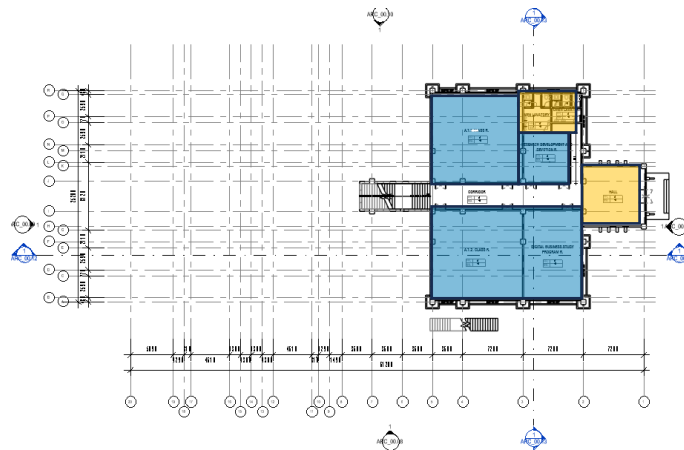


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Simulasi Bangunan Eksisting

4.1.1 Ruang-Ruang pada bangunan Eksisting yang Disimulasikan

1. Lantai 1



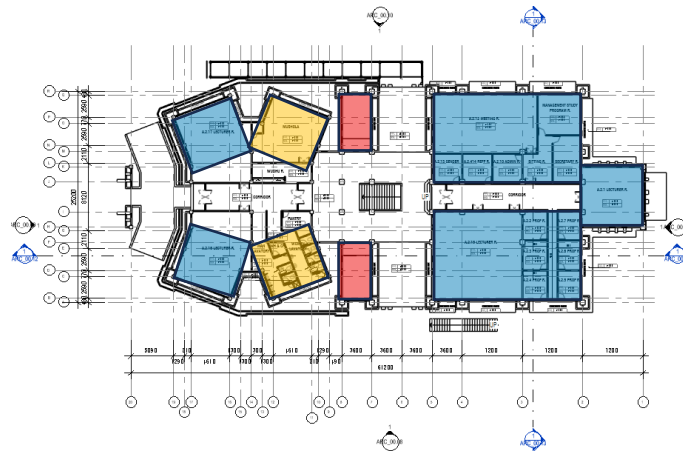
Gambar 4. 1 Denah lantai 1 eksisting

Tabel 4. 1 Ruang-ruang yang disimulasikan pada lantai 1

Nama Ruang	SNI	Orientasi Fasad
Class A.1.1	350	Barat laut
Class A.1.2	350	Tenggara
Office A.1.3	300	Timur Laut
Office A.1.4	300	Timur Laut - Tenggara
Corridor + Lobby	100	Timur Laut
Toilet (Man)	200	Barat Laut
Toilet (Womenn)	200	Barat Laut - Timur Laut

Simulasi dilakukan pada seluruh ruang yang ada pada bangunan gedung. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran kondisi pencahayaan alami pada bangunan secara komprehensif. Ruang-ruang yang ada pada bangunan memiliki karakteristik yang berbeda, dari segi orientasi, posisi terhadap fasad, kedalaman ruang, serta keberadaan bukaan.

2. Lantai 2

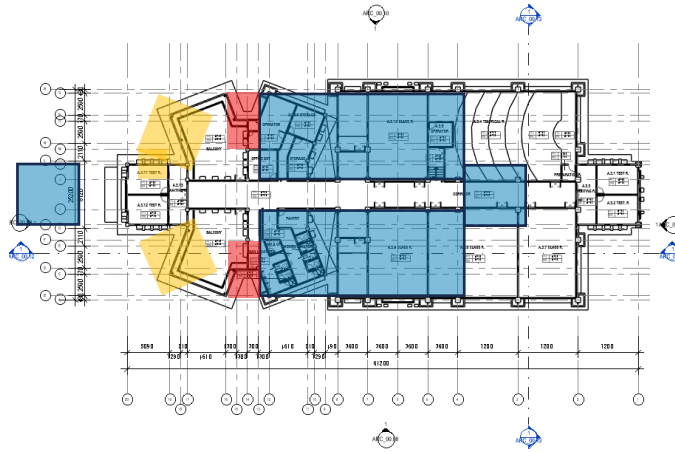


Gambar 4. 2 Denah lantai 2 eksisting

Tabel 4. 2 Ruang-ruang yang disimulasikan pada lantai 2

Nama Ruang	SNI	Orientasi Fasad
Lecture A.2.1	300	Timur Laut
Lecture A.2.15	300	Tenggara
Lecture A.2.16	300	Tenggara - Barat Dayat
Lecture A.2.17	300	Barat Dayat - Barat laut
Prof A.2.4	300	Tenggara - Timur Laut
Prof A.2.5	300	Tenggara
Prof A.2.6	300	Tenggara - Timur Laut
Prof A.2.7	300	Tenggara
Chief Majors	300	Barat laut - Timur Laut
Secretary	300	Timur Laut
Sitting Room	200	Timur Laut
Gender Room	200	Barat Laut
Reff Room	200	Barat Laut
Admin Room	200	Barat Laut
Pantry	200	Tenggara
Musholla	200	Barat Laut
Toilet (<i>Man</i>)	200	Tenggara
Toilet (<i>Women</i>)	200	Tenggara
Stairs (Tenggara)	100	Tenggara
Stairs (Barat laut)	100	Barat laut

3. Lantai 3



Gambar 4. 3 Denah lantai 3 eksisting

Tabel 4. 3 Ruang-ruang yang disimulasikan pada lantai 3

Nama Ruang	SNI	Orientasi Fasad
Class A.3.7	350	Tenggara - Timur Laut
Class A.3.8	350	Tenggara
Class A.3.9	350	Tenggara
Class A.3.10	350	Barat laut
Test A.3.1	350	Timut Laut
Test A.3.2	350	Timut Laut
Test A.3.11	350	Barat Daya
Test A.3.12	350	Barat Daya
Theatrical A.3.4	300	Barat Laut
Office Boy	300	Barat Daya
Toilet (<i>Man</i>)	200	Tenggara
Toilet (<i>Women</i>)	200	Tenggara
Operator	150	Barat laut
Preparation	150	Timur Laut
Waiting Room	100	Timur Laut & Barat Daya
Clean Storage	100	Barat Laut
Storage	100	Barat laut
Stairs (Tenggara)	100	Tenggara
Stairs (Barat Laut)	100	Barat Laut

4.1.2 Waktu Simulasi

Pukul 06.00 merepresentasikan cahaya alami terbit

Pukul 08.00 merepresentasikan cahaya alami pada pagi hari

Pukul 10.00 merepresentasikan cahaya matahari pada pagi hari

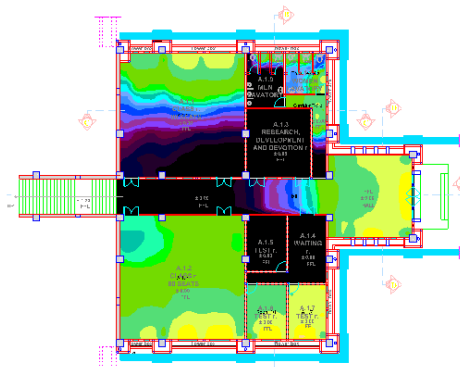
Pukul 12.00 merepresentasikan cahaya matahari pada siang hari

Pukul 14.00 merepresentasikan cahaya matahari pada siang hari

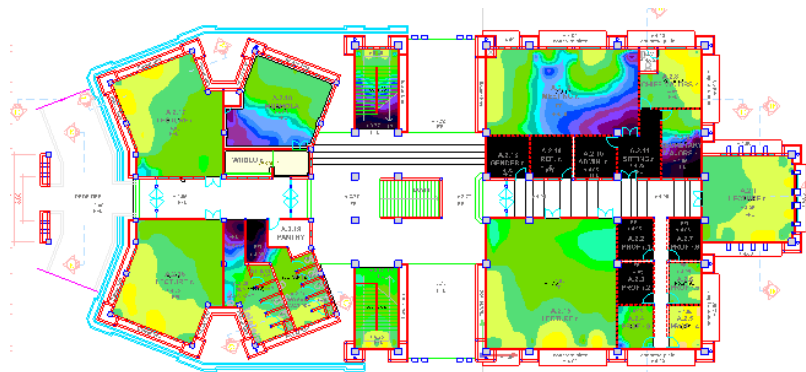
Pukul 16.00 merepresentasikan cahaya matahari pada sore hari

4.2 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting dan Redesain

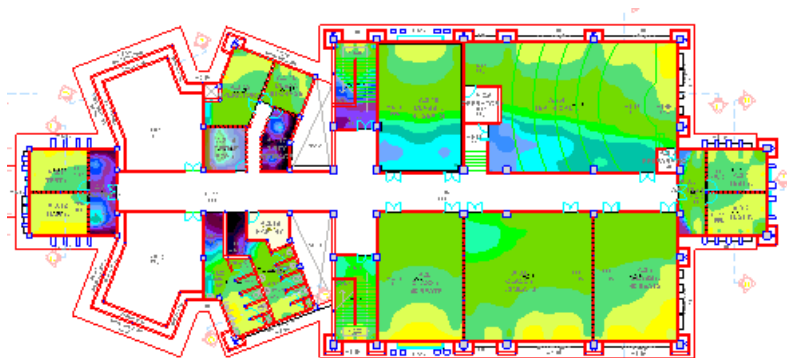
4.2.1 Kondisi Eksisting



Gambar 4. 4 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 1 (06.00)
Sumber : Dokumen Penulis, 2025



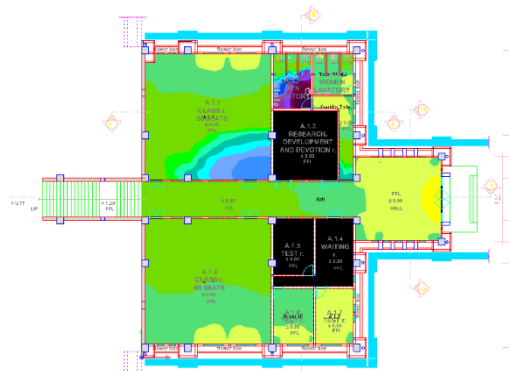
Gambar 4. 5 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 2 (06.00)
Sumber : Dokumen Penulis, 2025



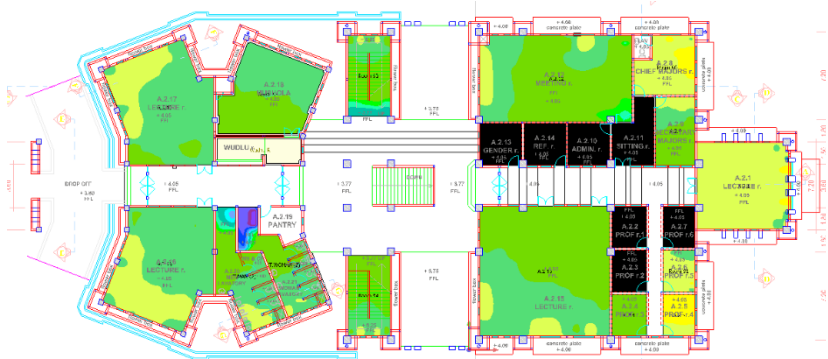
Gambar 4. 6 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 3 (06.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

Keterangan :

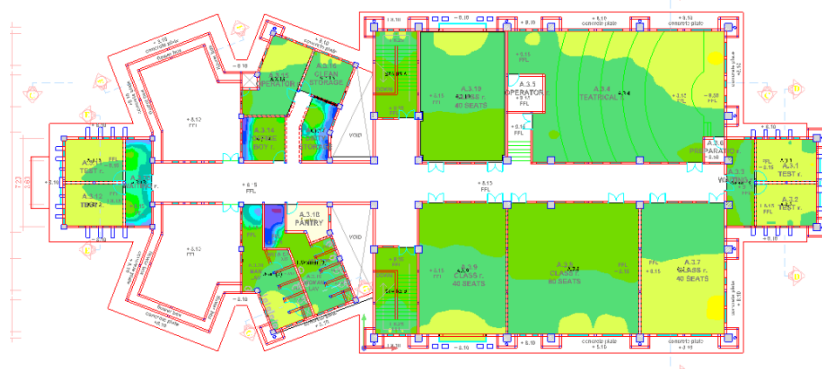
Kontras warna pada visualisasi nilai lux



Gambar 4. 7 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 1 (08.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



Gambar 4. 8 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 2 (08.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



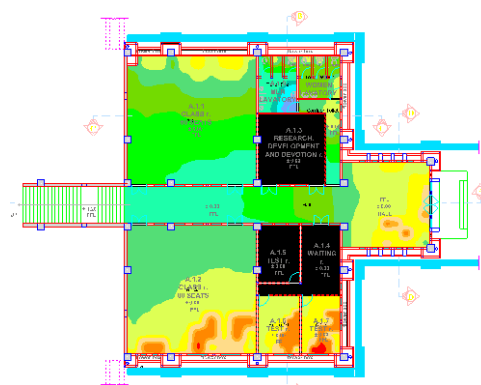
Gambar 4. 9 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 3 (08.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

Keterangan :

Kontras warna pada visualisasi nilai lux



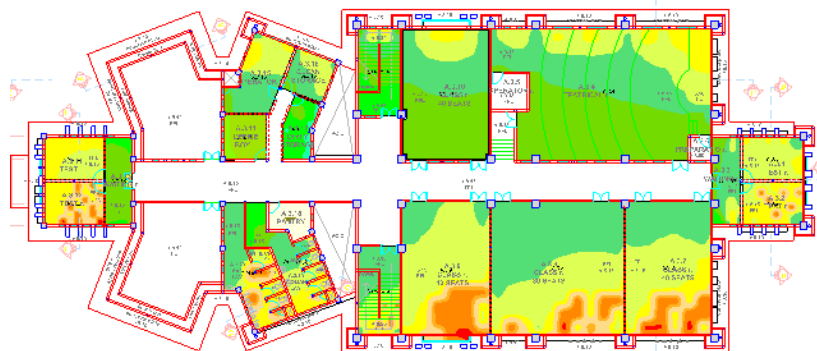
Berdasarkan hasil simulasi pada pagi hari (**Gambar 4.7-4.9**) didapat bahwa pencahayaan alami berasal dari arah timur dimana, matahari datang dari sudut rendah. Namun pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang masih jauh dari standar.



Gambar 4. 10 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 1 (10.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



Gambar 4. 11 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 2 (10.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



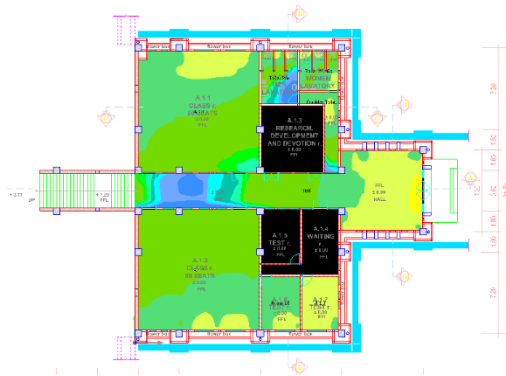
Gambar 4. 12 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 3 (10.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

Keterangan :

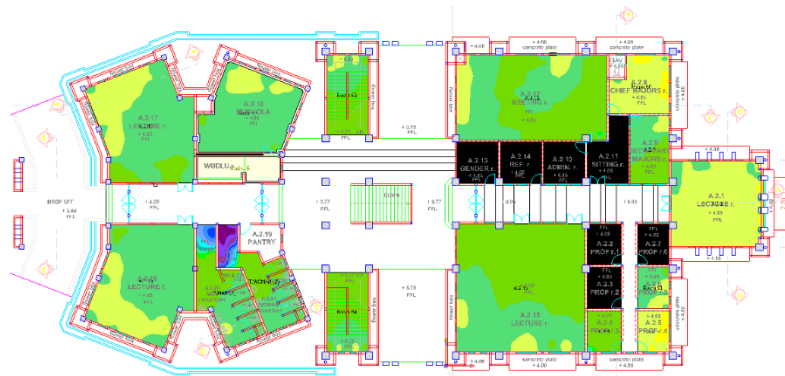
Kontras warna pada visualisasi nilai lux



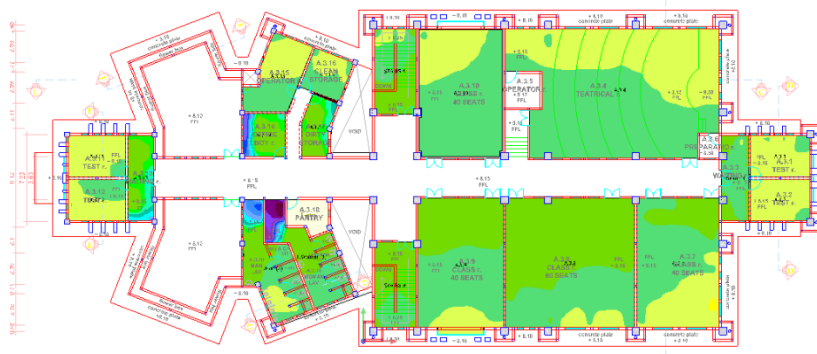
Sedangkan pada siang hari, ruang-ruang yang berorientasi pada arah fasad timur laut dan barat daya mendapatkan pencahayaan yang optimal dari sudut tinggi. Namun, pencahayaan yang diterima ruang masih jauh dari standar.



Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 1 (12.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



Gambar 4. 14 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 2 (12.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



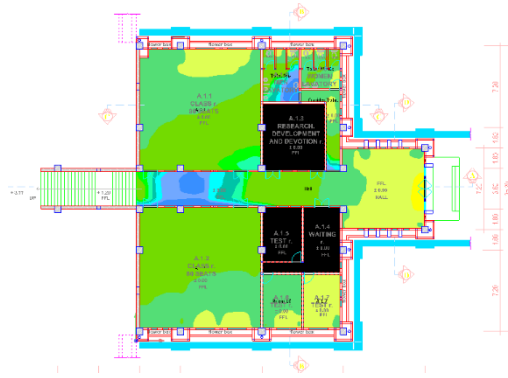
Gambar 4. 15 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 3 (12.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

Keterangan :

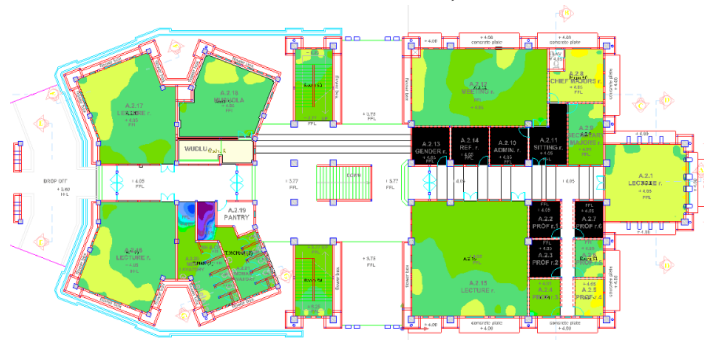
Kontras warna pada visualisasi nilai lux



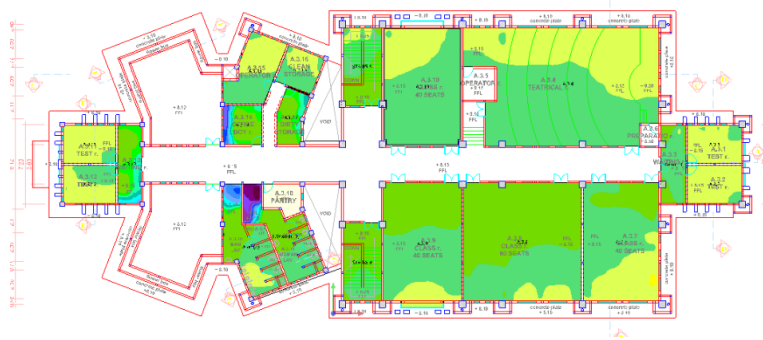
Berbanding terbalik dari kondisi pagi hari, ruang-ruang mendapatkan pencahayaan yang optimal dari arah barat. Namun pencahayaan alami yang diterima ruang masih jauh dari standar.



Gambar 4. 16 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 1 (16.00)
Sumber : Dokumen Penulis, 2025



Gambar 4. 17 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 2 (16.00)
Sumber : Dokumen Penulis, 2025



Gambar 4. 18 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 3 (16.00)
Sumber : Dokumen Penulis, 2025

Keterangan :

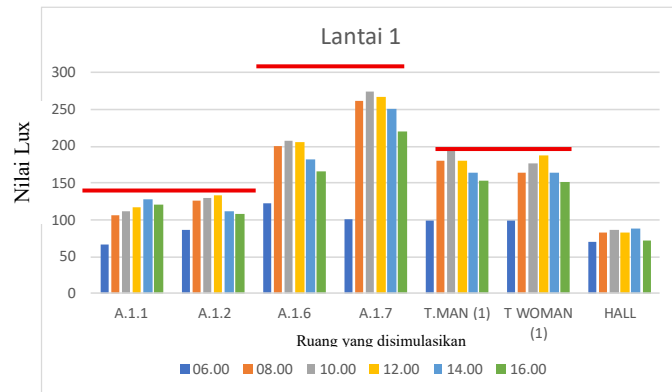
Kontras warna pada visualisasi nilai lux



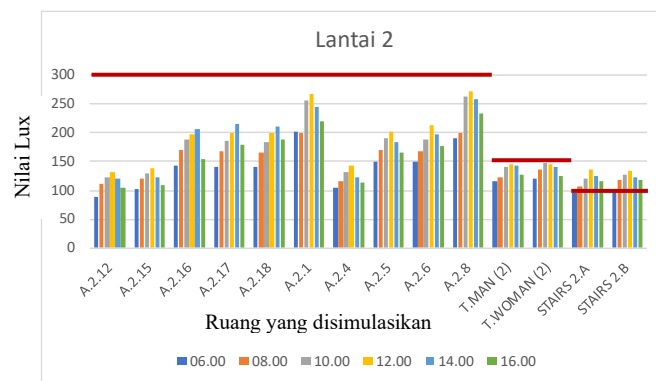
Tabel 4. 4 Perhitungan WWR Bangunan Eksisting

Orientasi Jendela	Luas Fasad Kasar	Luas Kaca Eksternal	WWR (%)	Keterangan
Tenggara	402	52	12%	< 40%
Barat Daya	242	60	24%	< 40%
Barat Laut	399	47	11%	< 40%
Timur Laut	422	56	13%	< 40%

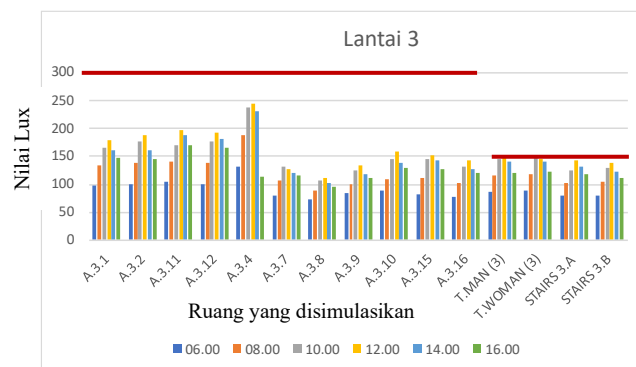
Nilai WWR yang jauh dari standar menunjukkan bahwa luas bukaan terhadap dinding fasad masih terbatas. Hal ini yang menyebabkan luas bukaan tidak mampu mendistribusikan cahaya alami ke dalam ruang secara optimal.



Gambar 4. 19 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 1




Gambar 4. 20 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 2



Gambar 4. 21 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Lantai 3

Keterangan :

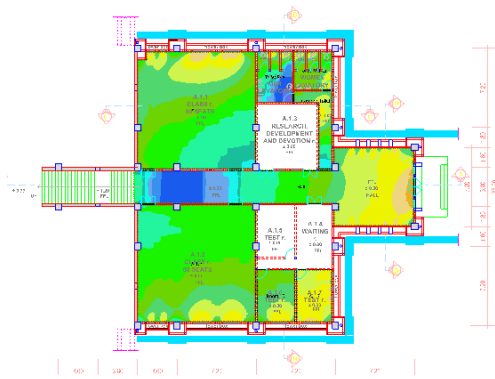
 Standar Pencahayaan Ruang berdasarkan SNI

Simulasi kondisi eksisting Gedung A FEB UNDIP menunjukkan bahwa intensitas pencahayaan alami pada ruang-ruang yang terhubung langsung pada fasad berada di bawah standar minimum SNI 6197-2020 yang mensyaratkan iluminasi minimal 250-350 lux untuk aktivitas kerja dan belajar.

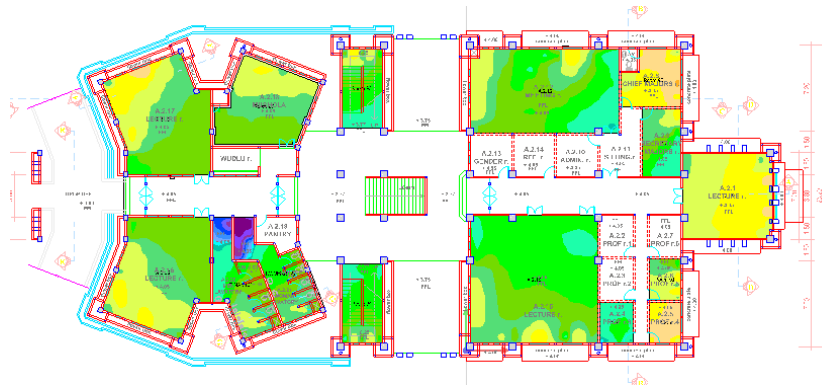
Berdasarkan hasil simulasi pada (**Gambar 4.19-4.21**), rata-rata iluminasi pada fasad tenggara di waktu 09.00 WIB adalah 100 hingga 307 lux, pada 12.00 WIB sebesar 133 hingga 220 lux, dan pada 15.00 WIB sebesar 111 hingga 298 lux. Hal ini disebabkan oleh *Window to Wall Ratio* (WWR) yang rendah yaitu sekitar 11-24% dan elemen fasad yang tidak optimal, seperti overhang dan shading vertikal yang membatasi masuknya arah sinar datang. Berdasarkan perhitungan WWR menunjukkan bahwa kondisi ini berkontribusi pada ketergantungan tinggi terhadap penggunaan pencahayaan buatan.

4.2.2 Skenario 1 Tanpa Shading Eksisting

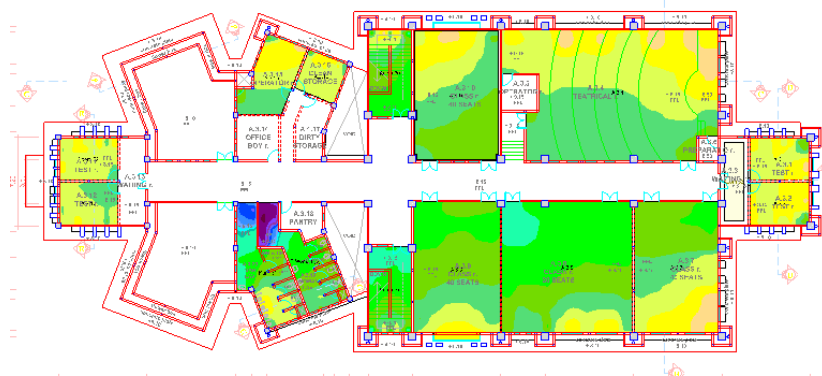
Pada skenario ini dilakukan penghilangan elemen fasad berupa shading vertikal dan horizontal berupa overhang yang terdapat pada bangunan eksisting. Tujuan penerapan skenario ini adalah untuk mengetahui pengaruh langsung elemen shading terhadap intensitas pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang.



Gambar 4. 22 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 1 (06.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



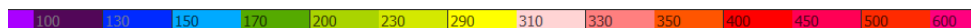
Gambar 4. 23 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 2 (06.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

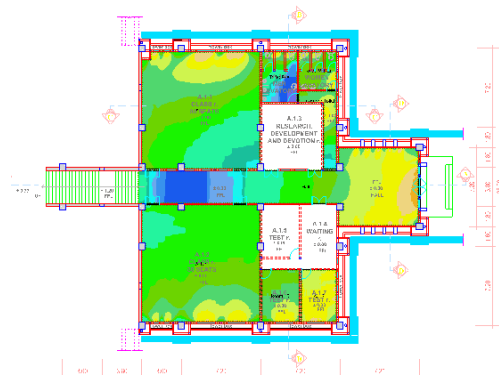


Gambar 4. 24 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 3 (06.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

Keterangan :

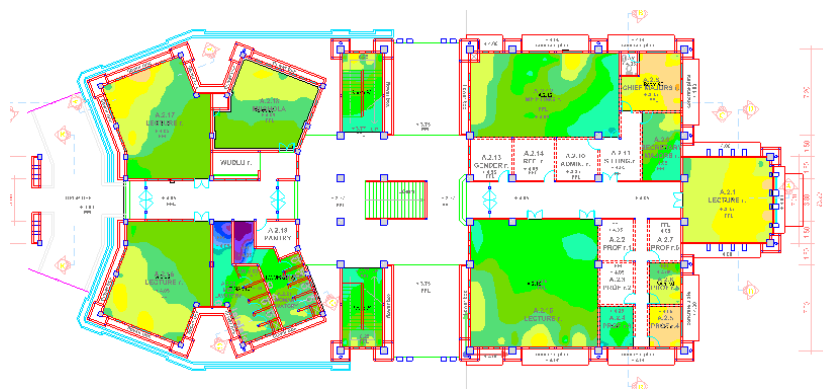
Kontras warna pada visualisasi nilai lux





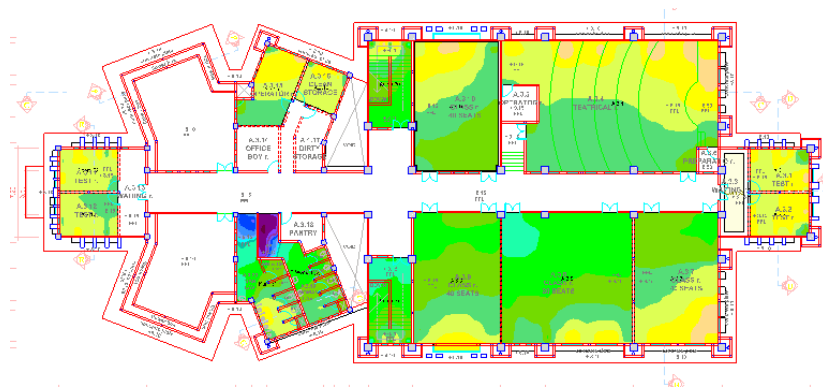
Gambar 4. 25 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 1 (08.00)

Sumber : Dokumen Penulis, 2025



Gambar 4. 26 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 2 (08.00)

Sumber : Dokumen Penulis, 2025

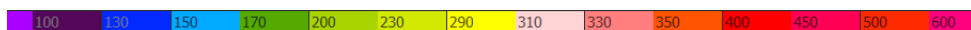


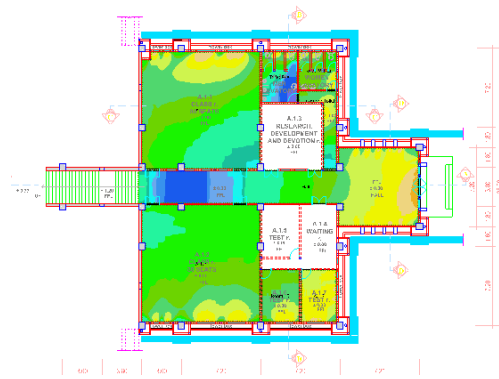
Gambar 4. 27 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 3 (08.00)

Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

Keterangan :

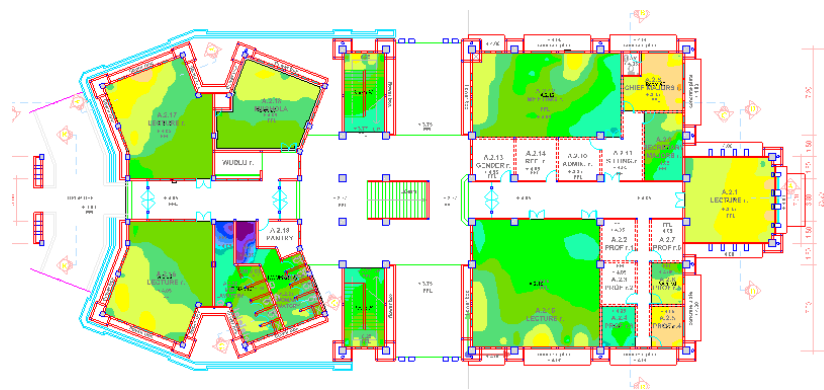
Kontras warna pada visualisasi nilai lux





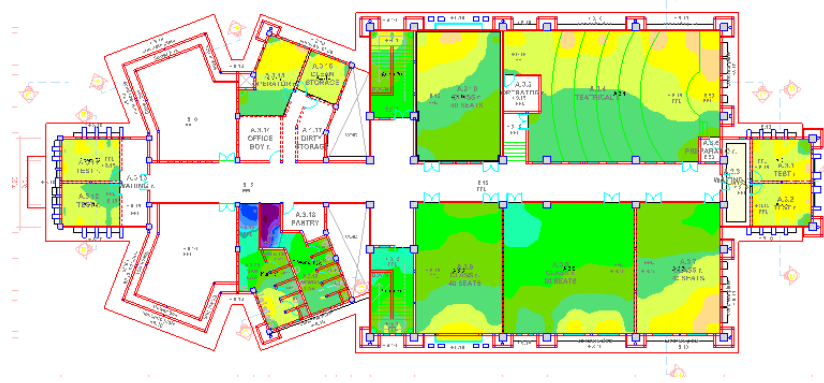
Gambar 4. 28 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 1 (10.00)

Sumber : Dokumen Penulis, 2025



Gambar 4. 29 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 2 (10.00)

Sumber : Dokumen Penulis, 2025

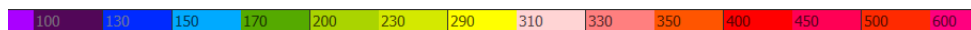


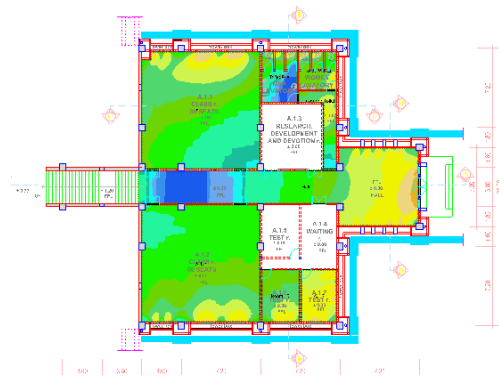
Gambar 4. 30 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 3 (10.00)

Sumber : Dokumen Penulis, 2025

Keterangan :

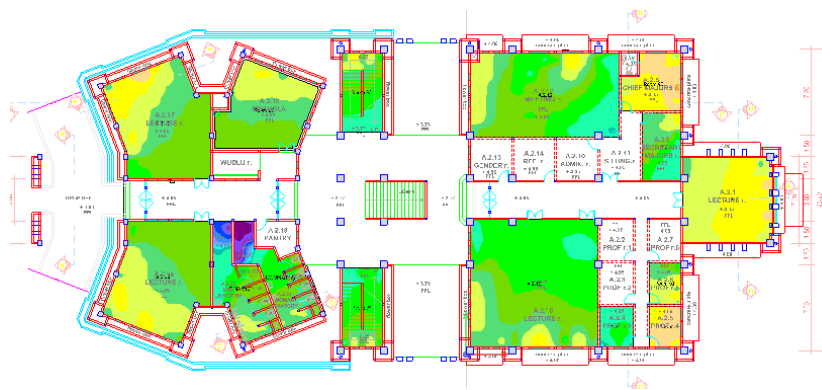
Kontras warna pada visualisasi nilai lux





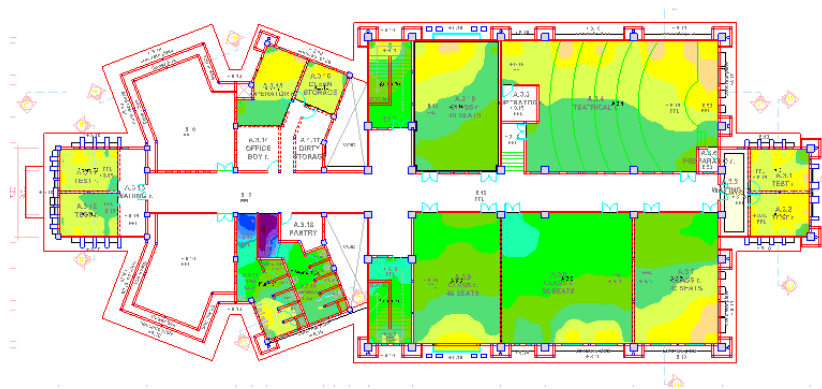
Gambar 4. 31 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 1 (12.00)

Sumber : Dokumen Penulis, 2025



Gambar 4. 32 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 2 (12.00)

Sumber : Dokumen Penulis, 2025

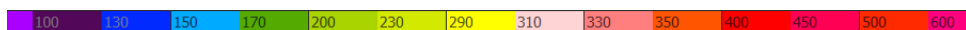


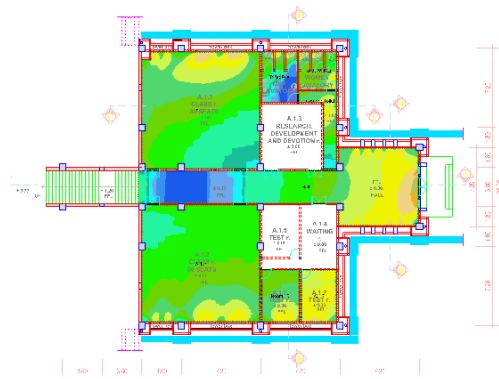
Gambar 4. 33 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 3 (12.00)

Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

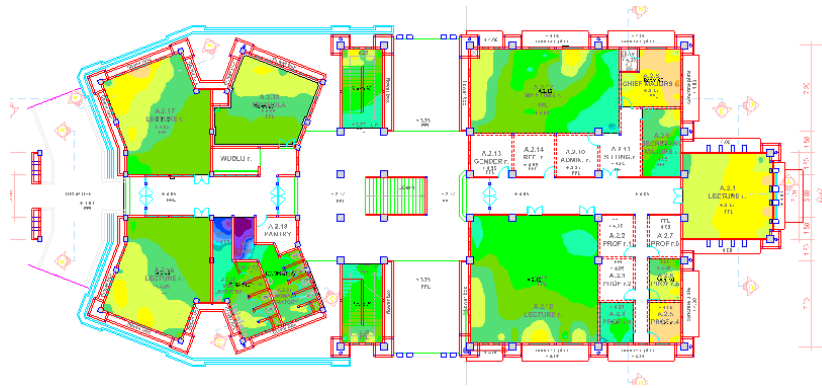
Keterangan :

Kontras warna pada visualisasi nilai lux

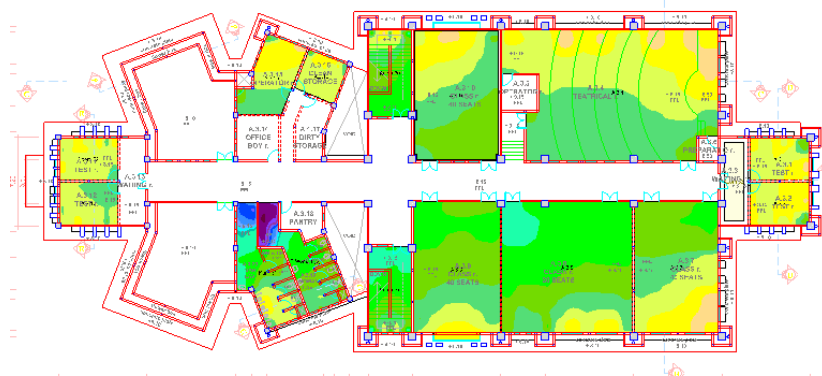




Gambar 4. 34 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 1 (14.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



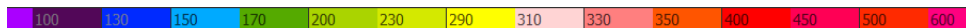
Gambar 4. 35 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 2 (14.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

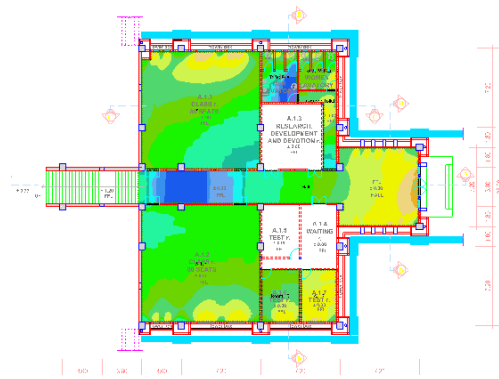


Gambar 4. 36 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 3 (14.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

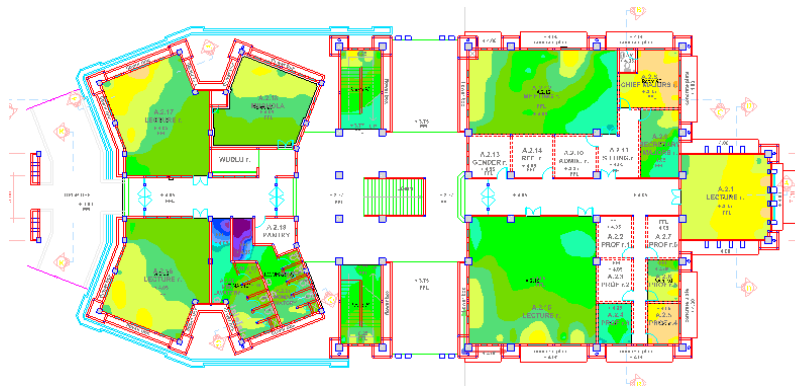
Keterangan :

Kontras warna pada visualisasi nilai lux

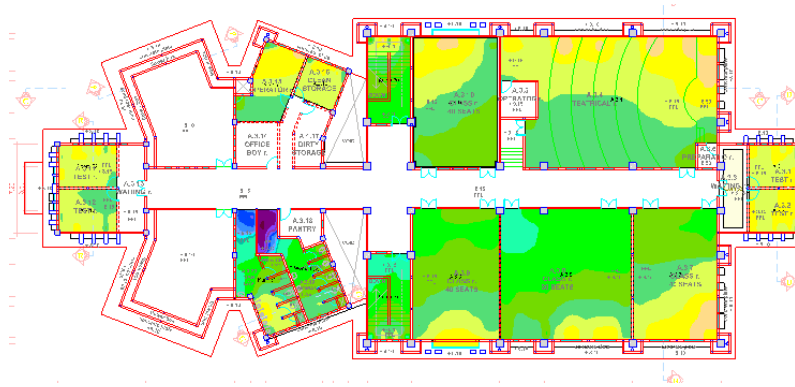




Gambar 4. 37 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 1 (16.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



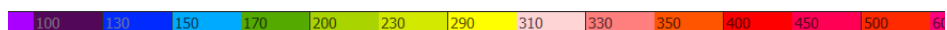
Gambar 4. 38 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 2 (16.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



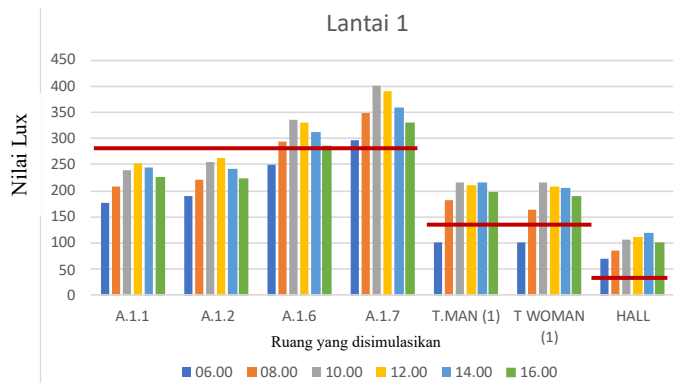
Gambar 4. 39 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 3 (16.00)
 Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

Keterangan :

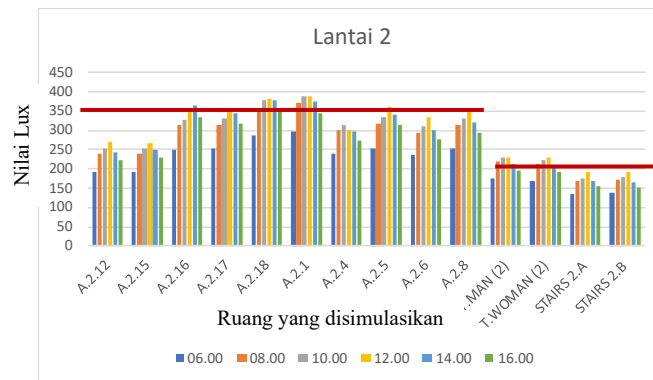
Kontras warna pada visualisasi nilai lux



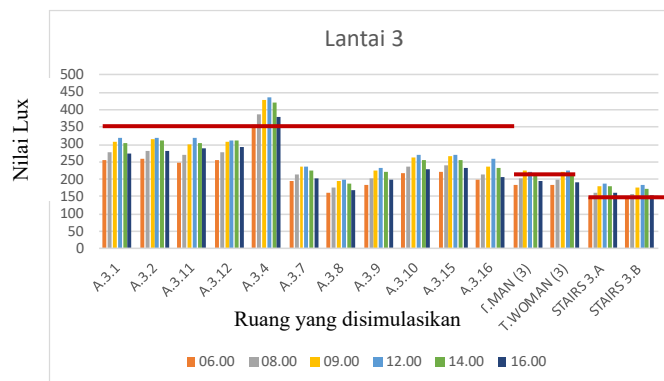
Selain nilai WWR yang rendah sehingga keterbatasan luas bukaan, nilai lux juga dipengaruhi keberadaan elemen fasad yang membatasi dimensi jendela sehingga mengurangi luas lubang cahaya efektif. Luas bukaan yang terbatas menyebabkan cahaya alami yang diterima tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan ruang (**Gambar 4.31-4.39**).



Gambar 4. 40 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 1




Gambar 4. 41 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 2



Gambar 4. 42 Hasil Simulasi Bangunan Eksisting Skenario 1 Lantai 3

Keterangan :

 Standar Pencahayaan Ruang berdasarkan SNI

Berdasarkan hasil simulasi pencahayaan alami, pengurangan shading vertikal pada bangunan eksisting menunjukkan peningkatan nilai iluminansi dicarea ruang yang berdekatan dengan bukaan jendela. Hal ini membuktikan bahwa elemen shading vertikal dan horizontal pada kondisi eksisting berperan dalam menghambat masuknya cahaya alami ke dalam ruang. Dengan dihilangkannya elemen tersebut, intensitas cahaya yang diterima oleh ruang meningkat, terutama pada ruang-ruang yang berhubungan dengan fasad.

Akan tetapi, peningkatan intensitas pencahayaan tersebut belum disertai oleh distribusi cahaya yang merata ke seluruh ruang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa area ruang yang berada lebih jauh dari bukaan jendela masih memiliki nilai iluminansi yang relatif rendah. Kondisi ini disebabkan oleh keterbatasan ukuran bukaan jendela yang belum mampu menyediakan lubang cahaya yang cukup untuk mendistribusikan cahaya alami secara optimal ke area ruang bagian dalam.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penghilangan shading vertikal dan overhang memang berpengaruh terhadap peningkatan intensitas pencahayaan alami, tetapi belum mampu menghasilkan kualitas pencahayaan yang merata. Hal ini menunjukkan bahwa selain keberadaan elemen shading, ukuran bukaan jendela merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan efektivitas pencahayaan alami pada ruang.

4.2.3 Skenario 2 Perubahan dimensi bukaan jendela, perubahan material bukaan dan perubahan *layout* ruang

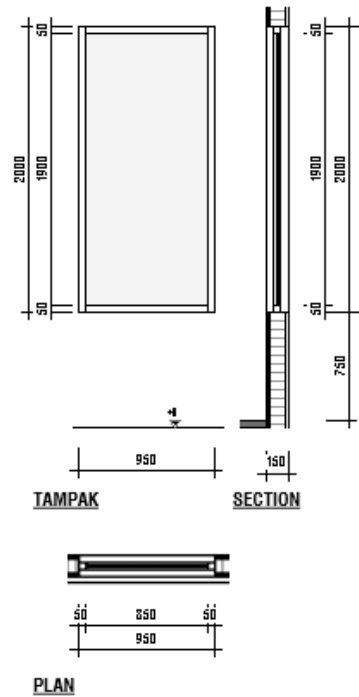
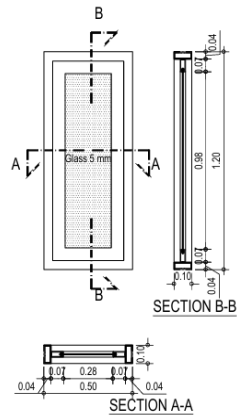
Pada skenario ini dilakukan beberapa perubahan berdasarkan analisis kondisi eksisting bangunan. Dimana pada kondisi eksisting beberapa ruang pada gedung masih berada dibawah standar minimal pencahayaan. Selain itu, kareakter bangunan yang berupa bangunan dengan bentang lebar mengakibatkan adanya beberapa ruang yang tidak memperoleh pencahayaan alamii secara langsung dari bukaan. Untuk itu, dilakukan beberapa penerapan redesain dianatarnya adalah sebagai berikut

1. Perubahan dimensi bukaan jendela

Perubahan dimensi bukaan jendela dilakukan dengan tujuan memaksimalkan lubang cahaya sehingga pencahayaan alami dapat terdistribusi lebih optimal ke dalam ruang. Perubahan dimensi jendela diterapkan pada ruang-ruang yang memiliki keterbatasan pencahayaan alami pada simulasi yang dilakukan pada skenario sebelumnya

Berdasarkan kondisi eksisting nilai WWR bangunan sangat jauh dari standar. Sehingga penambahan dimensi bukaan jendela menjadi langkah yang tepat untuk memaksimalkan pendistribusian pencahayaan alami.

Berdasarkan hasil WWR Eksisting, didapat data bahwa WWR pada gedung eksisting masih jauh dari standar. SNI mengisyaratkan bahwa gedung pendidikan memiliki standar WWR minimal sebesar 20-45%, Hal ini menjadikan alasan peneliti untuk mengubah dimensi bukaan jendela menjadi lebih besar. Untuk mendekati nilai WWR yang ditentukan, maka perubahan ukuran didasarkan pada *trial dan error*, hingga didapat ukuran bukaan yang optimal. Berdasarkan hasil *trial dan error*, didapat ukuran dimensi bukaan sebagai berikut:



Gambar 4. 43 Jendela W 01 Eksisting

Gambar 4. 44 Jendela W 01 Redesain

Tabel 4. 5 Perhitungan WWR Bangunan Redesain

Orientasi Jendela	Luas Fasad Kasar	Luas Kaca Eksternal	WWR (%)	Keterangan
Tenggara	326	128	39%	Sesuai Standar
Barat Daya	217	85	39%	Sesuai Standar
Barat Laut	349	97	27%	Sesuai Standar
Timur Laut	311	77	32%	Sesuai Standar

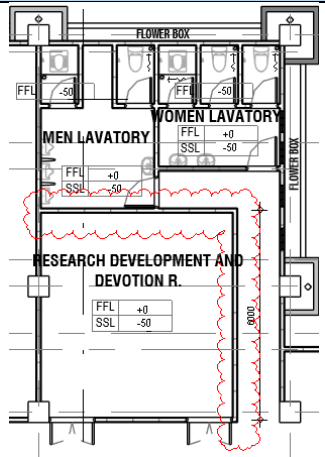
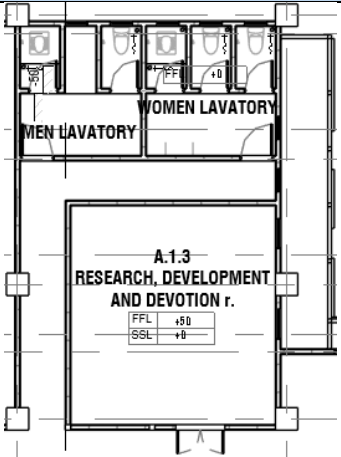
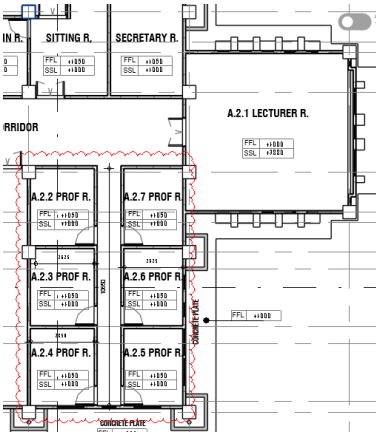
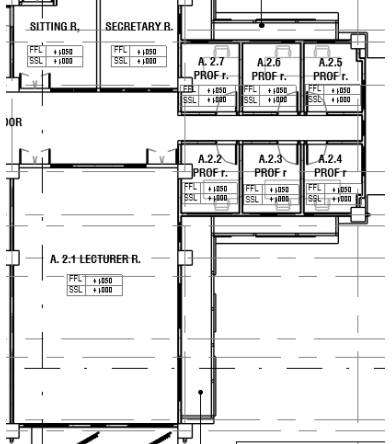
2. Perubahan material bukaan jendela

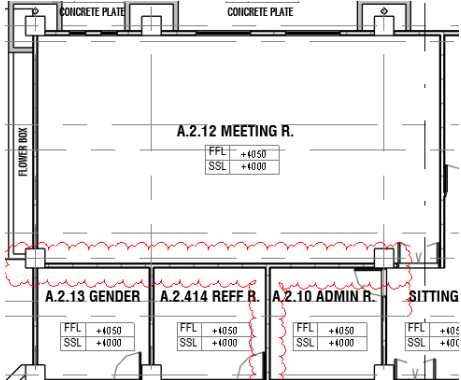
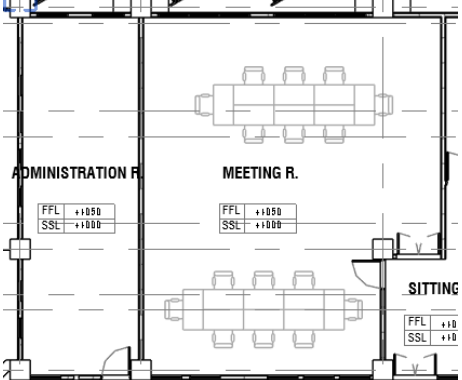
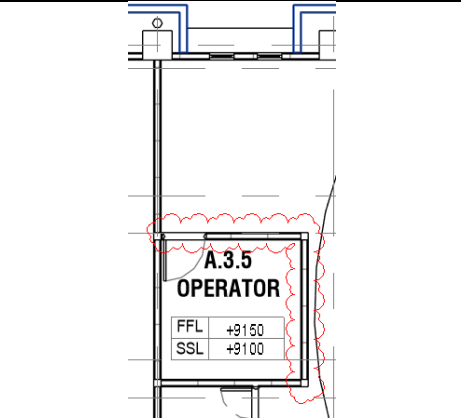
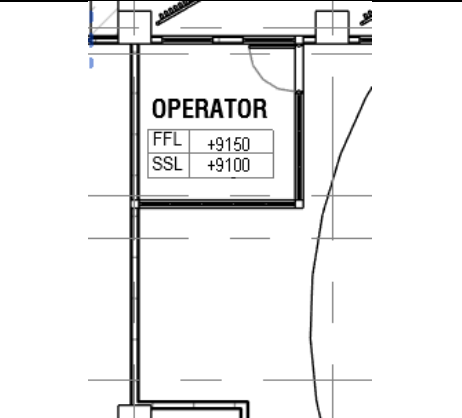
Beberapa ruang yang belum mendapatkan pencahayaan yang optimal adalah ruang tangga. Ruang tangga merupakan ruangan krusial yang membutuhkan pencahayaan yang optimal. Untuk itu dilakukan perubahan material dari yang semula berupa jendela *tempered glass* dengan aluminium frame menjadi bukaan dengan material roaster dengan bukaan yang lebih lebar. Pemilihan material ini didasarkan pada efektifitas material pada penyaluran pencahayaan serta pertukaran udara yang baik sehingga mendukung penerapan desain fasad pasif.

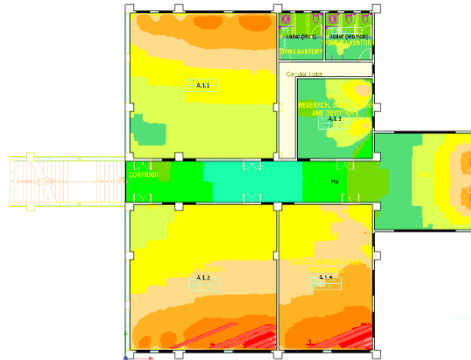
3. Perubahan *layout* ruang

Berdasarkan kondisi eksisting bangunan pada denah, terdapat beberapa ruang yang tidak mendapatkan pencahayaan alami secara langsung dari bukaan jendela. Untuk itu, dalam upaya pengoptimalan pencahayaan alami, dilakukan perubahan *layout* ruang sebagai berikut.

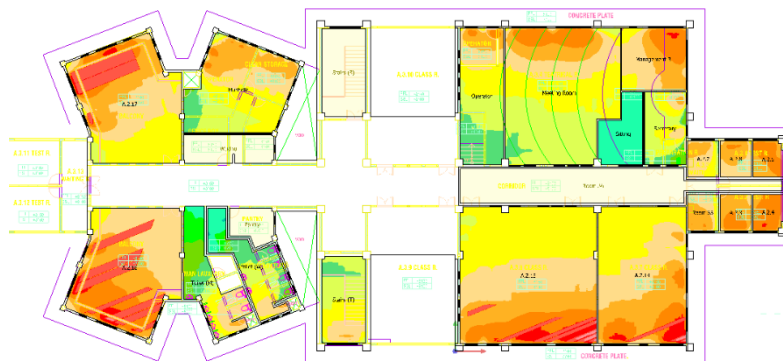
Tabel 4. 6 Perubahan *Layout* Ruang

Denah Eksisting	Denah Redesain	Keterangan
		<p>Pembongkaran dinding partisi dan pemasangan dinding partisi</p>
		<p>Pembongkaran dinding partisi dan pemasangan dinding partisi</p>

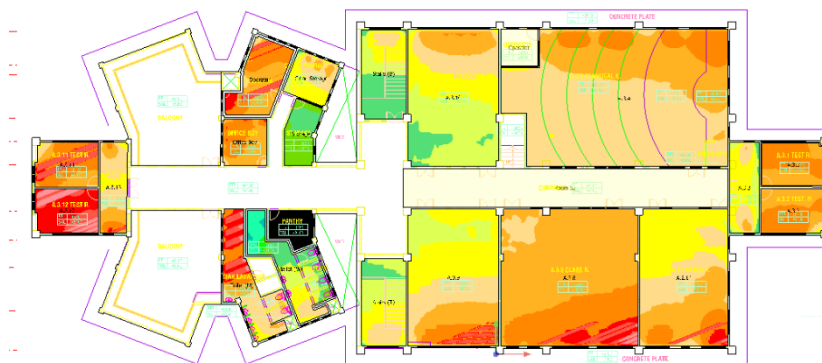
Denah Eksisting	Denah Redesain	Keterangan
 <p>CONCRETE PLATE</p> <p>FLAMBER BRICK</p> <p>A.2.12 MEETING R. FFL +4050 SSL +4000</p> <p>A.2.13 GENDER FFL +4050 SSL +4000</p> <p>A.2.14 REFF R. FFL +4050 SSL +4000</p> <p>A.2.10 ADMIN R. FFL +4050 SSL +4000</p> <p>SITTING FFL +4050 SSL +4000</p>	 <p>ADMINISTRATION R. FFL +1050 SSL +1000</p> <p>MEETING R. FFL +1050 SSL +1000</p> <p>SITTING FFL +10 SSL +10</p>	<p>Pembongkaran dinding partisi dan pemasangan dinding partisi</p>
 <p>A.3.5 OPERATOR FFL +9150 SSL +9100</p>	 <p>OPERATOR FFL +9150 SSL +9100</p>	<p>Pembongkaran dinding bata merah</p>



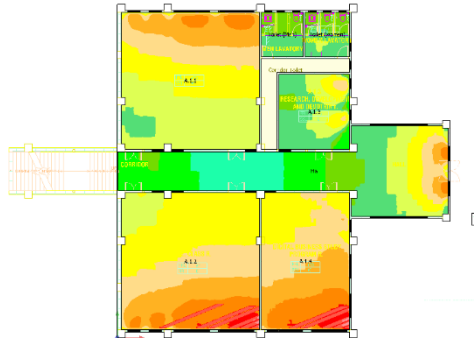
Gambar 4. 45 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 1 (12.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



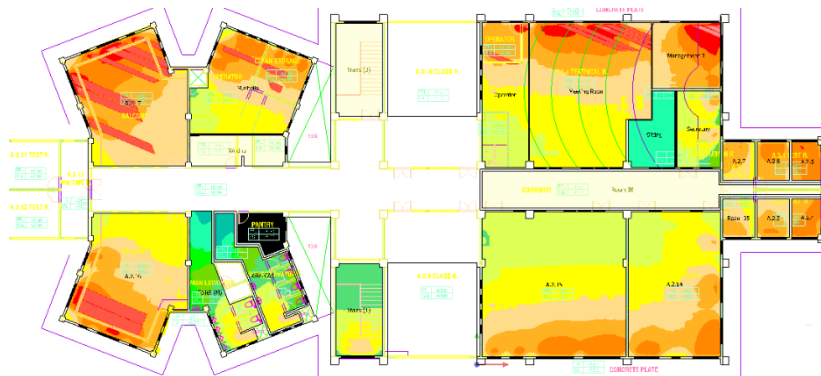
Gambar 4. 46 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 2 (12.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



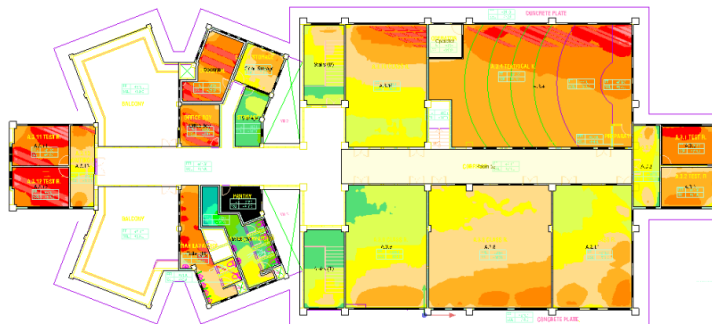
Gambar 4. 47 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 3 (12.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



Gambar 4. 48 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 1 (14.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



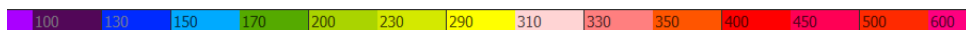
Gambar 4. 49 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 2 (14.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

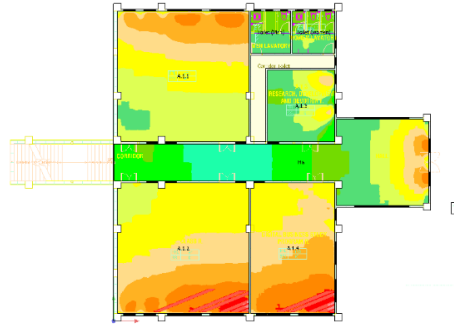


Gambar 4. 50 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 3 (14.00)
 Sumber : Dokumen Penulis 2025

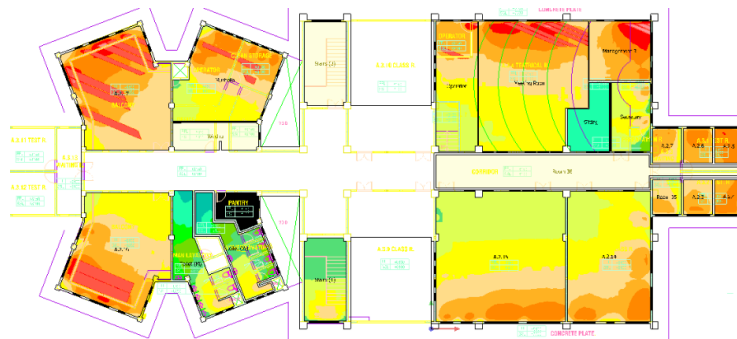
Keterangan :

Kontras warna pada visualisasi nilai lux

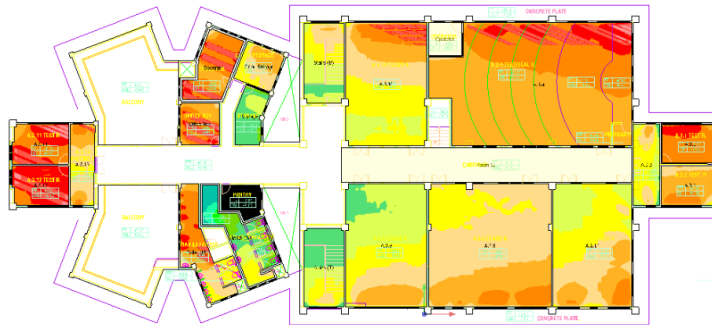




Gambar 4. 51 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 1 (16.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



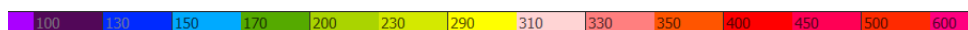
Gambar 4. 52 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 2 (16.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

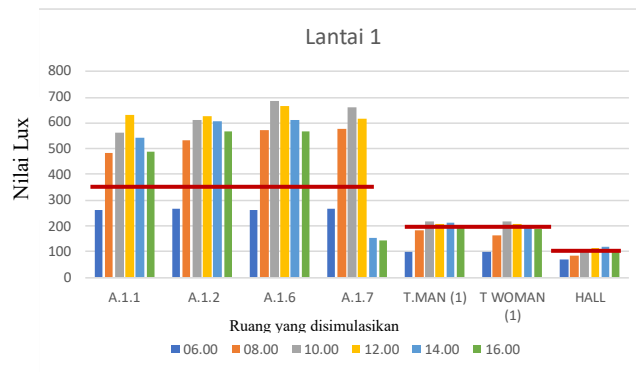


Gambar 4. 53 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 3 (16.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

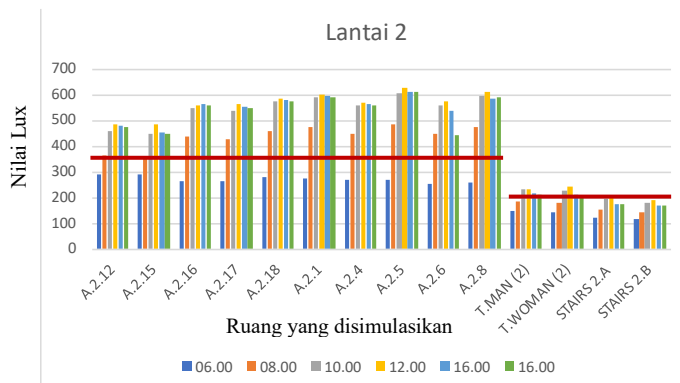
Keterangan :

Kontras warna pada visualisasi nilai lux

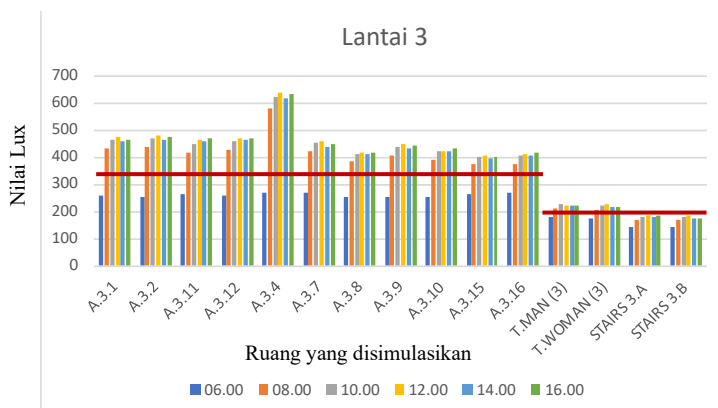




Gambar 4. 54 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 1



Gambar 4. 55 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 2



Gambar 4. 56 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 2 Lantai 2

Keterangan :



Standar Pencahayaan Ruang berdasarkan SNI

Berdasarkan hasil simulasi pencahayaan alami, skenario perubahan ukuran jendela menunjukkan peningkatan yang signifikan terhadap penyebaran cahaya alami di dalam ruang. Distribusi pencahayaan alami menjadi lebih maksimal dibandingkan kondisi skenario sebelumnya, yang ditandai dengan berkurangnya area ruang dengan nilai iluminansi rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan ukuran bukaan jendela berpengaruh langsung terhadap efektivitas lubang cahaya dalam mendistribusikan cahaya alami ke seluruh ruang.

Namun demikian, hasil simulasi juga menunjukkan bahwa beberapa sudut ruang mengalami intensitas cahaya yang relatif tinggi (**Gambar 4.55**). Kondisi ini terutama terjadi pada ruang-ruang yang memiliki orientasi bukaan menghadap ke arah utara. Pada siang hari, ruang dengan orientasi tersebut menerima radiasi matahari yang lebih besar sehingga berpotensi menimbulkan silau dan menurunkan kenyamanan visual pengguna ruang.

Selain itu, ruang-ruang yang memiliki bukaan menghadap ke arah timur dan barat juga menunjukkan intensitas pencahayaan alami yang tinggi, khususnya pada area tangga. Intensitas cahaya yang tinggi pada area tersebut terjadi akibat sudut datang sinar matahari yang rendah pada pagi dan sore hari, sehingga cahaya dapat masuk secara langsung melalui bukaan tanpa hambatan yang memadai.

Hasil simulasi tersebut (**Gambar 4.54-4.56**) menunjukkan bahwa meskipun perubahan ukuran jendela mampu meningkatkan pemerataan pencahayaan alami, pengendalian intensitas cahaya tetap diperlukan untuk menghindari terjadinya silau. Oleh karena itu, pada tahap optimalisasi lanjutan disarankan penambahan elemen *secondary skin* sebagai perangkat pengendali cahaya alami.

4.2.4 Skenario 3 Penambahan Secondary Skin Vertikal dan Horizontal

Pada skenario ini dilakukan penambahan elemen *secondary skin* sebagai upaya pengendalian pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang. Penerapan skenario ini bertujuan untuk mengurangi intensitas cahaya langsung yang berpotensi menimbulkan silau dan panas berlebih, namun tetap mempertahankan kontribusi penyebaran pencahayaan alami melalui mekanisme difusi dan pantulan cahaya.

1. Penggunaan Material *Secondary Skin*

Tabel 4. 7 Perbandingan Material *Secondary Skin*


Aspek	WPC	ACP
Bahan	Komposit Serat Kayu dan Plastik	Komposit Aluminium dan Polyethylene
Karakteristik	Tampilan natural seperti serat kayu, kuah, Tahan Lama, Ramah Lingkungan, Tahan Cuaca	Ringan, Kokoh, Tahan Cuaca, Mudah Dibentuk, Banyak Pilihan Warna
Harga	Menengah	Menengah hingga Tinggi
Isolasi Panas	Cukup Baik	Rendah, bersifat Konduktif
Rayap	Tahan Rayap	Tidak terpengaruh Rayap



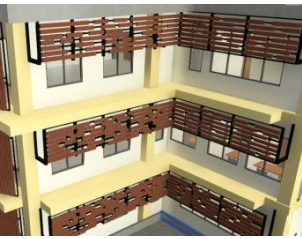
Karakteristik material WPC yang reflektif dan memiliki kemampuan peredaman panas menjadikannya lebih sesuai sebagai *secondary skin* untuk pengendalian pencahayaan alami, sedangkan ACP lebih optimal digunakan pada kebutuhan fasad yang menekankan aspek keawetan dan kemudahan pembentukan. Karena fokus penelitian ini adalah pencahayaan alami dan efisiensi energi, sehingga pemilihan material didasarkan dari kemampuan material untuk mengurangi cahaya langsung dan panas secara pasif.

2. Bentuk Secondary Skin

Dalam menentukan bentuk secondary skin, peneliti melakukan beberapa eksplorasi bentuk *secondary sky*, sebagai berikut.

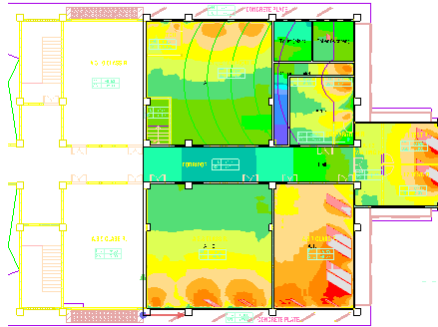
Tabel 4. 8 Bentuk *Secondary Skin*

No	Bentuk Secondary Skin	Jenis	Eksplorasi	Hasil	Keterangan
1		Vertikal	Kemiringan 0° (sejajar dengan bangunan)	<ul style="list-style-type: none"> • Celah antar elemen mengakibatkan cahaya matahari langsung masuk tanpa pengendalian yang optimal • Berpotensi menimbulkan silau (<i>glare</i>) pada pagi hari dan sore hari • Distribusi cahaya dalam ruang cenderung kurang merata 	Di aplikasikan pada area fasad yang mendapatkan intensitas cahaya yang tinggi pada pagi hari dan sore hari
			Kemiringan 30°	<ul style="list-style-type: none"> • Cahaya alami masuk secara optimal tanpa terhalang sepenuhnya • Terjadi keseimbangan antara penerimaan cahaya dan pengendalian silau • Distribusi cahaya dalam ruang menjadi lebih merata 	

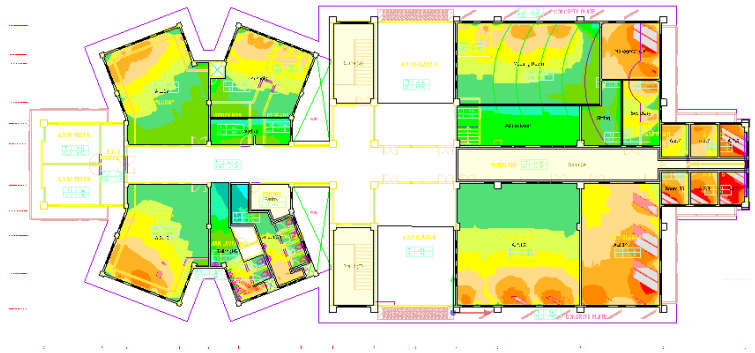
			Kemiringan 90° (Tegak lurus dengan bangunan)	<ul style="list-style-type: none"> • Cahaya langsung dari arah timur di beberapa ruang terblokir sepenuhnya • Cahaya langsung dari arah barat pada sore hari di beberapa ruang menjadi terbatas • Nilai iluminasi ruang menurun • Distribusi cahaya dalam ruang menjadi tidak merata 	
2		Horizontal	Tinggi 4m	<ul style="list-style-type: none"> • Bukaan jendela sebagai jalur distribusi cahaya disepanjang waktu menjadi terbatas • Cahaya langsung dari arah sudut tinggi dapat diblokir dengan efektif • Nilai iluminasi ruang menurun • Distribusi cahaya dalam ruang menjadi tidak merata 	Di aplikasikan pada area fasad yang mendapatkan intensitas cahaya yang tinggi pada siang hari
	Tinggi 2m		<ul style="list-style-type: none"> • Cahaya alami masuk secara optimal tanpa terhalang sepenuhnya • Cahaya langsung dari arah sudut tinggi dapat diblokir dengan efektif • Terjadi keseimbangan antara penerimaan cahaya dan pengendalian silau • Distribusi cahaya dalam ruang menjadi lebih merata 		

Secondary skin vertikal yang terdapat pada (Tabel 4.11) dirancang untuk mereduksi masuknya sinar matahari dengan sudut rendah, khususnya pada pagi dan sore hari, yang dominan mempengaruhi ruang dengan orientasi fasad tenggara dan barat laut. Pemilihan bentuk *secondary skin* vertikal dengan sudut kemiringan 30 derajat diterapkan sebagai strategi fasad untuk memanipulasi sudut datang sinar. Berfungsi sebagai pemutus transmisi radiasi langsung untuk menghindari *glare* serta sebagai material difus yang mendistribusikan cahaya matahari ke kedalaman ruang secara lebih merata.

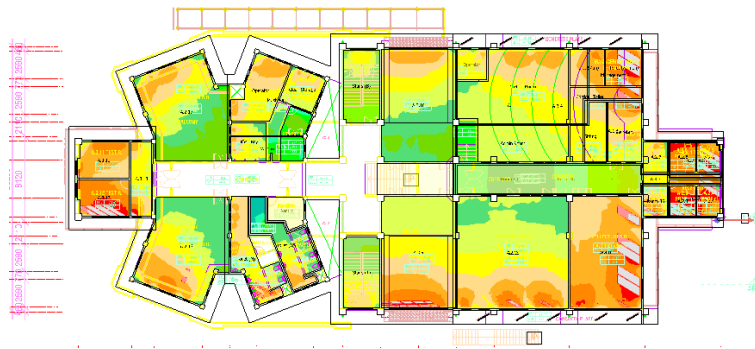
Sementara itu, *secondary skin* horizontal yang terdapat pada (Tabel 4.11) berfungsi untuk mengendalikan sinar matahari dengan sudut tinggi yang terjadi pada siang hari, terutama pada ruang dengan bukaan menghadap ke arah timur laut dan barat daya. Bentuk *secondary skin* yang tidak sepenuhnya menutup bukaan jendela menjadi pilihan yang efektif sebagai elemen pemeliharaan silau pada siang hari. Penerapan elemen material yang menutup bukaan jendela secara penuh berpotensi menghambat masuknya pencahayaan alami, sehingga distribusi pencahayaan sepanjang waktu menjadi kurang optimal.



Gambar 4. 57 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 1 (10.00)
 Sumber : Dokumen Penulis 2025



Gambar 4. 58 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 2 (10.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

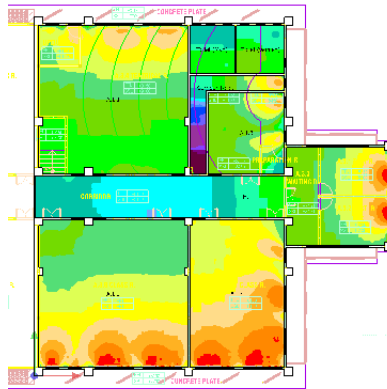


Gambar 4. 59 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 3 (10.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

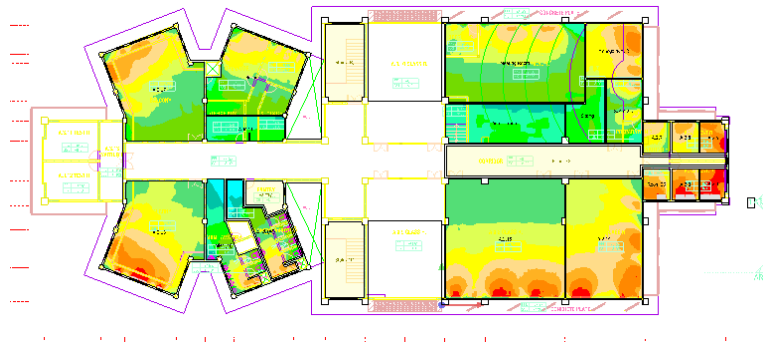
Keterangan :

Kontras warna pada visualisasi nilai lux

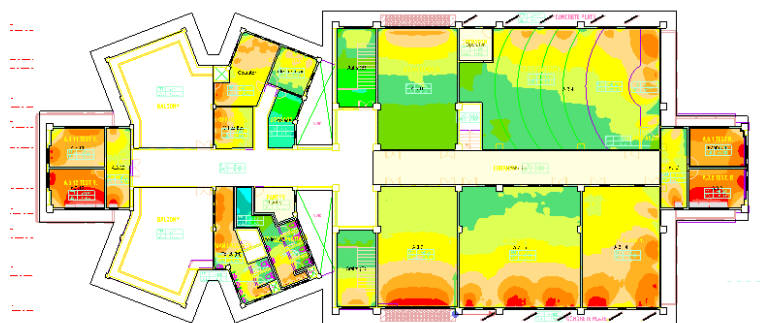




Gambar 4. 60 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 1 (12.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



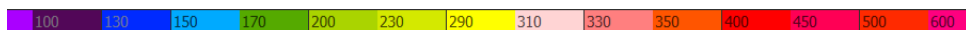
Gambar 4. 61 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 2 (12.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

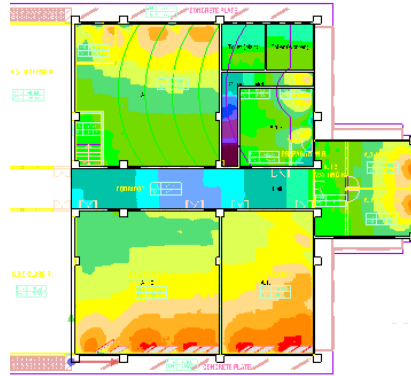


Gambar 4. 62 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 3 (12.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

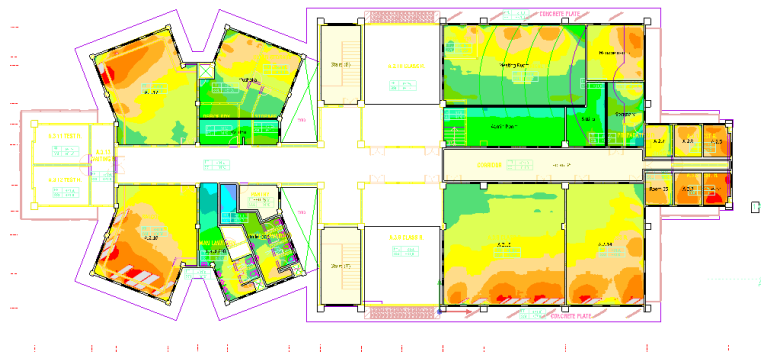
Keterangan :

Kontras warna pada visualisasi nilai lux

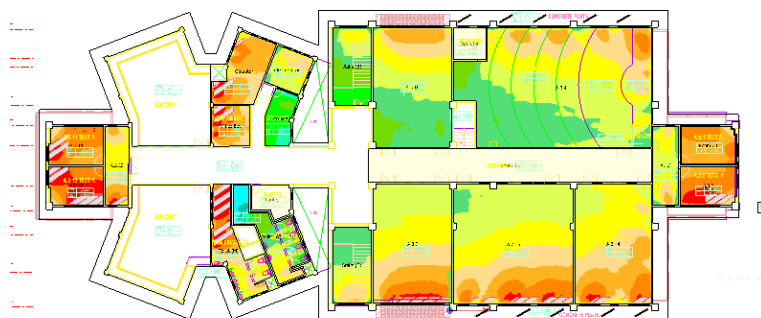




Gambar 4. 63 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 1 (16.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025



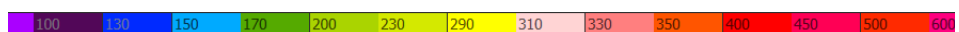
Gambar 4. 64 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 2 (16.00)
 Sumber : Dokumen Pribadi, 2025

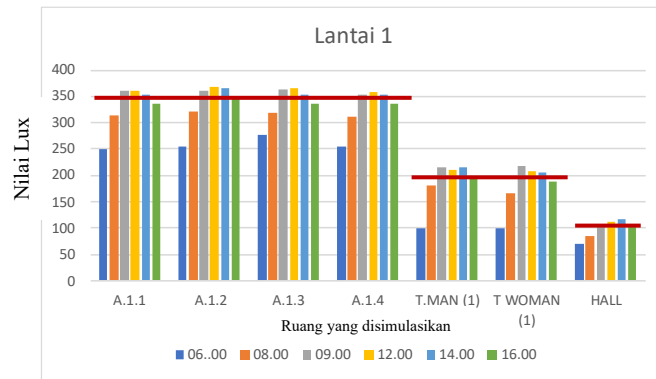


Gambar 4. 65 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 3 (16.00)
 Sumber : Dokumen Penulis, 2025

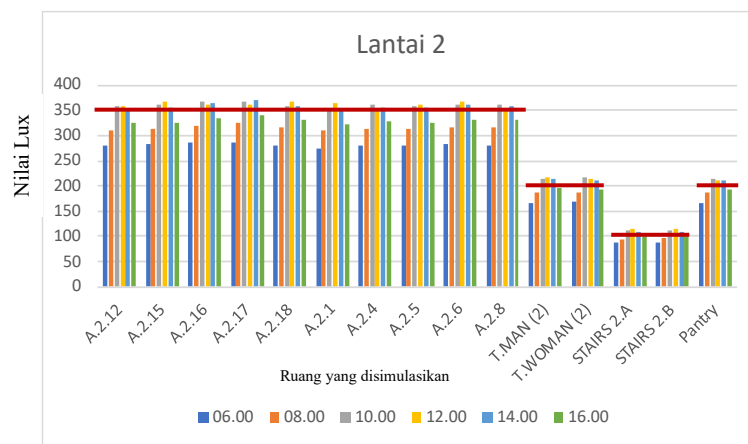
Keterangan :

Kontras warna pada visualisasi nilai lux

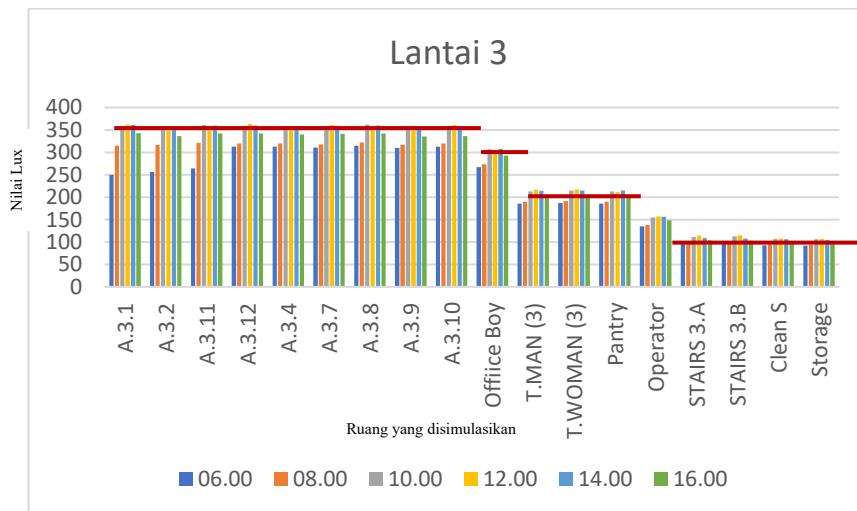




Gambar 4. 66 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 1



Gambar 4. 67 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 2



Gambar 4. 68 Hasil Simulasi Bangunan Redesain Skenario 3 Lantai 3

Keterangan :

Standar Pencahayaan Ruang berdasarkan SNI

Berdasarkan hasil simulasi (**Gambar 4.66-4.67**), *secondary skin* horizontal terbukti efektif dalam memblokir sinar matahari dengan sudut datang tinggi yang terjadi pada siang hari. Keberadaan elemen ini mencegah masuknya cahaya matahari secara langsung ke dalam ruang, sehingga intensitas cahaya dan beban panas yang diterima ruang dapat dikendalikan. Kondisi ini berkontribusi terhadap peningkatan kenyamanan visual dan termal pengguna ruang.

Sementara itu, *secondary skin* vertikal menunjukkan efektivitas dalam menghalangi sinar matahari dengan sudut datang rendah, khususnya cahaya matahari pada pagi dan sore hari. