Athienitis, 2018; Li & Liu, 2020).

2.1.1 Peran Pencahayaan Alami dalam Meningkatkan Kenyamanan Visual

Energi cahaya yang dihasilkan oleh sinar matahari memengaruhi kenyamanan visual dalam suatu bangunan (Athallah et al., 2017). Kenyamanan visual adalah keadaan psikologis dimana seluruh sistem visual menjalankan fungsinya secara optimal. Pencahayaan alami memberikan lingkungan dalam ruangan yang

menyenangkan dan menarik yang dapat meningkatkan produktivitas dan kinerja. Studi yang dilakukan sejak tahun 1980-an telah menemukan bahwa cahaya alami meningkatkan suasana hati, meningkatkan moral, mengurangi kelelahan, dan mengurangi ketegangan mata. Peran pencahayaan alami bagi pengguna bangunan, terutama dapat memberikan kenyamanan secara visual dan rasa aman, karena tersediannya kecukupan cahaya untuk beraktivitas, sehingga dapat melihat objek-objek yang dikerjakannya secara jelas. Oleh karena itu, desain pencahayaan di gedung harus dirancang secara optimal untuk mendapatkan kenyamanan visual yang baik. Sebuah bangunan dapat diklasifikasikan sebagai bangunan berkelanjutan jika penggunaan cahaya alami optimal, dimana setidaknya 30 % dari luas lantai atau bidang kerja memiliki pencahayaan yang cukup. Jika ruangan memiliki pencahayaan yang cukup dari cahaya alami, konsumsi energi untuk penerangan buatan dapat dikurangi (Athallah et al., 2017).

Parameter geometris ruangan, sifat permukaan, termasuk warna, juga memainkan peran penting dalam penilaian kondisi kerja yang sesuai. Yang terpenting adalah ada atau tidaknya silau, pencahayaan harus cukup dan merata, tanpa kecerahan dan kontras yang berlebihan. Dari aspek kenyamanan visual, cahaya alam memiliki spektrum yang lebih lengkap dan kualitas yang lebih dinamis dibandingkan cahaya buatan sehingga dapat mengurangi stress visual dan meningkatkan persepsi warna ruang (Trogenza & Wilson, 2019). Pencahayaan alami yang dirancang dengan baik secara langsung memengaruhi kepuasan visual dan produktivitas pengguna ruang (Kazanci et al., 2018). Studi lainnya dari tahun 2002 menunjukkan bahwa lingkungan belajar yang dipenuhi cahaya alami menghasilkan hasil yang lebih baik dalam pembelajaran yang lebih efektif.

Dalam konteks bangunan hunian kolektif seperti asrama kampus, cahaya alami diyakini tidak hanya menekan penggunaan lampu listrik, tetapi juga meningkatkan kenyamanan belajar, tidur, dan aktivitas harian mahasiswa. Research yang dilakukan oleh Zhao et al. (2021) pada bangunan residensial menunjukkan bahwa pencahayaan alami berkorelasi positif dengan kenyamanan visual, kualitas tidur, dan kesejahteraan psikologis penghuni.

2.1.2 Aspek Pencahayaan Alami yang Mempengaruhi Kenyamanan Visual

Kenyamanan visual merupakan kondisi ketika penghuni mampu melakukan aktivitas visual dengan baik tanpa mengalami gangguan seperti sialu ataupun ketidaknyamanan akibat distribusi cahaya yang buruk. Dalam bangunan, kenyamanan visual sangat dipengaruhi oleh kualitas pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang. Pemanfaatan pencahayaan alami yang optimal tidak hanya meningkatkan kenyamanan penghuni, tetapi juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pencahayaan buatan pada siang hari. Kualitas pencahayaan alami yang baik berkaitan erat dengan performa visual, kesehatan pengguna, dan efisiensi energi bangunan. Adapun beberapa aspek utama yang mempengaruhi kenyamanan visual dijelaskan sebagai berikut.

1. Kekuatan Cahaya (*Illuminance*)

Kekuatan cahaya (*Illuminance*) adalah tingkat intensitas cahaya yang diterima pada suatu bidang kerja dan diukur dalam satuan lux. Tingkat pencahayaan yang terlalu rendah dapat menyebabkan kesulitan melihat objek, menurunkan ketelitian kerja, serta mempercepat kelelahan mata. Sebaliknya, pencahayaan yang terlalu tinggi, dapat dapat menimbulkan ketidaknyamanan dan meningkatkan potensi silau. Oleh karena itu intensitas pencahayaan di dalam ruang harus disesuaikan dengan fungsi ruang dan standar yang berlaku agar aktivitas visual dapat berlangsung secara optimal (Tabadkani et al., 2021).

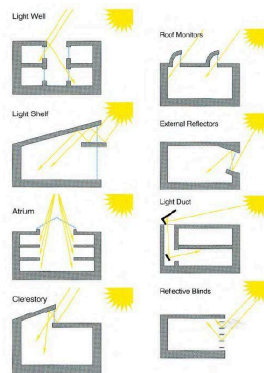
2. Distribusi Cahaya

Cahaya yang harus terpusat pada satu area akan menyebabkan perbedaan kontras yang tinggi antara terang dan gelap. Kondisi ini dapat membuat mata harus terus beradaptasi ketika melihat ke berbagai arah sehingga menimbulkan kelelahan visual. Distribusi cahaya yang baik mampu menciptakan suasana ruang yang lebih nyaman dan mendukung produktivitas penghuni. Oleh sebab itu, desain bukaan, ukuran jendela, dan reflektansi permukaan ruang perlu diperhatikan untuk memperoleh penyebaran cahaya yang merata (Mousavi et al., 2018).

3. Silau (Glare)

Silau merupakan kondisi ketika cahaya yang terlalu terang mengganggu penglihatan pengguna. Silai dapat terjadi akibat sinar matahari langsung yang masuk melalui jendela, pantulan pada permukaan mengkilap, atau perbedaan luminasi yang terlalu tinggi antar bidang. Dampak silau antara lain menurunnya kenyamanan visual, gangguan konsentrasi, serta berkurangnya kemampuan melihat objek secara jelas. Pengendalian silau menjadi salah satu indikator penting dalam desain pencahayaan alami, khususnya pada bangunan pendidikan, perkantoran dan hunian (Acosta et al., 2018).

