

BAB V

SIMULASI DESAIN *SHADING* DEVICE

5.1. Metode Simulasi Shading Device

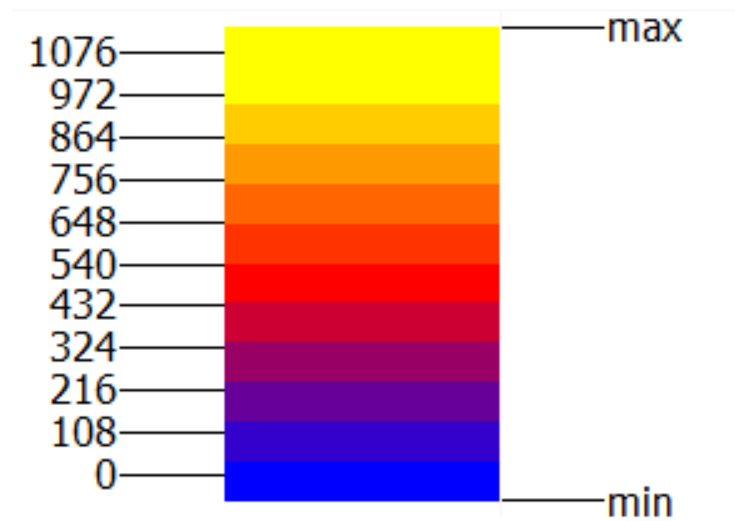
Simulasi pencahayaan alami dilakukan untuk menilai kinerja shading device dalam mengontrol intensitas radiasi matahari yang memasuki ruang serta pengaruhnya terhadap distribusi iluminasi. Analisis dilakukan menggunakan metode *daylight analysis* pada perangkat lunak Autodesk Revit. Pengujian menggunakan tanggal 21 Maret yang merepresentasikan kondisi *equinox*, yaitu ketika posisi matahari berada di sekitar garis khatulistiwa sehingga distribusi radiasi matahari relatif seimbang antara.

Pengujian dilakukan pada rentang waktu 06.00–18.00 guna merepresentasikan perubahan posisi matahari dari waktu terbit hingga terbenam (Reinhart & Walkenhorst, 2001) sehingga perubahan distribusi pencahayaan alami di dalam ruang dapat diamati sepanjang periode siang hari. Evaluasi kinerja *shading device* dilakukan melalui dua skenario, yaitu kondisi *shading device* tertutup dan kondisi terbuka. Perbandingan kedua kondisi tersebut bertujuan untuk melihat sejauh mana elemen peneduh yang dirancang mampu mengendalikan intensitas cahaya alami yang masuk ke dalam ruang serta mempengaruhi distribusi iluminasi pada setiap lantai bangunan. Hasil simulasi pada masing-masing kondisi kemudian disajikan dan dianalisis pada subbab berikut.

5.1.1. Hasil Simulasi Kondisi Shading Terbuka

Simulasi pada kondisi *shading device* terbuka bertujuan untuk mengetahui perubahan distribusi pencahayaan alami ketika panel peneduh memberikan bukaan yang lebih besar terhadap masuknya cahaya matahari. Kondisi ini merepresentasikan situasi ketika ruang membutuhkan pencahayaan alami yang lebih tinggi, dengan panel membentuk bidang horizontal menyerupai visor yang

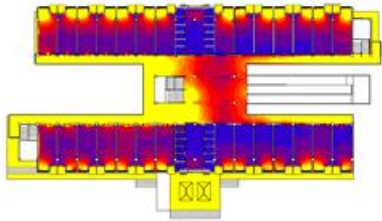
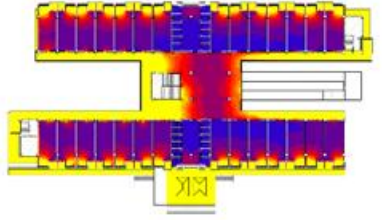
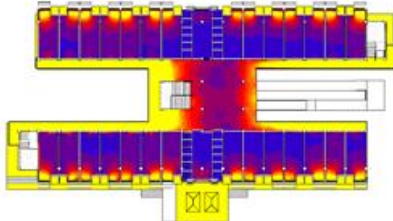
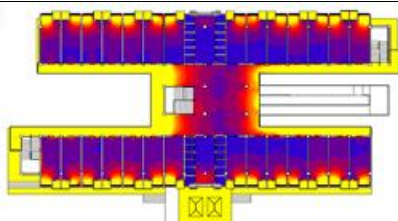
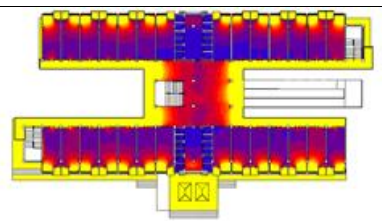
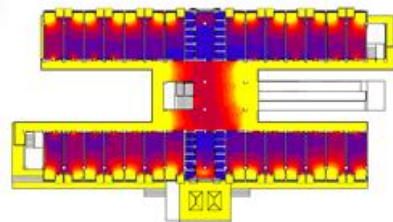
tetap mereduksi cahaya langsung berlebih namun memaksimalkan penetrasi cahaya difus.

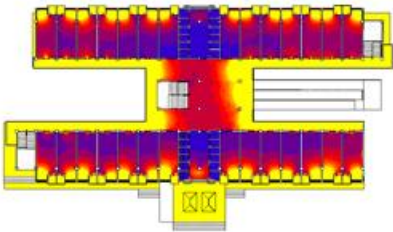
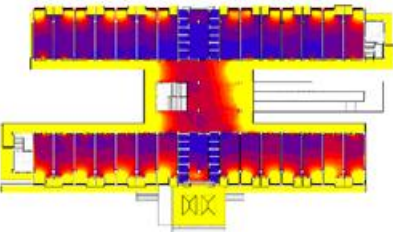
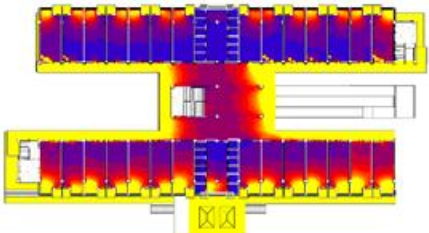
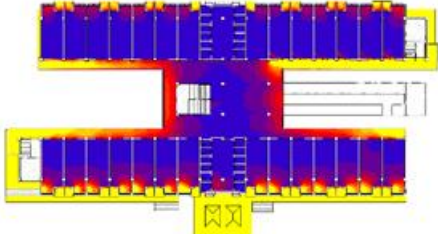
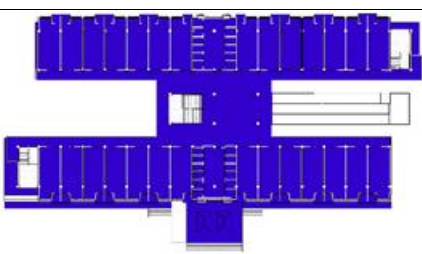
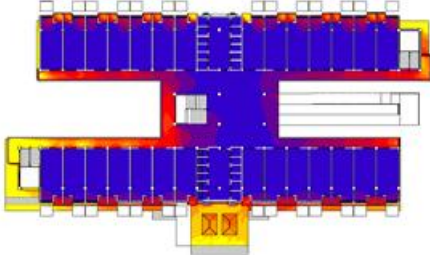


Gambar 5. 1 Legenda Warna semu pada simulasi daylight

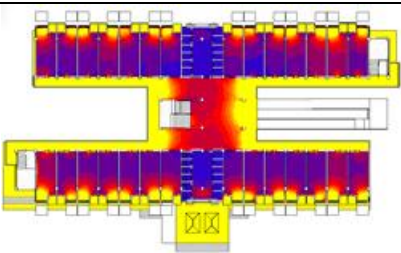
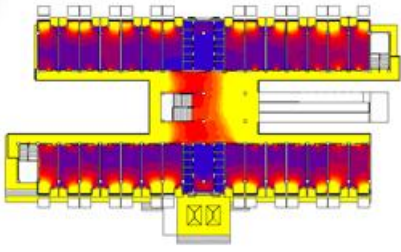
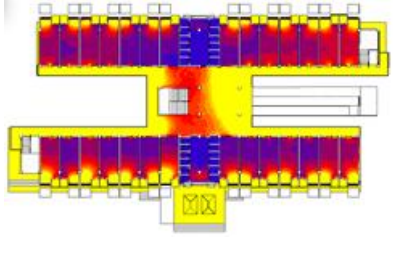
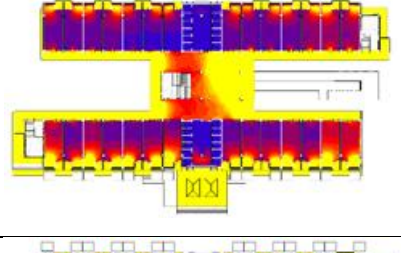
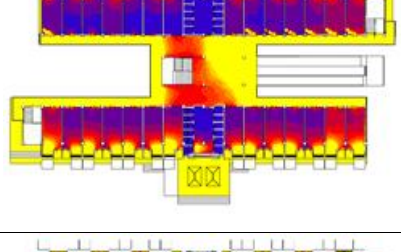
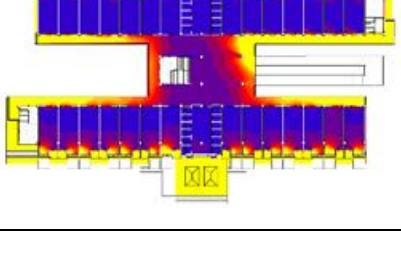
Tabel 5. 1. Simulasi Redesain Skenario Terbuka Tanggal 21 Mei

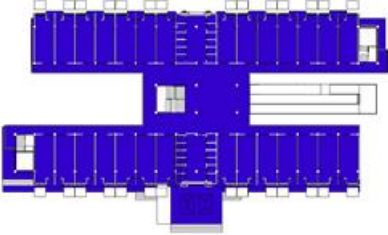
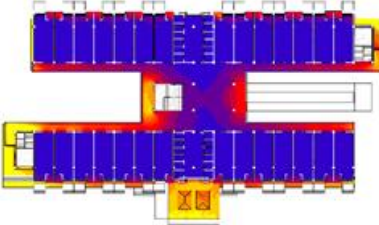
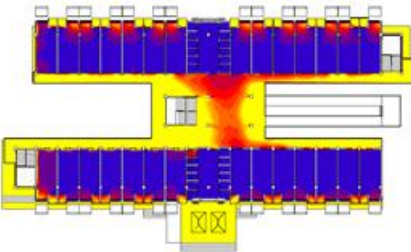
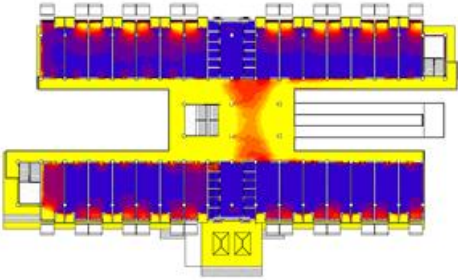
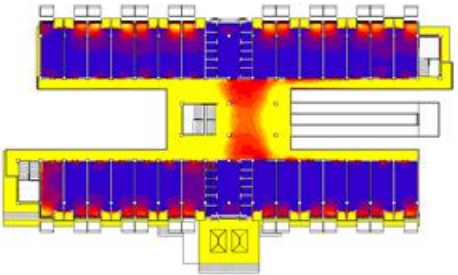
Tangga l	jam	lanta i	Standar SNI (lux)	Hasil revit Daylight (lux)	Diagaram Revit Daylight
21 Mei 2025	06.00	2	250-300	108 – 216	
21 Mei 2025	07.00	2	250-300	216 – 432	

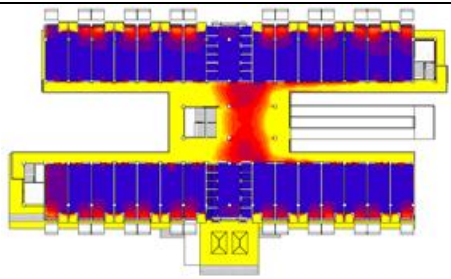
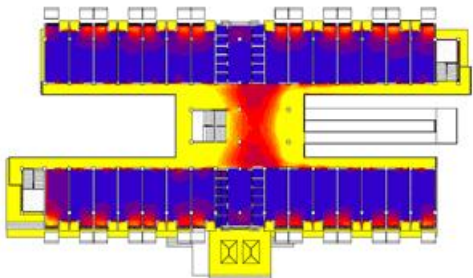
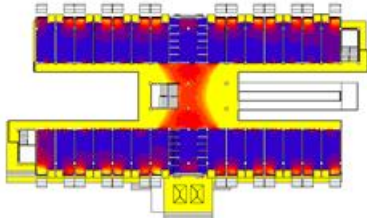
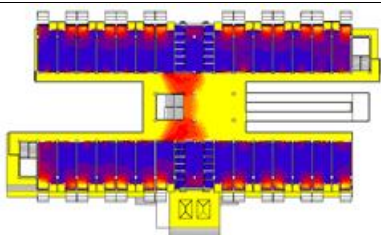
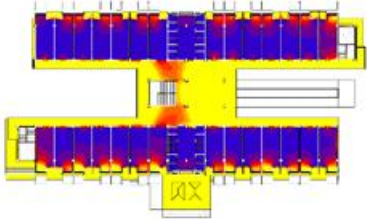
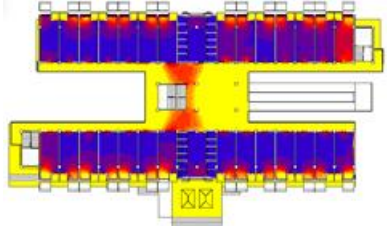
21 Mei 2025	08.00	2	250-300	432 – 648	
21 Mei 2025	09.00	2	250-300	540 – 864	
21 Mei 2025	10.00	2	250-300	648 – 972	
21 Mei 2025	11.00	2	250-300	756 – 1076	
21 Mei 2025	12.00	2	250-300	864 – 1076	
21 Mei 2025	13.00	2	250-300	756 – 972	

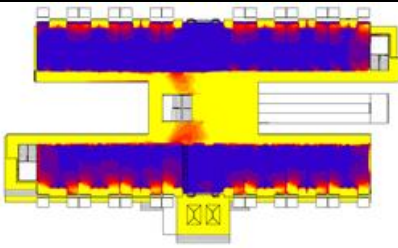
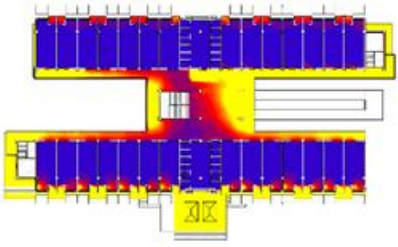
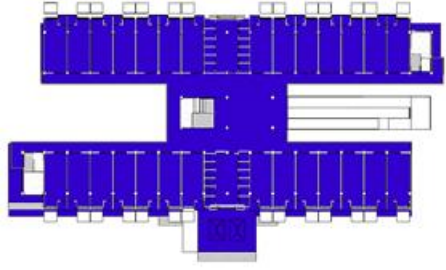
21 Mei 2025	14.00	2	250-300	648 – 864	
21 Mei 2025	15.00	2	250-300	432 – 648	
21 Mei 2025	16.00	2	250-300	324 – 540	
21 Mei 2025	17.00	2	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	18.00	2	250-300	108 – 216	
21 Mei 2025	06.00	3	250-300	108 – 216	

21 Mei 2025	07.00	3	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	08.00	3	250-300	432 – 756	
21 Mei 2025	09.00	3	250-300	540 – 864	
21 Mei 2025	10.00	3	250-300	648 – 972	
21 Mei 2025	11.00	3	250-300	756 – 1076	

21 Mei 2025	12.00	3	250-300	864 – 1076	
21 Mei 2025	13.00	3	250-300	756 – 972	
21 Mei 2025	14.00	3	250-300	648 – 864	
21 Mei 2025	15.00	3	250-300	432 – 648	
21 Mei 2025	16.00	3	250-300	324 – 540	
21 Mei 2025	17.00	3	250-300	216 – 432	

21 Mei 2025	18.00	3	250-300	108 – 216	
21 Mei 2025	06.00	4	250-300	108 – 216	
21 Mei 2025	07.00	4	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	08.00	4	250-300	540 – 756	
21 Mei 2025	09.00	4	250-300	648 – 972	

21 Mei 2025	10.00	4	250-300	756 – 1076	
21 Mei 2025	11.00	4	250-300	864 – 1076	
21 Mei 2025	12.00	4	250-300	972 – 1076	
21 Mei 2025	13.00	4	250-300	864 – 1076	
21 Mei 2025	14.00	4	250-300	648 – 972	
21 Mei 2025	15.00	4	250-300	432 – 756	

21 Mei 2025	16.00	4	250-300	324 – 540	
21 Mei 2025	17.00	4	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	18.00	4	250-300	108 – 216	

Hasil simulasi iluminasi ruang pada kondisi *shading device* terbuka untuk tanggal 21 Maret (ekuinoks) ditunjukkan pada Tabel 5.1, sedangkan distribusi pencahayaan divisualisasikan melalui gambar *false color* pada Gambar 5.1 (mengacu pada legenda *false-color* pada Figure 9). Simulasi dilakukan dari pukul 06.00 hingga 18.00 WIB untuk mengamati dinamika pencahayaan diurnal pada lantai 2, 3, dan 4. Visualisasi tersebut memperlihatkan peningkatan intensitas cahaya alami yang masuk ke dalam ruang, terutama pada area yang berdekatan dengan bukaan.

Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 5.1, kondisi *shading device* terbuka memungkinkan pencahayaan alami masuk lebih besar ke dalam ruang sehingga tingkat iluminasi meningkat dibandingkan kondisi tertutup. Pada lantai 2, pagi hari pukul 06.00–07.00 menunjukkan iluminasi 108–432 lux (di bawah SNI 250–300 lux), namun meningkat signifikan pada pukul 08.00–09.00 ke rentang 432–864 lux. Puncak iluminasi terjadi pukul 11.00–13.00 dengan nilai 756–1076 lux (zona merah hingga putih pada *false color*), mengindikasikan potensi silau tinggi di dekat

bukaan. Menjelang sore, intensitas turun ke 324–648 lux dan kembali di bawah 300 lux setelah pukul 17.00. Pola ini menunjukkan bahwa meskipun distribusi cahaya lebih merata, area dekat bukaan tetap mengalami kelebihan iluminasi pada jam puncak.

Pada lantai 3, intensitas tercatat lebih tinggi dengan puncak lebih cepat, yakni pukul 10.00–13.00 pada rentang 648–1076 lux, akibat tidak adanya penghalang vertikal. Lantai 4, sebagai lantai tertinggi, menerima paparan paling intens dengan puncak iluminasi 756–1076 lux berlangsung lebih panjang (pukul 10.00–14.00). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun *shading* terbuka berfungsi, elevasi bangunan yang lebih tinggi menyebabkan zona dekat bukaan pada lantai 3 dan 4 sangat berisiko menimbulkan *discomfort glare* pada rentang pukul 10.00–14.00. Secara keseluruhan, skenario terbuka meningkatkan distribusi cahaya ke bagian dalam ruang secara signifikan, namun tetap memerlukan mitigasi tambahan pada jam-jam puncak.

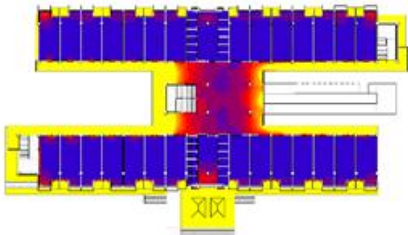
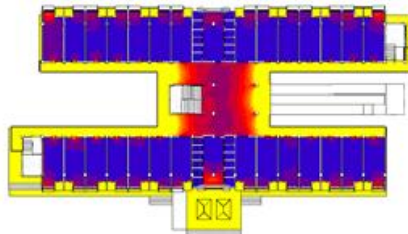
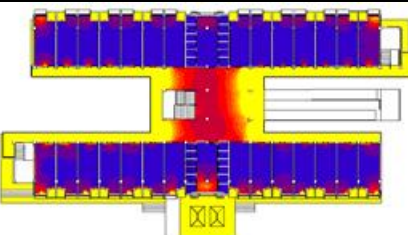
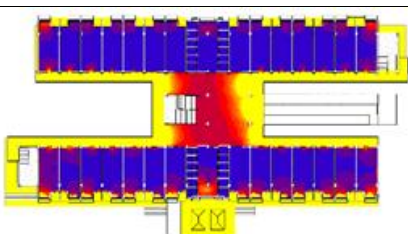
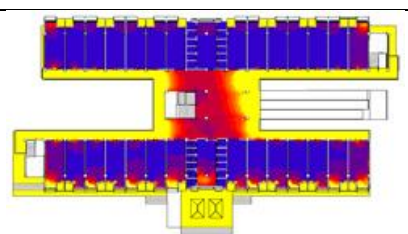
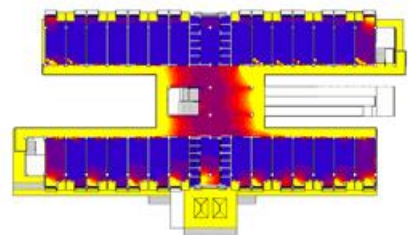
5.1.2. Hasil Simulasi Kondisi Shading Tertutup

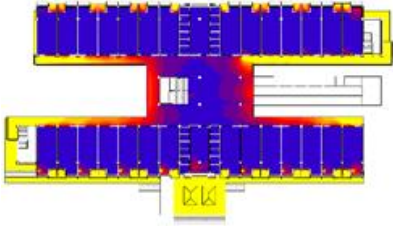
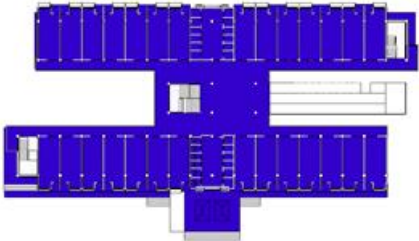
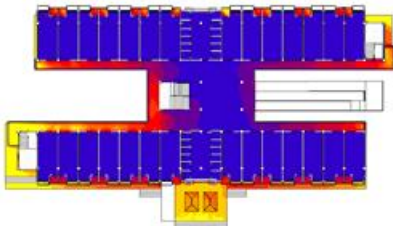
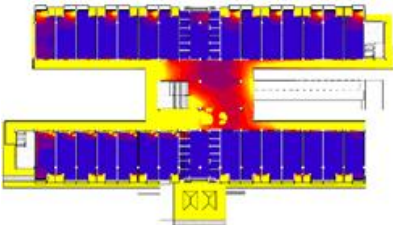
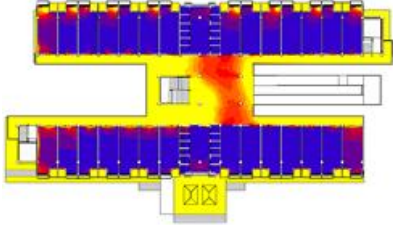
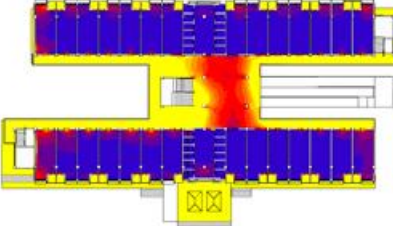
Simulasi pada kondisi *shading device* tertutup dilakukan untuk melihat kinerja elemen peneduh ketika panel berada pada posisi maksimal dalam menghalangi radiasi matahari langsung. Pada kondisi ini, panel diatur sepenuhnya menutup bukaan sehingga hanya cahaya difus yang dapat masuk melalui celah-celah kecil, dengan harapan mampu mereduksi intensitas cahaya berlebih dan membuat distribusi pencahayaan alami di dalam ruang menjadi lebih terkendali.

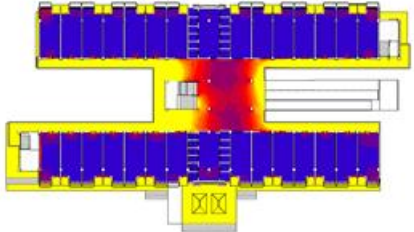
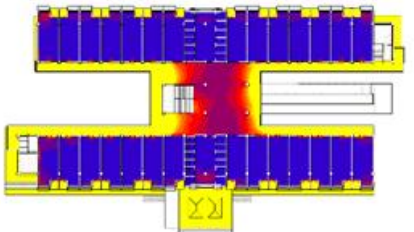
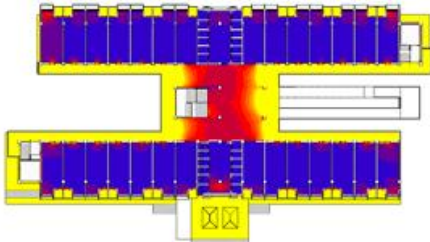
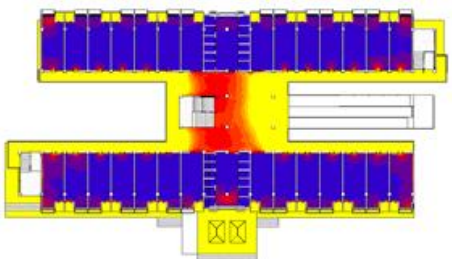
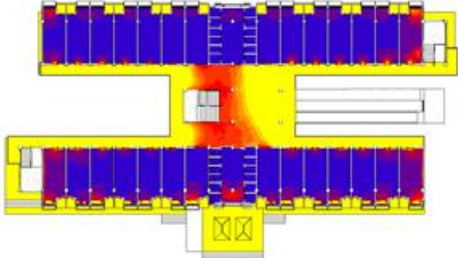
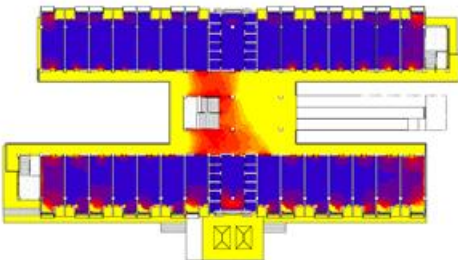
Hasil simulasi iluminasi ruang pada kondisi *shading device* tertutup ditunjukkan pada Tabel 5.2, sedangkan distribusi pencahayaan divisualisasikan melalui gambar *false color* pada Gambar 5.2. Visualisasi tersebut memperlihatkan variasi distribusi nilai iluminasi pada setiap lantai bangunan, khususnya pada area yang berdekatan dengan bukaan.

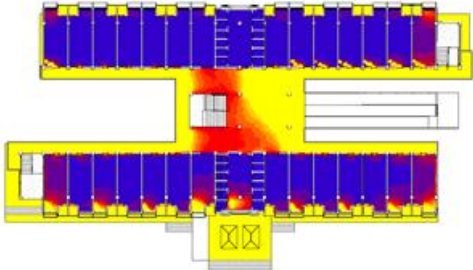
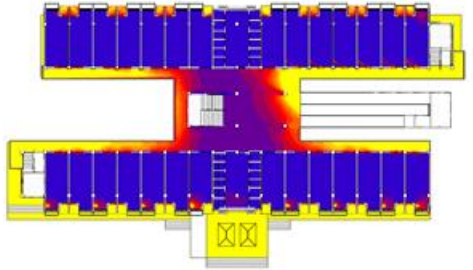
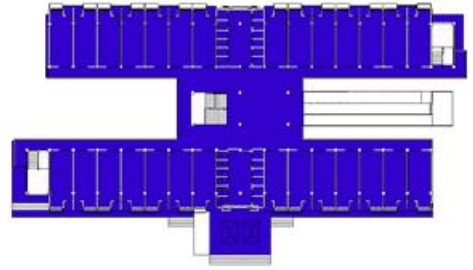
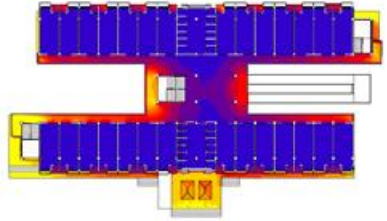
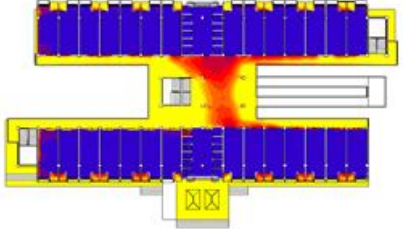
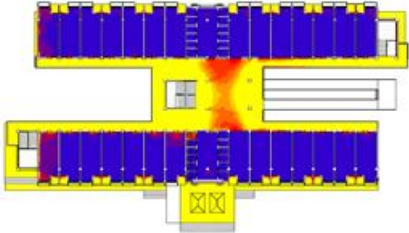
Tabel 5. 2. Simulasi Redesain Skenario Tertutup Tanggal 21 Mei

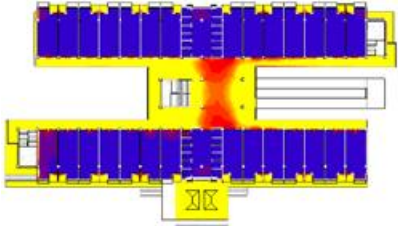
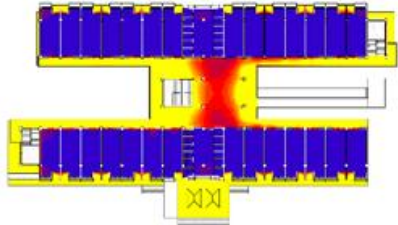
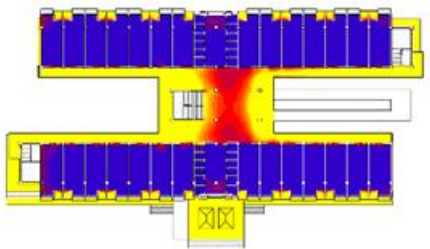
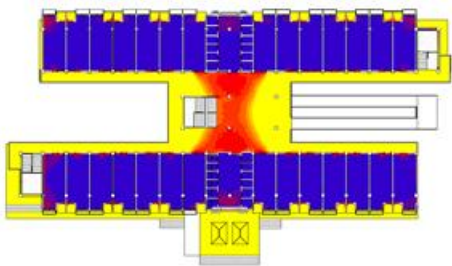
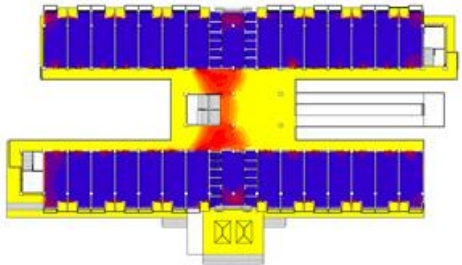
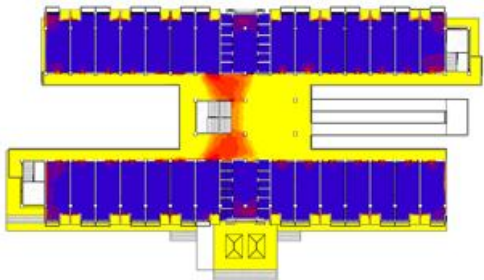
Tangga I	jam	lantai	Standar SNI (lux)	Hasil revit Daylight (lux)	Diagaram Revit Daylight
21 Mei 2025	06.00	2	250-300	108 – 216	
21 Mei 2025	07.00	2	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	08.00	2	250-300	324 – 540	
21 Mei 2025	09.00	2	250-300	432 – 756	
21 Mei 2025	10.00	2	250-300	540 – 864	

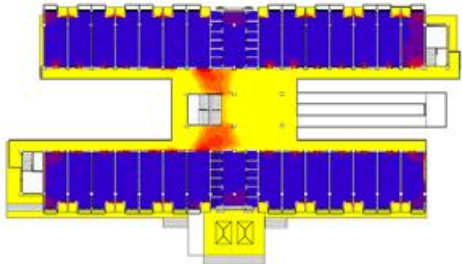
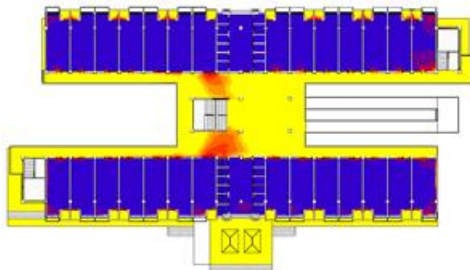
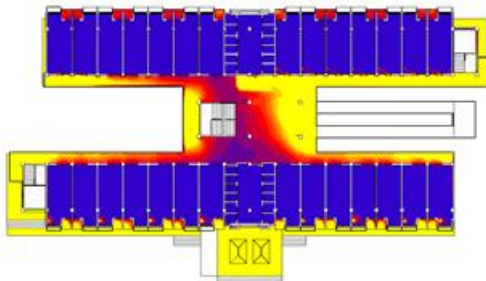
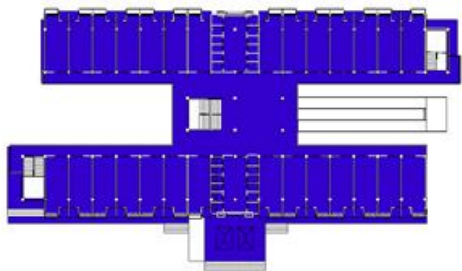
21 Mei 2025	11.00	2	250-300	648 – 972	
21 Mei 2025	12.00	2	250-300	756 – 1076	
21 Mei 2025	13.00	2	250-300	648 – 972	
21 Mei 2025	14.00	2	250-300	540 – 864	
21 Mei 2025	15.00	2	250-300	432 – 648	
21 Mei 2025	16.00	2	250-300	324 – 540	

21 Mei 2025	17.00	2	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	18.00	2	250-300	108 – 216	
21 Mei 2025	06.00	3	250-300	108 – 216	
21 Mei 2025	07.00	3	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	08.00	3	250-300	324 – 540	
21 Mei 2025	09.00	3	250-300	432 – 756	

21 Mei 2025	10.00	3	250-300	540 – 864	
21 Mei 2025	11.00	3	250-300	648 – 972	
21 Mei 2025	12.00	3	250-300	756 – 1076	
21 Mei 2025	13.00	3	250-300	648 – 972	
21 Mei 2025	14.00	3	250-300	540 – 864	
21 Mei 2025	15.00	3	250-300	432 – 648	

21 Mei 2025	16.00	3	250-300	324 – 540	
21 Mei 2025	17.00	3	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	18.00	3	250-300	108 – 216	
21 Mei 2025	06.00	4	250-300	108 – 216	
21 Mei 2025	07.00	4	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	08.00	4	250-300	432 – 648	

21 Mei 2025	09.00	4	250-300	540 – 864	
21 Mei 2025	10.00	4	250-300	648 – 972	
21 Mei 2025	11.00	4	250-300	756 – 1076	
21 Mei 2025	12.00	4	250-300	756 – 1076	
21 Mei 2025	13.00	4	250-300	648 – 972	
21 Mei 2025	14.00	4	250-300	540 – 864	

21 Mei 2025	15.00	4	250-300	432 – 648	
21 Mei 2025	16.00	4	250-300	324 – 540	
21 Mei 2025	17.00	4	250-300	216 – 432	
21 Mei 2025	18.00	4	250-300	108 – 216	

Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 5.2, penerapan *shading device* dalam kondisi tertutup menunjukkan adanya penurunan intensitas cahaya langsung pada area dekat bukaan dibandingkan dengan kondisi tanpa pengendalian cahaya. Distribusi iluminasi pada ruang menjadi lebih terkontrol, meskipun masih terdapat variasi tingkat pencahayaan pada beberapa area ruang. Pada lantai 2, pagi hari pukul 06.00–07.00 mencatat iluminasi 108–432 lux, lebih rendah dari skenario terbuka. Puncak iluminasi terjadi pukul 11.00–13.00 dengan nilai 648–1076 lux, namun durasinya lebih pendek. Pada pukul 14.00–16.00, iluminasi turun ke 324–864 lux,

menunjukkan efektivitas panel dalam meredam intensitas puncak tanpa menghalangi cahaya sepenuhnya.

Lantai 3 menunjukkan pola serupa dengan intensitas sedikit lebih tinggi: pukul 08.00–10.00 berkisar 324–864 lux, dan puncak pukul 11.00–13.00 pada 648–1076 lux. Setelah pukul 14.00, iluminasi turun ke 324–648 lux. Dibanding lantai 2, lantai 3 menerima paparan lebih intens pada pagi hingga siang, namun tetap lebih rendah dibanding skenario terbuka. Pada lantai 4, sebagai lantai tertinggi, pola yang paling redup teramati: pukul 06.00–08.00 hanya mencapai 108–648 lux, dengan puncak singkat pukul 10.00–13.00 pada 648–1076 lux. Setelah pukul 14.00, iluminasi turun drastis ke 324–648 lux. Temuan ini mengindikasikan bahwa pada lantai 4, *shading* tertutup terlalu agresif dalam menghalangi cahaya, menyebabkan ruang kurang sebagian terang pada besar waktu, terutama pagi dan sore hari.

Secara keseluruhan, skenario tertutup efektif mereduksi risiko silau, terutama pada jam-jam puncak. Namun, konsekuensinya adalah penurunan signifikan ketersediaan cahaya alami di bagian dalam ruang, khususnya pada lantai 4, yang berpotensi meningkatkan ketergantungan pada pencahayaan buatan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem *shading device* yang dirancang memiliki kemampuan adaptif—dengan perbedaan kinerja yang jelas antara kondisi terbuka dan tertutup—dalam mengatur jumlah cahaya alami sesuai kebutuhan ruang, meskipun optimasi lebih lanjut diperlukan untuk periode dengan sudut matahari rendah.

5.2. Perbandingan Efektivitas Shading Device kondisi tertutup dan terbuka

Setelah melakukan analisis terhadap simulasi pencahayaan alami pada kedua skenario, yaitu kondisi *shading device* terbuka dan tertutup untuk tanggal 21 Maret (ekuinox), selanjutnya dilakukan perbandingan untuk mengevaluasi efektivitas masing-masing konfigurasi dalam mengelola distribusi iluminasi ruang. Perbandingan ini mencakup aspek pola distribusi cahaya, tingkat iluminasi yang dicapai, durasi puncak pencahayaan, serta potensi risiko silau pada setiap lantai bangunan.

5.2.1. Perbandingan Pola Distribusi Iluminasi Antar Lantai

Berdasarkan hasil simulasi yang ditampilkan pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2, terdapat perbedaan signifikan dalam pola distribusi iluminasi antara kondisi terbuka dan tertutup pada setiap lantai. Pada lantai 2, kondisi terbuka menghasilkan iluminasi puncak 756–1076 lux pada pukul 11.00–13.00, sementara kondisi tertutup mencapai puncak 648–1076 lux pada periode yang sama. Meskipun rentang nilai puncak relatif serupa, durasi iluminasi tinggi pada kondisi terbuka lebih panjang. Pada pagi hari (pukul 08.00–09.00), kondisi terbuka mencapai 432–864 lux, sedangkan kondisi tertutup hanya mencapai 324–540 lux. Hal ini menunjukkan bahwa *shading* terbuka memungkinkan penetrasi cahaya lebih besar pada pagi hari.

Pada lantai 3, perbedaan semakin terlihat. Kondisi terbuka mencapai puncak lebih cepat (pukul 10.00–13.00) dengan nilai 648–1076 lux, sementara kondisi tertutup mencapai puncak pada pukul 11.00–13.00 dengan rentang yang sama. Pada pukul 08.00–09.00, kondisi terbuka mencatat 432–756 lux, sedangkan kondisi tertutup hanya 324–540 lux. Hal ini mengindikasikan bahwa pada lantai 3, *shading* terbuka memberikan kontribusi cahaya lebih signifikan di luar jam puncak.

Pada lantai 4, perbedaan paling kontras teramati. Kondisi terbuka menghasilkan iluminasi tinggi dengan durasi panjang, yakni pukul 10.00–14.00 pada rentang 756–1076 lux, dan bahkan pada pukul 08.00–09.00 telah mencapai 540–972 lux. Sebaliknya, kondisi tertutup hanya mencapai puncak singkat pada pukul 10.00–13.00 dengan nilai 648–1076 lux, sementara pada pagi dan sore hari iluminasi cenderung rendah (108–648 lux). Hal ini menunjukkan bahwa pada lantai tertinggi, *shading* tertutup terlalu agresif dalam menghalangi cahaya, sementara *shading* terbuka justru berpotensi menimbulkan kelebihan iluminasi pada jam puncak.

5.2.2. Perbandingan Tingkat Iluminasi terhadap Standar SNI

Standar SNI 03-2396-2001 merekomendasikan tingkat iluminasi alami untuk kenyamanan visual pada ruang tidur sebesar 120–250 lux, sementara untuk aktivitas membaca dan belajar dibutuhkan minimal 300 lux pada area kerja. Berdasarkan standar tersebut, kinerja kedua skenario dapat dievaluasi sebagai berikut:

Pada kondisi terbuka, area dekat bukaan pada semua lantai mengalami iluminasi jauh di atas standar pada rentang pukul 09.00–15.00, dengan nilai mencapai 540 hingga >1076 lux. Hal ini berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan visual jika tidak dikelola lebih lanjut. Namun demikian, bagian dalam ruang menerima penetrasi cahaya lebih baik, dengan area yang sebelumnya gelap (di bawah 216 lux) menjadi lebih terang, terutama pada lantai 2 dan 3.

Pada kondisi tertutup, area dekat bukaan mengalami iluminasi lebih rendah, dengan puncak 648–1076 lux pada jam-jam tertentu namun dengan durasi lebih pendek. Bagian dalam ruang cenderung lebih gelap, terutama pada lantai 4 yang mencatat iluminasi di bawah 216 lux pada pagi dan sore hari. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun risiko silau berkurang, ketersediaan cahaya untuk aktivitas di dalam ruang menjadi terbatas.

5.2.3. Perbandingan Potensi Risiko Silau

Risiko silau (*glare*) berkaitan erat dengan tingkat iluminasi tinggi di area pandang, terutama pada zona dekat bukaan. Berdasarkan legenda *false-color* pada Gambar 5.1 nilai iluminasi di atas 864 lux (zona kuning hingga putih) diindikasikan berpotensi menimbulkan silau.

Pada kondisi terbuka, zona dengan iluminasi >864 lux teramati secara konsisten pada:

- Lantai 2: pukul 11.00–13.00
- Lantai 3: pukul 10.00–13.00
- Lantai 4: pukul 08.00–14.00 (durasi terpanjang)

Pada kondisi tertutup, zona >864 lux hanya muncul pada jam puncak dengan durasi lebih pendek:

- Lantai 2: pukul 11.00–13.00 (sesaat)
- Lantai 3: pukul 11.00–13.00
- Lantai 4: pukul 10.00–13.00

Dengan demikian, *shading* tertutup terbukti lebih efektif dalam mereduksi durasi dan intensitas puncak yang berpotensi menimbulkan silau, terutama pada lantai 4.

Namun, konsekuensinya adalah berkurangnya ketersediaan cahaya di area yang membutuhkan.

5.2.4. Sintesis Perbandingan Kinerja Shading Device

Berdasarkan perbandingan di atas, dapat disintesis bahwa kedua konfigurasi *shading device* memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing:

Kondisi Terbuka:

- Keunggulan: Memungkinkan penetrasi cahaya lebih dalam ke ruang, meningkatkan iluminasi di area interior yang sebelumnya gelap, serta memberikan fleksibilitas pencahayaan alami yang lebih besar pada pagi dan sore hari.
- Keterbatasan: Menyebabkan kelebihan iluminasi (>864 lux) pada zona dekat bukaan dengan durasi panjang, terutama pada lantai 3 dan 4, sehingga berisiko menimbulkan *discomfort glare* pada jam-jam puncak.

Kondisi Tertutup:

- Keunggulan: Efektif mereduksi intensitas cahaya berlebih pada zona dekat bukaan, mempersingkat durasi paparan iluminasi tinggi, serta menurunkan risiko silau secara signifikan.
- Keterbatasan: Mengurangi ketersediaan cahaya alami di bagian dalam ruang, terutama pada lantai 4, sehingga berpotensi meningkatkan ketergantungan pada pencahayaan buatan.

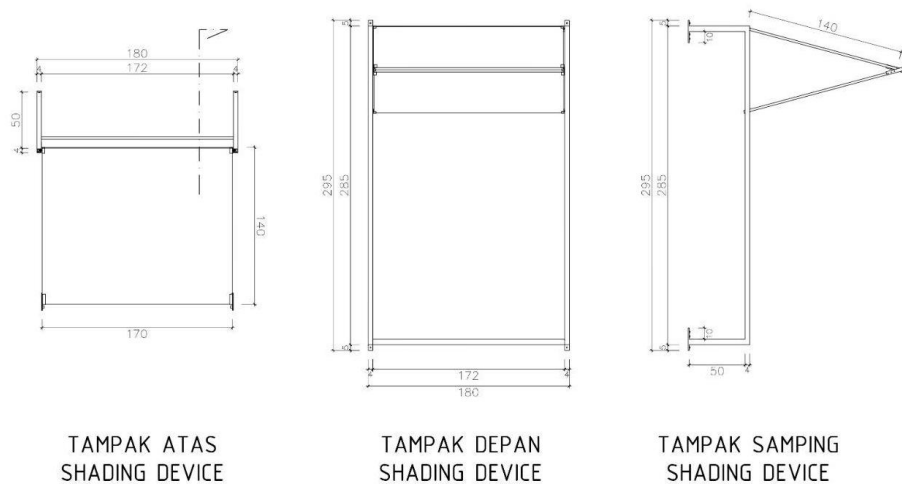
Temuan ini mengonfirmasi bahwa *shading device* yang dirancang memiliki kemampuan adaptif dalam merespons kebutuhan pencahayaan yang berbeda. Kondisi terbuka lebih sesuai ketika ruang membutuhkan pencahayaan alami maksimal, misalnya untuk aktivitas belajar pada siang hari. Sebaliknya, kondisi tertutup lebih direkomendasikan pada saat risiko silau tinggi, terutama pada jam-jam puncak di lantai atas. Optimalisasi kinerja *shading device* dapat dicapai dengan mengedukasi pengguna mengenai waktu yang tepat untuk menyesuaikan posisi panel berdasarkan kebutuhan visual dan kondisi matahari.

BAB VI

HASIL DESAIN *SHADING* DEVICE

6.1. Dimensi dan Material

Shading device yang dirancang merupakan sistem naungan adaptif yang dipasang pada bagian luar bukaan jendela untuk mengontrol intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang. Dimensi perangkat dirancang menyesuaikan ukuran bukaan jendela sehingga mampu memberikan perlindungan optimal terhadap sinar matahari langsung. Rangka utama memiliki ukuran 180 cm pada arah horizontal dan 295 cm pada arah vertikal dengan jarak kedalaman 50 cm dari bidang dinding. Dimensi tersebut memberikan ruang yang cukup bagi panel shading untuk bergerak membuka dan menutup sehingga sudut kemiringan panel dapat diatur sesuai kebutuhan pencahayaan.



Gambar 6. 1. Detail Dimensi Shading

Struktur utama shading device menggunakan rangka besi hollow galvanis berukuran 40×40 mm yang berfungsi sebagai penopang utama panel. Material galvanis dipilih karena memiliki kekuatan yang cukup serta ketahanan yang baik terhadap korosi sehingga cocok digunakan pada elemen fasad bangunan. Selain rangka utama, digunakan juga hollow galvanis berukuran 20×40 mm sebagai

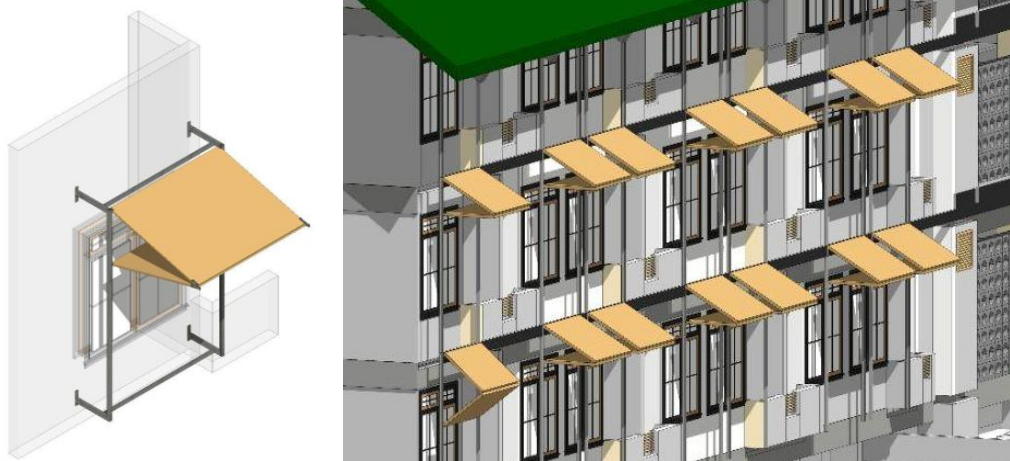
rangka penguat yang berfungsi menjaga kestabilan struktur serta memperkuat sambungan antar elemen rangka.

Panel peneduh menggunakan material SOLARFLAT Polycarbonate 3mm Warna Solid, yang dipasang pada rangka panel. Dipilih karena mampu menyaring cahaya, ringan, tahan benturan, dan memberikan efek visual pencahayaan yang lebih hidup pada fasad. Penutup panel menggunakan list plat baja U dengan dimensi 2x2 cm ketebalan sekitar 2 mm yang dilengkapi dengan baut poros sebagai mekanisme engsel sehingga panel dapat melipat saat dibuka dan ditutup. Rangka shading device diikat ke dinding menggunakan dynabolt, sementara sistem pergerakan panel dibantu oleh roda kecil atau bearing wheel pada sisi rangka agar pergerakan panel menjadi lebih stabil dan mudah dioperasikan.

6.2.Penerapan Shading Device pada Fasad

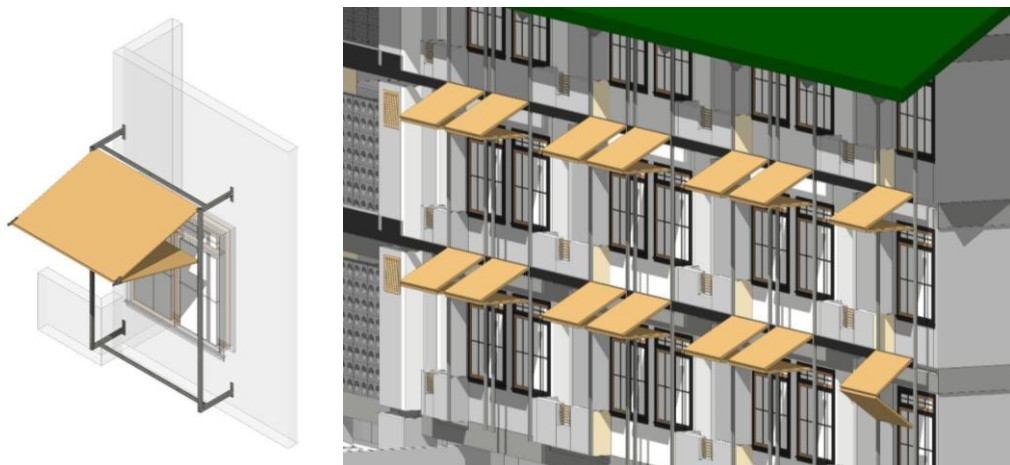
Penerapan shading device difokuskan pada fasad bangunan yang memiliki bukaan jendela sebagai sumber utama masuknya cahaya alami ke dalam ruang. Sisi bukaan paling banyak menerima paparan sinar matahari secara langsung pada waktu-waktu tertentu. Dengan pemasangan shading device pada sisi fasad, intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruang dapat dikontrol sehingga mampu mengurangi potensi silau (glare). berikut merupakan penerapan shading device pada fasad bangunan :

- **Depan (Timur Laut) :** Shading device diterapkan pada sisi depan bangunan yang berorientasi ke arah utara sedikit ke timur laut Gambar 6.2. Sisi ini memiliki bukaan jendela yang berfungsi sebagai sumber masuknya pencahayaan alami ke dalam ruang. Dengan orientasi tersebut, fasad berpotensi menerima paparan sinar matahari terutama pada pagi hingga siang hari.



Gambar 6. 2. Penerapan Shading Device di arah Timur Laut

- **Belakang (Barat Daya) :** Penerapan shading device juga dilakukan pada sisi belakang bangunan yang berorientasi ke arah selatan sedikit ke barat daya Gambar 6.3. Sisi ini memiliki bukaan jendela yang memungkinkan cahaya alami masuk ke dalam ruang dan berpotensi menerima paparan sinar matahari dari arah barat pada sore hari.



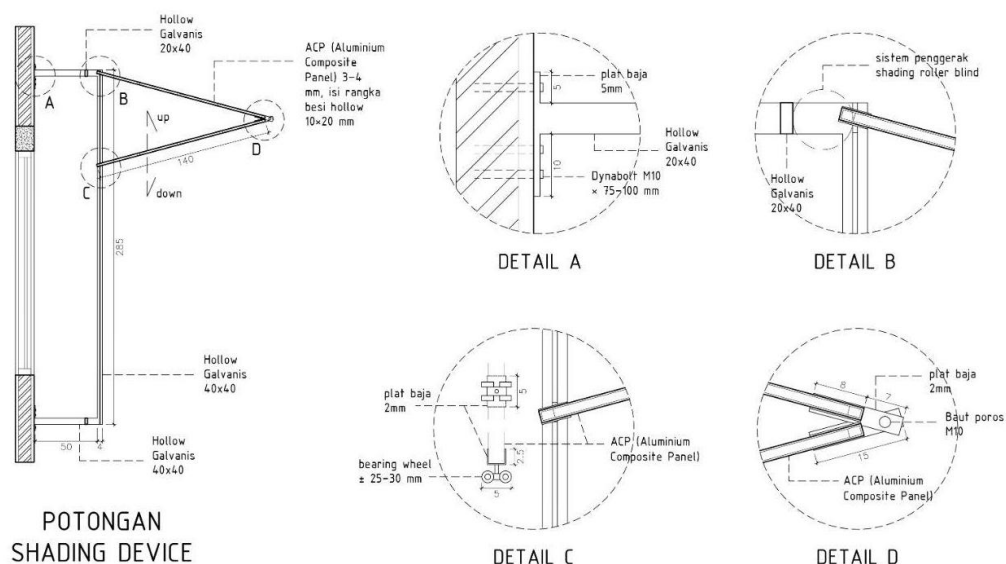
Gambar 6. 3 Penerapan Shading Device di Arah Barat Daya

- **Kanan dan Kiri :** Pada sisi kanan dan kiri bangunan yang berorientasi ke arah timur dan barat tidak terdapat bukaan jendela. Oleh karena itu, pada kedua sisi tersebut tidak diterapkan shading device karena tidak terdapat

elemen fasad yang memerlukan perlindungan terhadap paparan sinar matahari langsung.

6.3.Detail Pemasangan Shading Device

Pemasangan shading device dilakukan pada bagian luar bukaan jendela dengan menggunakan rangka utama yang dipasang pada dinding fasad bangunan. Rangka tersebut diikat ke dinding menggunakan plat dudukan yang dipasang dengan dynabolt sehingga struktur dapat terpasang dengan kuat dan stabil. Panel shading kemudian dipasang pada rangka dengan sistem engsel menggunakan baut poros agar panel dapat bergerak membuka dan menutup. Pada sisi rangka juga dipasang roda kecil atau bearing wheel yang berfungsi membantu pergerakan panel sehingga lebih stabil dan mengurangi gesekan saat dioperasikan. Sistem pengoperasian panel menggunakan mekanisme tarik ulur yang menyerupai sistem roller blind pada gorden, di mana panel dapat dibuka atau ditutup dengan menarik tali penggerak yang terhubung dengan sistem roda pada rangka.



Gambar 6. 4. Detail Pemasangan Shading Device

6.4.Struktur Kerangka Utama (Hollow 4x4cm)

Struktur utama shading device menggunakan rangka besi hollow galvanis berukuran 4×4 cm yang berfungsi sebagai elemen penopang utama seluruh komponen perangkat. Hollow ini digunakan sebagai rangka utama karena memiliki kekuatan yang cukup untuk menopang panel shading sekaligus menjaga kestabilan struktur saat panel bergerak membuka dan menutup. Selain itu, material hollow galvanis dipilih karena memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi serta relatif ringan sehingga memudahkan proses pemasangan pada fasad bangunan tanpa memberikan beban berlebih pada dinding.

6.5.Struktur Penguat Kerangka Utama (Hollow 2x4cm)

Rangka penguat pada shading device menggunakan besi hollow galvanis berukuran 2 × 4 cm yang berfungsi sebagai elemen pendukung untuk memperkuat struktur utama. Hollow ini dipasang pada beberapa bagian rangka untuk menjaga kekakuan struktur serta membantu mendistribusikan beban dari panel shading agar tidak hanya bertumpu pada rangka utama. Selain itu, penggunaan hollow 2 × 4 cm juga membantu meningkatkan kestabilan panel saat bergerak membuka dan menutup, sehingga sistem shading dapat beroperasi dengan lebih stabil dan tahan terhadap gaya akibat pergerakan maupun pengaruh angin.

6.6.Penutup Shading Device

Panel shading menggunakan material SOLARFLAT Polycarbonate 3 mm (solid, berwarna) yang dipilih karena memiliki bobot ringan, yaitu sekitar 3,6–4 kg/m², namun tetap kuat dan tahan terhadap benturan. Material ini juga memiliki ketahanan yang baik terhadap kondisi cuaca luar ruang sehingga sesuai digunakan sebagai elemen fasad bangunan. Berbeda dengan ACP yang bersifat opak, polycarbonate memungkinkan transmisi cahaya alami secara terkontrol, sehingga dapat mengurangi silau sekaligus menjaga kualitas pencahayaan alami dalam ruang. Selain itu, material ini relatif mudah dalam proses fabrikasi dan pemasangan, serta memberikan nilai visual tambahan melalui efek warna dan pencahayaan pada fasad..

6.7.Rencana Anggaran Biaya Shading Device

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) diawali dengan melakukan perhitungan kebutuhan material dan biaya untuk satu unit prototype shading device. Perhitungan tersebut mencakup seluruh komponen yang digunakan, seperti rangka hollow, panel Polycarbonat, plat sambungan, baut, serta sistem mekanisme penggerak. Setelah diperoleh estimasi biaya untuk satu prototype, perhitungan kemudian dikembangkan dengan mengalikan jumlah unit yang direncanakan terpasang pada fasad bangunan. Dengan cara ini, diperoleh estimasi total biaya pemasangan shading device secara keseluruhan sesuai dengan jumlah desain yang diterapkan pada bangunan sebagai berikut.

Biaya pembuatan shading device dihitung berdasarkan estimasi harga untuk satu unit perangkat yang diperoleh sebesar Rp3.352.118. Nilai tersebut disusun dengan mengacu pada (STANDARISASI HARGA SATUAN BAHAN BANGUNAN, UPAH DAN ANALISA PEKERJAAN UNTUK KEGIATAN PEMBANGUNAN PEMERINTAH KOTA SEMARANG TAHUN ANGGARAN 2026, n.d.) serta dilengkapi dengan perbandingan harga material dari beberapa toko bangunan dan toko online yang terjangkau.

Untuk mengetahui estimasi biaya keseluruhan, harga satu unit shading device tersebut kemudian dikalikan dengan jumlah kebutuhan perangkat pada bangunan, yaitu sebanyak 84 titik jendela. Dengan demikian diperoleh total estimasi biaya sebesar Rp 559.270.000. Nilai tersebut sudah mencakup biaya pekerjaan persiapan sesuai dengan Peraturan Wali Kota Semarang No. 30 Tahun 2025. Selanjutnya dilakukan penyesuaian terhadap kondisi lapangan, seperti pekerjaan berulang per modul, kebutuhan setting, serta efisiensi kerja, sehingga diperoleh koefisien yang lebih representatif terhadap pelaksanaan di lapangan.

BAB VII

PENUTUP

7.1.Kesimpulan

Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi pencahayaan alami pada kondisi bangunan eksisting belum merata. Area yang dekat dengan bukaan menerima intensitas cahaya tinggi dan berpotensi menimbulkan silau, sementara area yang lebih jauh memiliki tingkat pencahayaan yang rendah. Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan pengendalian pencahayaan alami pada fasad untuk mencapai kenyamanan visual.

Penerapan *shading device* terbukti mampu menurunkan intensitas cahaya berlebih sekaligus membantu meratakan distribusi pencahayaan di dalam ruang. Desain dengan sistem bukaan adaptif memungkinkan pengguna mengatur tingkat pencahayaan sesuai kebutuhan, sehingga dapat mengurangi silau tanpa mengurangi pemanfaatan cahaya alami.

7.2.Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi desain fasad yang responsif terhadap kondisi pencahayaan alami pada bangunan di iklim tropis. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan Gambar rancangan prototype *shading device* yang mempertimbangkan aspek desain, material, mekanisme pengoperasian, serta estimasi biaya pembuatan, sehingga dapat menjadi referensi dalam perancangan elemen fasad yang lebih adaptif dan efisien dalam mengendalikan pencahayaan alami.

7.3.Rekomendasi

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan analisis yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan faktor lingkungan eksternal seperti bangunan sekitar, vegetasi, dan kondisi iklim aktual yang dapat mempengaruhi kinerja pencahayaan alami. Selain itu, kajian lanjutan juga dapat mengevaluasi pengaruh *shading device* terhadap aspek kenyamanan termal dan efisiensi energi bangunan, serta mengembangkan sistem pengoperasian yang lebih otomatis agar kinerja *shading device* dapat menyesuaikan kondisi cahaya secara dinamis.