4. Arah dan Sudut Cahaya Masuk



Gambar 2.1. Pengaruh Sudut Datang Cahaya terhadap Kedalaman Ruang
Sumber : Research Gate, 2026

Arah orientasi bangunan terhadap lintasan matahari akan menentukan jumlah dan kualitas cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan. Pada iklim tropis, fasad timur dan barat umumnya menerima radiasi matahari lebih tinggi, terutama pada pagi dan sore hari. Jika tidak dikendalikan, kondisi ini dapat meningkatkan intensitas cahaya berlebih dan suhu ruang. Sudut datang cahaya yang tepat dapat meningkatkan pencahayaan alami tanpa menimbulkan panas berlebih maupun silau (Nguyen et al., 2023). Oleh karena itu, orientasi bangunan dan rancangan bukaan harus direncanakan sejak tahap awal desain.

5. Warna dan Spektrum Cahaya

Cahaya alami memiliki spektrum yang lengkap sehingga mampu menampilkan warna objek secara lebih akurat dibandingkan pencahayaan buatan. Kondisi ini berpengaruh terhadap persepsi ruang, kenyamanan visual, serta suasana psikologis penghuni. Kualitas spektrum cahaya alami memberikan dampak positif terhadap pengalaman visual pengguna bangunan (Acosta et al., 2018).

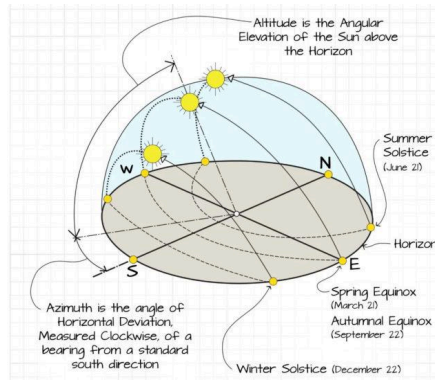
6. Pengendalian Pencahayaan (Shading Devices)

Pemanfaatan elemen pengendali cahaya seperti kanopi, *vertical fins*, *horizontal louvers*, dan *egg-crate shading* sangat berperan dalam mengontrol masuknya cahaya matahari ke dalam bangunan. Elemen tersebut mampu mengurangi intensitas cahaya berlebih, menurunkan risiko silau, serta membantu menjaga distribusi cahaya tetap nyaman. Penggunaan *shading device* yang dirancang sesuai orientasi bangunan dapat meningkatkan kualitas pencahayaan alami sekaligus mengurangi beban pendinginan ruang. Oleh karena itu, *shading device* menjadi salah satu strategi pasif yang penting pada bangunan di wilayah tropis (Nguyen et al., 2023).

2.1.3 Strategi Optimalisasi Pencahayaan Alami pada Desain Bangunan

Perancangan pencahayaan alami bangunan gedung merupakan suatu proses perancangan bangunan secara menyeluruh agar pemanfaatan cahaya matahari dapat optimal. Proses perancangan tersebut memiliki beberapa langkah, yaitu :

1. Strategi Penempatan/ Orientasi Bangunan

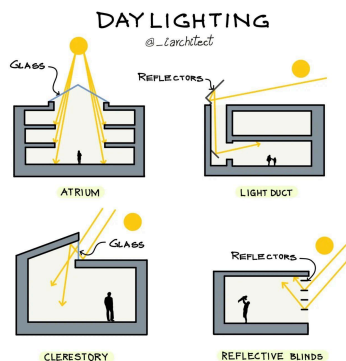


Gambar 2.2. Diagram Jalur Matahari (Solar Path Diagram) Terhadap Orientasi Bangunan

Sumber : ResearchGate , 2026

Penempatan/orientasi bangunan yang tepat dengan orientasi terhadap lintasan matahari adalah langkah pertama dalam optimasi pencahayaan alami. Pada iklim tropis, orientasi memanjang utara-selatan umumnya lebih baik karena sisi timur dan barat menerima paparan matahari lebih tinggi. Sebuah studi yang diterbitkan di jurnal *Energy and Buildings* menunjukkan bahwa pemilihan orientasi fasad yang baik dapat meningkatkan kemandirian pencahayaan alami serta secara signifikan mengurangi beban pendinginan bangunan (Li & Liu, 2020). Bangunan yang dirancang dengan orientasi yang tepat dapat memaksimalkan pencahayaan alami tanpa meningkatkan radiasi panas yang berlebihan, terutama pada daerah dengan iklim panas.

2. Integrasi Atrium



Gambar 2.3. Penerapan Atrium sebagai Sumber Pencahayaan Alami Bangunan

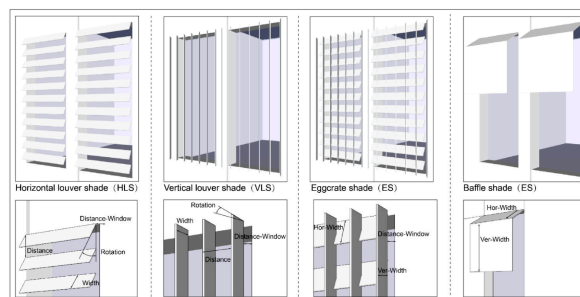
Sumber : ResearchGate , 2026

Atrium merupakan ruang terbuka vertikal ditengah bangunan yang berfungsi menyalurkan cahaya alami ke area dalam bangunan yang sulit dijangkau jendela. Strategi ini banyak digunakan pada bangunan bertingkat atau bangunan dengan kedalaman ruang besar agar pencahayaan alami dapat masuk lebih merata. Cahaya matahari biasanya masuk melalui *skylight* atau bukaan atas, kemudian diteruskan ke lantai bawah sehingga area tengah bangunan menjadi lebih terang. Penggunaan atrium dapat meningkatkan penetrasi pencahayaan alami secara signifikan dan mengurangi kebutuhan lampu pada siang hari (Wu,2021).

3. Penyesuaian Rasio Jendela ke Dinding (WWR)

Rasio antara jendela dan dinding mempengaruhi intensitas cahaya yang masuk serta kinerja dari bangunan. Dalam jurnal *Journal of Building Performance Simulation*, Zhao et al. (2021) menyatakan bahwa pengoptimalan WWR yang disesuaikan dengan orientasi dan fungsi ruangan dapat meningkatkan kenyamanan visual sekaligus mempertahankan efisiensi energi bangunan. WWR yang terlalu besar dapat meningkatkan risiko silau serta panas berlebih, sementara WWR yang terlalu kecil bisa mengurangi potensi pencahayaan alami.

4. Pemanfaatan Perangkat Peneduh (Shading Device)



Gambar 2.4. Jenis Shading Device pada Façade Bangunan

Sumber : ScienceDirect , 2026

Perangkat peneduh (*shading device*) merupakan elemen bangunan yang berfungsi mengontrol masuknya cahaya matahari dan radiasi panas ke dalam ruang, sehingga pencahayaan alami tetap dapat dimanfaatkan tanpa

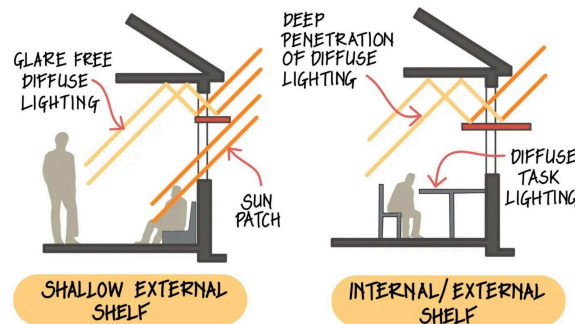
menimbulkan sialu maupun suhu berlebih. Penggunaan shading device mampu mengurangi intensitas sinar matahari langsung, menurunkan panas ruang, serta meningkatkan kenyamanan visual pengguna (Htet et al., 2023).

Bentuk shading device dapat berupa elemen eksternal seperti *horizontal louver*, *vertical fins*, *egg crate shading*, *overhang*, kanopi, kisi-kisi, dan panel geser, maupun elemen internal seperti *blinds* dan gordena. Pada bangunan di iklim tropis, shading eksternal lebih efektif karena mampu menahan panas sebelum masuk ke dalam bangunan. *Shading device* bekerja sebagai filter cahaya, yaitu menahan sinar matahari langsung namun tetap memungkinkan cahaya difus masuk ke dalam ruangan. Dengan demikian, ruang akan terasa lebih nyaman karena pencahayaan menjadi lebih lembut dan suhu udara lebih stabil (Htet et al., 2023).

5. Pemilihan Material dan Kaca Berkinerja Tinggi / Material Reflektif

Penggunaan material dengan nilai reflektansi tinggi pada permukaan interior dapat membantu memantulkan cahaya ke area yang lebih dalam sehingga pencahayaan ruang menjadi lebih merata. Permukaan dinding berwarna terang, plafon putih, lantai dengan warna netral, serta material reflektif lainnya mampu meningkatkan penyebaran cahaya tanpa menambah sumber pencahayaan buatan. Selain itu, penggunaan kaca berkinerja tinggi (*high performance glazing*) juga dapat menjadi solusi karena mampu memasukkan cahaya alami dalam jumlah cukup sambil mengurangi panas matahari yang masuk.

6. Penerapan Rak Cahaya (*Light Shelves*)



Gambar 2.5. Penerapan *Light Shelves* pada Bukaan Bangunan
Sumber : *Journal of Building Engineering* , 2026

Rak cahaya atau *light shelves* merupakan elemen horizontal yang dipasang pada bagian atas jendela dengan permukaan reflektif. *Light shelves* berfungsi memantulkan cahaya matahari ke arah langit-langit sehingga cahaya dapat tersebar lebih jauh ke bagian dalam ruangan. Sistem ini membantu mengurangi perbedaan kontras antara area dekat jendela dan area belakang ruang. Bagian depan ruang tidak terlalu terang, sementara area dalam tetap memperoleh pencahayaan yang cukup. *Light shelves* sangat efektif diterapkan pada bangunan dengan bukaan lebar atau ruang yang memiliki kedalaman cukup besar. Selain meningkatkan kualitas *daylighting*, elemen ini juga dapat membantu menahan sinar matahari langsung pada area dekat jendela (Maurya et al., 2024) .

7. Integrasi dengan Sistem Pencahayaan Buatan

Strategi optimalisasi pencahayaan alami tidak hanya bergantung pada desain pasif, tetapi juga dapat didukung melalui integrasi dengan sistem pencahayaan buatan. Menurut Carew (2025), penggabungan *daylighting* dengan sensor cahaya, sistem kontrol otomatis, serta lampu yang dapat diredupkan (*dimnable lighting*) mampu menjaga tingkat pencahayaan ruang tetap ideal sekaligus menghemat konsumsi energi . Sensor cahaya bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya alami di dalam ruang. Ketika cahaya matahari cukup terang, lampu buatan akan meredup atau mati secara otomatis. Sebaliknya, saat cahaya alami berkurang , lampu akan menyala

sesuai kebutuhan. Sistem ini sangat efisien diterapkan pada bangunan pendidikan, perkantoran, maupun hunian modern karena mampu meningkatkan kenyamanan visual dan menekan penggunaan listrik.

8. Simulasi dan Analisis Perangkat Lunak

Software seperti *Autodesk Revit*, *DIALux*, dan *EnergyPlus* dimanfaatkan untuk melakukan simulasi pencahayaan alami dengan tujuan mendukung perbaikan desain. Software ini membantu dalam menganalisis dampak berbagai strategi desain terhadap penyebaran cahaya alami di dalam bangunan (Ridwan & Hasanuddin, 2024).

2.2 Penerapan Pencahayaan Alami pada Bangunan Asrama

Pencahayaan alami adalah pendekatan desain pasif yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumber penerangan dalam suatu bangunan. Dalam konteks gedung asrama, penerapan pencahayaan alami sangat penting untuk meningkatkan kenyamanan visual, karena cahaya alami berperan penting terhadap kualitas lingkungan di dalam ruangan dan kesehatan penghuninya (Tabadkani et al., 2021).

Berbagai faktor mempengaruhi penerapan pencahayaan alami, termasuk orientasi bangunan, desain bukaan, penggunaan elemen peneduh, pengaturan ruang, dan tampilan fasad. Orientasi bangunan menetapkan arah dan tingkat kedatangan cahaya matahari ke dalam ruangan, yang berpengaruh pada tingkat penerangan dan kenyamanan visual (Jung & Kwon, 2018).

Penempatan dan ukuran bukaan yang tepat akan meningkatkan distribusi pencahayaan serta menekan potensi silau. Elemen peneduh, seperti perangkat penghalang cahaya, diperlukan untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk dan meningkatkan efisiensi energi dalam bangunan (Bian & Ma, 2018).

Sementara itu, tata ruang dan pengaturan interior juga mempengaruhi bagaimana cahaya alami didistribusikan. Ruangan dengan desain terbuka memungkinkan cahaya mencapai area yang lebih luas, sedangkan tampilan fasad berfungsi untuk mengatur sejauh mana cahaya dapat memasuki bangunan. Kolaborasi antara elemen fasad dan sistem pencahayaan alami adalah kunci untuk menciptakan kenyamanan visual yang maksimal (Mousavi et al., 2018).

2.2.1 Manfaat Penerapan Pencahayaan Alami pada Bangunan Asrama

Pencahayaan alami adalah pendekatan desain pasif yang menggunakan cahaya. Penerapan pencahayaan alami dalam bangunan asrama memberikan manfaat dari perspektif kesehatan para penghuni, visual, dan penghematan energi.

1. Memperbaiki Kualitas Visual

Cahaya alami memberikan kualitas penerangan yang lebih unggul jika dibandingkan dengan cahaya yang dihasilkan secara artifisial, karena memiliki spektrum cahaya yang menyeluruh. Selain itu, pencahayaan alami yang cukup juga dapat mengurangi kelelahan mata akibat penggunaan lampu buatan dalam waktu lama. Kualitas visual ruang meningkat ketika bangunan memperoleh akses pencahayaan alami yang memadai (Tabadkani et al., 2021).

2. Mendukung Kesehatan Fisik dan Mental Penghuni

Paparan terhadap cahaya alami telah terbukti dapat memperbaiki kesehatan fisik dan mental seseorang. Cahaya matahari membantu mengatur ritme sirkadian tubuh yaitu siklus biologis yang mempengaruhi pola tidur, tingkat energi, dan suasana hati seseorang. Ruang yang memperoleh cahaya alami cukup cenderung membuat penghuni merasa lebih segar, nyaman, dan produktif (Acosta et al., 2018).

3. Penghematan Energi

Salah satu keuntungan utama dari penggunaan pencahayaan alami ialah menurunkan konsumsi energi listrik untuk penerangan. Selain itu, penggunaan *shading device* yang sesuai juga mampu mengurangi panas matahari berlebih sehingga menurunkan beban pendinginan ruangan. Integrasi pencahayaan alami dan sistem peneduh merupakan strategi efektif untuk meningkatkan efisiensi energi bangunan (Nguyen et al., 2023).

4. Meningkatkan Kinerja dan Aktivitas Penghuni

Lingkungan ruang dengan pencahayaan alami yang baik terbukti dapat meningkatkan konsentrasi, fokus, dan semangat beraktivitas. Pada bangunan asrama, kondisi ini sangat penting karena penghuni sering melakukan

kegiatan belajar, membaca, mengerjakan tugas, dan aktivitas produktif lainnya di dalam kamar. Sehingga kenyamanan visual yang baik sangat berkontribusi terhadap peningkatan performa pengguna ruang (Mousavi et al., 2018).

5. Mendukung Prinsip Bangunan Berkelanjutan

Pemanfaatan pencahayaan alami merupakan salah satu prinsip utama dari desain bangunan berkelanjutan. Pengurangan konsumsi energi listrik akan berdampak langsung terhadap penurunan emisi karbon dan biaya operasional bangunan. Selain itu, bangunan yang memanfaatkan sumber daya alam secara optimal dianggap lebih ramah lingkungan. Strategi pasif seperti *daylighting* menjadi bagian penting dalam mewujudkan bangunan hemat energi (Nguyen et al., 2023).

6. Mengurangi Ketergantungan pada Sumber Penerangan Buatan

Bangunan yang memiliki bukaan efektif dan distribusi cahaya alami yang baik akan mengurangi kebutuhan lampu pada pagi hingga sore hari. Hal ini memberikan keuntungan ekonomis karena dapat mengurangi biaya listrik yang dikeluarkannya (Nguyen et al., 2023).

2.3 Aspek Privasi dalam Kenyamanan Visual

Privasi visual pada bukaan merupakan aspek penting dalam arsitektur yang berkaitan dengan kemampuan suatu ruang dalam mengontrol tingkat aktivitas di dalam bangunan dari lingkungan luar. Dalam bangunan hunian, bukaan tidak hanya berfungsi sebagai elemen pencahayaan dan ventilasi, tetapi juga sebagai media utama terbentuknya hubungan visual antara ruang privat di dalam bangunan dengan ruang publik di luar bangunan. Hubungan ini bersifat dua arah, yaitu dari dalam ke luar (*view keluar*) dan dari luar ke dalam (*visual exposure*), sehingga bukaan menjadi elemen yang sangat menentukan kualitas privasi suatu ruang (Al horr et al., 2016). Dalam konteks kenyamanan visual, bukaan menjadi elemen yang sangat sensitif karena setiap perubahan pada ukuran, posisi, orientasi, dan proporsi bukaan akan langsung mempengaruhi tingkat privasi penghuni. Bukaan yang terlalu besar tanpa adanya pengendalian dapat

menyebabkan ruang dalam mudah terekspos oleh pengamat dari luar, sehingga aktivitas di dalam ruang menjadi terlihat secara langsung. Sebaliknya, bukaan yang terlalu kecil atau terlalu tertutup dapat meningkatkan privasi, namun berpotensi menurunkan kualitas pencahayaan alami dan kenyamanan visual di dalam ruang. Oleh karena itu, bukaan harus dirancang dalam kondisi seimbang antara kebutuhan visual keluar, pencahayaan alami, dan tingkat privasi (Ochoa & Capeluto, 2019).

Menurut Wu et al. (2021), privasi visual dapat dianalisis menggunakan konsep *Visual Exposure Index*, yaitu tingkat paparan ruang terhadap pandangan eksternal. Konsep ini menjelaskan bahwa privasi tidak bersifat absolut, tetapi dapat diukur secara spasial berdasarkan seberapa banyak area dalam ruang yang dapat terlihat dari titik pengamatan di luar bangunan. Semakin tinggi nilai visual exposure, maka semakin besar kemungkinan ruang dalam terlihat dari luar sehingga tingkat privasi menurun secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa privasi sangat dipengaruhi oleh hubungan geometris antara pengamat, bukaan, dan ruang dalam bangunan. Selain itu, studi lanjutan menunjukkan bahwa privasi tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik bukaan semata, tetapi juga oleh konteks spasial bangunan secara keseluruhan seperti kepadatan lingkungan, jarak antar bangunan, orientasi massa bangunan, serta ketinggian lantai (Sheikhi Nashalji & Mehdizadeh Saradj, 2025).

Dalam lingkungan yang padat, jarak antar bangunan yang terlalu dekat dapat meningkatkan potensi terjadinya *visual intrusion*, yaitu kondisi ketika pandangan dari bangunan lain secara langsung masuk ke ruang privat. Hal ini membuat privasi tidak hanya menjadi isu desain fasad, tetapi juga isu perencanaan massa bangunan dalam skala kawasan. Dalam desain hunian vertikal maupun bangunan pendidikan seperti asrama, pengaturan bukaan harus mempertimbangkan keseimbangan antara kebutuhan pencahayaan alami dan tingkat keterlihatan ruang. Keseimbangan ini penting agar tidak terjadi konflik antara kenyamanan visual dan privasi penghuni, dimana ruang yang terlalu terbuka dapat mengganggu rasa aman, sedangkan ruang yang terlalu tertutup dapat mengurangi kualitas lingkungan visual (Ochoa & Capeluto, 2019).

Dalam praktik arsitektur modern, strategi pengendalian privasi tidak lagi hanya dilakukan dengan mengecilkan bukaan, tetapi melalui pendekatan desain yang lebih kompleks. Pendekatan ini bertujuan untuk tetap mempertahankan akses cahaya dan ventilasi alami tanpa mengorbankan privasi penghuni. Strategi tersebut antara lain (Wu et al., 2021; Grobman et al., 2020) :

- a. Pembagian bidang kaca (*fragmented glazing*) yaitu membagi satu bidang bukaan besar menjadi beberapa elemen kecil atau kombinasi antara kaca dan bidang solid, sehingga pandangan dari luar tidak dapat membaca ruang dalam secara langsung dan menyeluruh.
- b. Penggunaan *secondary skin* atau *shading device* yaitu penambahan lapisan fasad kedua di luar bangunan yang berfungsi sebagai filter visual. Elemen ini dapat berupa kisi-kisi, *perforated panel*, atau vegetasi, yang bekerja mengaburkan pandangan langsung ke dalam ruang.
- c. Pengaturan *setback* bangunan yaitu pengaturan jarak mundur bangunan dari batas lahan atau bangunan lain, sehingga tercipta ruang *buffer* yang mengurangi potensi interaksi visual langsung antara bangunan.
- d. Orientasi bukaan terhadap arah pandang publik yaitu penyesuaian arah jendela agar tidak langsung menghadap area dengan intensitas pandangan tinggi seperti jalan utama, bangunan lain, atau area sirkulasi publik, sehingga tingkat keterlihatan ruang dapat dikurangi secara alami.

Pengendalian privasi visual pada bangunan tidak hanya dicapai melalui pengaturan bukaan dan konfigurasi massa bangunan, tetapi juga memerlukan elemen fasad tambahan yang mampu berfungsi sebagai pengendali langsung terhadap intensitas cahaya dan keterlihatan ruang. Salah satu elemen yang memiliki peran signifikan dalam hal tersebut adalah *shading device*, yang bekerja sebagai lapisan pengontrol antara ruang luar dan ruang dalam.

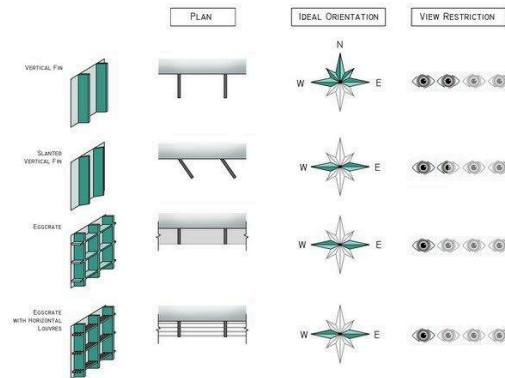
2.3.1 Peran Shading Device Terhadap Privasi

Peran *shading* dalam arsitektur tidak hanya terbatas pada fungsi pengendalian iklim bangunan, tetapi juga memiliki kontribusi yang sangat signifikan terhadap pembentukan privasi visual pada ruang dalam. *Shading device* berfungsi sebagai

elemen perantara antara ruang luar dan ruang dalam yang bekerja dengan cara mengontrol intensitas cahaya matahari, arah cahaya, serta tingkat keterlihatan (visibility) dari luar ke dalam bangunan. Dalam konteks kenyamanan visual, shading device menjadi salah satu elemen penting karena mampu mempengaruhi dua aspek secara bersamaan, yaitu aspek fisik (pencahayaan dan panas) serta aspek visual (privasi dan keterlihatan ruang). Hal ini membuat shading tidak dapat dipandang hanya sebagai elemen teknis, tetapi juga sebagai elemen pembentuk kualitas ruang secara keseluruhan (Kunwar & Bhandari, 2020). Penggunaan shading eksternal pada fasad bangunan terbukti mampu mengubah distribusi cahaya alami secara signifikan didalam ruang. Shading tidak hanya mengurangi intensitas cahaya langsung yang masuk, tetapi juga mengubah karakter cahaya menjadi lebih difus sehingga mengurangi kontras berlebihan yang dapat mengganggu kenyamanan visual (Grobman et al. 2020). Dalam konteks ini, shading berperan sebagai pengontrol kualitas daylight yang masuk ke dalam ruang. Shading memiliki fungsi penting dalam mengurangi fenomena glare (silau). Glare tidak hanya berdampak pada kenyamanan visual, tetapi juga dapat mempengaruhi persepsi ruang dan aktivitas penghuni di dalamnya. Dengan adanya shading, intensitas cahaya dapat dikontrol sehingga ruang menjadi lebih stabil secara visual (Kunwar & Bhandari 2020).

Namun, dalam konteks privasi fungsi shading memiliki peran yang lebih kompleks. Shading tidak hanya mengontrol cahaya, tetapi juga berfungsi sebagai penghalang visual (*visual barrier*) yang memutus garis pandang langsung (*direct line of sight*) dari luar ke dalam ruang. Hal ini sangat penting terutama pada bangunan hunian padat, dimana jarak antar bangunan relatif dekat dan potensi visual intrusion cukup tinggi. Shading pada bangunan hunian tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetika dan pengendali iklim, tetapi juga sebagai sistem kontrol privasi yang bekerja melalui pengaburan visual (*visual filtering*). Dengan adanya shading, aktivitas di dalam ruang tidak dapat terlihat secara langsung, meskipun bukaan tetap memungkinkan cahaya dan udara masuk ke dalam ruang (Grobman et al, 2020). Secara tipologi, shading dalam arsitektur dapat dibagi

menjadi beberapa jenis yang masing-masing memiliki tingkat efektivitas berbeda dalam mengontrol privasi, yaitu:



Gambar 2.3. *Visual filtering*

Sumber : Louvreclad / Levolux façade system documentation, 2026

1. Louver (Horizontal dan Vertical Shading)

Louver merupakan elemen shading berupa bilah-bilah horizontal atau vertikal yang disusun dengan jarak tertentu dan berfungsi untuk mengontrol arah masuknya cahaya matahari sekaligus membatasi pandangan langsung ke dalam ruang. Sistem ini bekerja dengan prinsip pengalihan arah cahaya (*light redirection*) dan pemutusan garis pandang (*line of sight interruption*), sehingga ruang dalam tetap mendapatkan pencahayaan alami namun dengan tingkat keterlihatan yang lebih terkontrol (Grobman et al., 2020).

2. Egg-Crate Shading

Egg-crate merupakan sistem shading yang merupakan kombinasi antara louver horizontal dan vertikal sehingga membentuk pola grid seperti kotak-kotak. Sistem ini lebih efektif dibandingkan louver tunggal karena mampu mengontrol cahaya dan pandangan dari berbagai arah. Dalam konteks privasi, egg-crate bekerja dengan memecah bidang pandang menjadi beberapa segmen kecil sehingga tidak terdapat suatu garis pandang langsung yang dapat melihat ruang secara utuh (Abdollahi Rizi, 2023).

3. Perforated Screen

Perforated screen adalah sistem shading berupa panel dengan lubang-lubang kecil yang memungkinkan cahaya masuk secara terbatas. Tingkat privasi yang dihasilkan bergantung pada ukuran, kepadatan, dan tingkat pola perforasi. Semakin kecil dan padat perforasi, semakin tinggi tingkat privasi, namun tetap harus mempertimbangkan kebutuhan pencahayaan alami di dalam ruang (Kunwar & Bhandari, 2020).

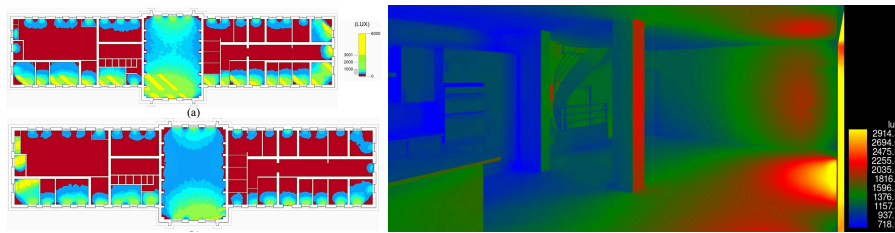
4. Secondary skin

Secondary skin merupakan lapisan tambahan pada fasad bangunan yang dipasang di luar kulit bangunan utama dan berfungsi sebagai filter visual antara ruang luar dan ruang dalam. Sistem ini menciptakan jarak visual (visual depth) sehingga ruang tidak dapat dibaca secara langsung dari luar. Selain itu, secondary skin juga berperan dalam meningkatkan kualitas cahaya difus di dalam ruang serta mengurangi intensitas keterlihatan aktivitas (Grobman et al., 2020).

2.4 Evaluasi Pencahayaan Alami

Evaluasi pencahayaan alami adalah langkah penting dalam membuat desain bangunan yang berkelanjutan, karena pencahayaan alami sangat berpengaruh pada kenyamanan visual, serta kesehatan orang yang tinggal di dalamnya. Cahaya alami membantu mengatur sirkadian tubuh yang sangat penting untuk menjaga jam tidur dan bangun tetap teratur. Regulasi ini membantu meningkatkan perasaan bahagia dengan membuat tidur lebih nyenyak dan mengurangi rasa lelah di pagi hari.

2.4.1 Pemodelan dan Simulasi Pencahayaan Alami



Gambar 2.6. Simulasi Pencahayaan Menggunakan Autodesk Revit dan DIALux evo

Sumber : Google , 2026

Simulasi pencahayaan alami bisa dilakukan dengan menggunakan berbagai software yang dibuat khusus untuk menganalisis bagaimana cahaya tersebar di dalam ruangan. Beberapa perangkat lunak yang sering digunakan antara lain Rhino/Grasshopper dengan plugin *Ladybug* dan *Honeybee* (berbasis Radiance), *DIALux evo*, *VELUX Daylight Visualizer* serta *Autodesk Revit*. Simulasi ini membantu perancang mengetahui bagaimana cahaya alami bekerja di dalam bangunan berdasarkan beberapa faktor seperti kondisi cuaca, arah bangunan, ukuran jendela, dan jenis bahan di dalam ruangan. Evaluasi hasil simulasi biasanya menggunakan beberapa ukuran seperti *Spatial Daylight Autonomy* (sDA) dan *Useful Daylight Illuminance* (UDI), yang menunjukkan seberapa besar dan seberapa lama suatu ruangan menerima cahaya matahari yang cukup selama masa penggunaan (Wang et al., 2022).

2.4.2 Perhitungan *Daylight Factor* (DF)

Daylight Factor (DF) merupakan rasio antara tingkat iluminasi dalam ruang terhadap iluminasi luar ruang pada kondisi langit mendung yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Nilai DF digunakan untuk mengevaluasi performa pencahayaan alami pada ruang hunian seperti kamar tidur asrama guna memenuhi kenyamanan visual penghuni. Distribusi pencahayaan alami dalam ruang dipengaruhi oleh luas bukaan, orientasi bangunan, reflektansi permukaan interior, serta keberadaan perangkat peneduh (Attahillah et al., 2018; Haghani et al., 2023). Penelitian oleh Jiang et al. (2023) juga menunjukkan bahwa ketersediaan pencahayaan alami pada bangunan hunian berperan penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan visual sekaligus mendukung efisiensi energi bangunan.

2.4.3 Analisis Kinerja Pencahayaan Alami Berdasarkan Standar SNI

Pencahayaan alami (*daylighting*) adalah sistem penerangan yang memanfaatkan cahaya matahari melalui elemen bukaan (misalnya jendela, ventilasi, *skylight*) untuk menerangi ruang bangunan. Dalam ruang hunian seperti kamar tidur, pencahayaan alami tidak hanya memenuhi kebutuhan visual dasar, tetapi juga berperan dalam membentuk kualitas lingkungan dalam ruang yang sehat, nyaman, serta hemat energi. Studi penelitian oleh Aritonang et al. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan *shading device* membantu mengendalikan silau dan mempertahankan distribusi cahaya yang seimbang.

Analisis kinerja pencahayaan alami adalah suatu evaluasi penilaian terhadap efektifitas suatu area dalam memanfaatkan cahaya alami untuk memenuhi kebutuhan visual para penggunanya secara optimal. Berdasarkan SNI 03-6197-2000 yang mengatur mengenai penghematan energi dalam sistem pencahayaan bangunan. Pedoman ini memberikan aturan terkait dengan intensitas pencahayaan bangunan. Pedoman ini memberikan aturan terkait dengan intensitas pencahayaan yang disarankan serta prinsip dalam pemanfaatan cahaya alami untuk meningkatkan efisiensi energi serta kenyamanan visual di dalam ruangan. Sesuai dengan pedoman tersebut, pencahayaan alami yang ideal harus dapat memenuhi kebutuhan iluminasi (lux) sesuai dengan karakter ruang tanpa menimbulkan silau (*glare*) atau ketidakmerataan distribusi cahaya. Setiap kategori ruang memiliki kebutuhan tingkat pencahayaan yang berbeda, contohnya ruang belajar, ruang kerja, dan ruang hunian yang umumnya memerlukan tingkat iluminasi antara 250–350 lux untuk mendukung aktivitas visual secara maksimal. Oleh karena itu, penting dilakukan analisis terhadap kinerja pencahayaan alami untuk memastikan bahwa kondisi pencahayaan dalam ruangan memenuhi standar yang telah ditentukan.

Adapun SNI 03-6575-2001 menjelaskan bahwa pencahayaan alami dinyatakan memenuhi syarat apabila cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruang antara pukul 08.00 hingga 16.00 waktu setempat serta distribusi cahaya merata tanpa menimbulkan silau yang mengganggu kegiatan penghuni. Pemenuhan standar pencahayaan alami juga berkenaan dengan aspek kenyamanan visual yang

meliputi tingkat iluminasi, keseragaman pencahayaan, serta pengendalian silau. Oleh karena itu, desain pencahayaan alami dalam kamar tidur harus mempertimbangkan tidak hanya intensitas cahaya, tetapi juga kualitas distribusi dan kenyamanan visual.

Sedangkan pada Regulasi nasional Indonesia memperkuat pentingnya pencahayaan yang memadai dalam bangunan. Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung Pasal 23 menyatakan bahwa setiap bangunan harus memenuhi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan bagi pengguna. Ketentuan tersebut diperluas dalam Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021, yang mengatur bahwa desain bangunan wajib memperhatikan aspek kesehatan dan efisiensi energi, terutama sistem pencahayaan yang memadai.

2.5 Studi Preseden

Pada tahap ini dilakukan kajian terhadap beberapa bangunan pembanding yang memiliki kesamaan fungsi, pendekatan desain, maupun permasalahan pencahayaan dengan objek penelitian. Peninjauan tersebut bertujuan untuk memahami penerapan elemen fasad, sistem *shading device*, serta strategi pengendalian cahaya alami yang telah diterapkan pada bangunan lain. Hasil kajian ini kemudian menjadi dasar pertimbangan dalam proses redesain agar diperoleh solusi desain yang lebih efektif, nyaman, dan sesuai dengan kondisi iklim setempat.

2.5.1 *Shading Device* Desain Model 1

Desain model 1 mengacu pada bangunan yang menerapkan konsep *shading device* berupa panel louver eksternal dengan susunan kisi horizontal pada bagian fasade. Konsep ini dipilih karena memiliki kesamaan konsep desain yaitu sebagai peneduh pasif yang berfungsi mengurangi intensitas cahaya matahari langsung, menjaga privasi penghuni, serta tetap memungkinkan masuknya sirkulasi udara alami ke dalam ruang. Salah satu contoh bangunan yang menerapkannya yaitu *Shutter House*.



Gambar 2.7. Penerapan Shading pada Shutter House
Sumber : Google, 2026

Identitas Bangunan :

- Nama Bangunan : Shutter House
Lokasi : Australia
Arsitek : State of Kin Architects
Fungsi : Rumah Tinggal / Residential
Konsep Bangunan : Modern Tropical House
Sistem Fasad : Operable External Shutter
Material Utama : Aluminium

Shutter House merupakan bangunan hunian yang berlokasi di Australia dan dirancang oleh *State of Kin Architects*. Bangunan ini difungsikan sebagai rumah tinggal modern yang dirancang untuk memberikan kenyamanan penghuni terhadap kondisi iklim setempat. Selain sebagai tempat tinggal, bangunan ini juga dirancang agar fasad mampu berperan aktif dalam merespon panas matahari dan kebutuhan privasi ruang. Penggunaan shutter pada fasad berfungsi sebagai pengendali cahaya matahari, menjaga privasi penghuni, meningkatkan kenyamanan termal, serta menciptakan tampilan bangunan yang dinamis. Susunan kisi horizontal juga tetap memberikan celah udara, sehingga ventilasi alami tetap berlangsung meskipun panel berada pada posisi tertutup.

Elemen *shutter* pada bangunan ini menggunakan material yang ringan namun tetap kuat untuk penggunaan luar ruang. Rangka panel umumnya memakai aluminium agar mudah dibuka dan ditutup tanpa membebani engsel maupun struktur dinding. Sementara bagian kisi menggunakan aluminium louver yang

disusun horizontal. Pemilihan material tersebut memberikan ketahanan terhadap cuaca, tampilan modern, serta kebutuhan perawatan yang relatif rendah. Selain itu, finishing eksterior digunakan agar panel lebih tahan terhadap panas matahari, hujan, dan kelembaban.

2.5.2 *Shading Device* Desain Model 2

Desain model 2 menggunakan sistem shading device berupa panel geser horizontal pada fasad bangunan yang dapat diatur oleh pengguna. Panel tersebut dapat disesuaikan posisi bukaannya untuk mengontrol intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang. Selain itu, sistem ini juga dapat disesuaikan untuk menjaga privasi penghuni tanpa menghambat masuknya udara dan pencahayaan alami. Salah satu contoh bangunan yang menerapkannya yaitu *Tietgenkollegiet* atau *Tietgen Student Hall of Residence*.



Gambar 2.8. Penerapan *Shading* pada *Tietgen Student Hall of Residence*
Sumber : Google, 2026

Identitas Bangunan	:
Nama Bangunan	: Tietgenkollegiet (Tietgen Student Hall of Residence)
Fungsi	: Asrama Mahasiswa / Student Housing
Lokasi	: Orestad, Copenhagen, Denmark
Arsitek	: Lundgaard & Tranberg Architects
Tahun Selesai	: 2006
Luas Bangunan	: ± 26.800 m ²
Jumlah Unit Hunian	: ± 360 kamar mahasiswa

Tietgenkollegiet atau *Tietgen Student Hall of Residence* merupakan bangunan asrama mahasiswa yang berlokasi di Orestad, Copenhagen, Denmark. *Tietgenkollegiet* dikenal sebagai salah satu contoh terbaik desain *student housing modern* karena mampu menggabungkan kenyamanan hunian, interaksi sosial, dan kualitas arsitektur yang tinggi. Bangunan ini difungsikan sebagai hunian mahasiswa yang menyediakan kamar tinggal individual serta berbagai fasilitas bersama. Fasilitas penunjang meliputi ruang komunal, dapur bersama, ruang belajar, area santai, serta halaman tengah (*courtyard*). Konsep ini dirancang agar penghuni tetap memiliki ruang privat namun tetap mendorong interaksi sosial antar mahasiswa. Bangunan memiliki bentuk massa melingkar dengan bukaan *façade* yang ritmis dan dinamis. Bentuk ini memungkinkan distribusi cahaya alami yang merata dan menciptakan ruang tengah sebagai pusat aktivitas penghuni. Sistem sirkulasi dirancang efisien dengan koridor yang menghubungkan kamar ke ruang bersama dan akses vertikal.

Salah satu elemen utama bangunan ini adalah pengolahan fasad yang ekspresif dan fungsional. Fasad menggunakan komposisi bukaan jendela dengan modul berulang yang dipadukan elemen kayu sebagai lapisan luar bangunan.

Shading device pada bangunan ini menggunakan panel kayu horizontal modular yang berfungsi sebagai pengendali sinar matahari langsung, mengurangi silau (*glare*) pada ruang dalam, peningkatan privasi penghuni kamar, elemen estetika *façade*, dan penguat identitas bangunan hunian modern. Material *shading* pada bangunan ini secara umum menggunakan kayu olahan atau *hardwood exterior grade* yang dirancang tahan terhadap cuaca luar ruang. Jenis material ini lazim digunakan di negara Eropa karena memiliki ketahanan baik terhadap suhu rendah, hujan, dan kelembaban. Panel kayu dipasang pada rangka pendukung seperti aluminium sehingga struktur tetap kuat dan stabil. Material kayu tersebut umumnya dilapisi finishing anti-UV dan anti-lembab agar lebih tahan lama.

2.5.3 Analisis Penerapan Studi Preseden pada Redesain

Pada desain *shading device* model 1, acuan perancangan mengarah pada Shutter House, Australia karya *State of Kin Architects*, yang menerapkan panel louver eksternal sebagai *shading device* pada bangunan. Elemen tersebut berfungsi sebagai pengendali cahaya matahari, pelindung privasi ruang dalam, sekaligus pembentuk karakter fasad bangunan. Dalam penerapannya pada redesain, konsep tersebut dikembangkan menjadi panel kisi horizontal yang ditempatkan di depan bukaan jendela kamar. Susunan kisi dirancang untuk mereduksi panas matahari tanpa menutup aliran udara alami ke dalam ruang. Selain itu, penggunaan panel kisi juga memberikan tingkat privasi yang lebih baik bagi penghuni, terutama pada kamar yang berhadapan langsung dengan area luar bangunan. Dengan demikian, desain model 1 tidak hanya berfungsi sebagai elemen peneduh, tetapi juga sebagai pengatur kenyamanan visual ruang dalam.

Apabila dibandingkan dengan bangunan *Shutter House*, terdapat beberapa penyesuaian mendasar. Pada aspek material, *shading device* pada bangunan Shutter House menggunakan material aluminium sebagai elemen utama. Pada redesain, material aluminium tersebut tetap digunakan, namun dikembangkan dengan sistem konstruksi yang lebih detail melalui kombinasi aluminium louver dan rangka hollow. Penyesuaian ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan struktur, kemudahan pemasangan, serta ketahanan terhadap kondisi iklim tropis yang panas dan lembab. Selain itu, desain pada redesain juga lebih menekankan pada aspek kinerja pencahayaan alami, sehingga tidak hanya mempertimbangkan bentuk dan fungsi *shading*, tetapi juga kemampuan dalam mengontrol intensitas cahaya agar tetap berada dalam rentang kenyamanan visual.

Pada desain *shading device* model 2, acuan perancangan merujuk pada *Tietgenkollegiet*, Copenhagen, Denmark, yang merupakan bangunan hunian mahasiswa dengan pengolahan fasad modern melalui elemen pelindung bukaan. Bangunan tersebut menunjukkan bahwa *shading device* tidak hanya berfungsi sebagai respon terhadap iklim, tetapi juga sebagai bagian dari pembentukan identitas arsitektural bangunan. Konsep tersebut kemudian diadaptasi ke dalam redesain model 2 melalui penggunaan panel geser horizontal pada fasad

bangunan. Sistem panel geser memungkinkan penghuni mengatur tingkat keterbukaan *shading* sesuai kebutuhan pencahayaan, arah datang matahari, serta kebutuhan privasi ruang. Dengan demikian, desain model 2 memiliki karakter yang lebih adaptif dan fleksibel terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Jika dibandingkan dengan bangunan *Tietgenkollegiet* memiliki bentuk massa bangunan melingkar dengan komposisi fasad yang mengikuti orientasi berbeda pada setiap sisi bangunan. Sementara itu, bangunan asrama Universitas Muhammadiyah Semarang memiliki bentuk massa linear bertingkat empat dengan fasad memanjang dan modul kamar yang repetitif. Oleh sebab itu, penerapan konsep pada redesain disederhanakan menjadi panel geser linear yang lebih mudah dipasang, dioperasikan, dan dirawat. Penyesuaian ini dilakukan agar sistem *shading* tetap realistis dari sisi konstruksi serta sesuai dengan kebutuhan bangunan eksisting.

Pada redesain *shading device* desain model 2, material yang digunakan mengalami penyesuaian dari bangunan *Tietgenkollegiet* agar lebih sesuai dengan kebutuhan bangunan asrama dan kondisi iklim tropis. Jika pada bangunan *Tietgenkollegiet* elemen fasad umumnya menggunakan material panel kayu, baja maka pada redesain ini dipilih material yang lebih ringan, tahan cuaca, serta mudah dalam perawatan. Rangka utama panel menggunakan besi hollow galvanis yang berfungsi sebagai struktur penopang panel. Material ini dipilih karena memiliki kekuatan yang baik serta tahan terhadap korosi akibat lapisan galvanis. Pada bagian peneduh digunakan sirip louver aluminium adjustable yang disusun horizontal. Aluminium dipilih karena tidak mudah berkarat dan sesuai digunakan pada sistem panel geser.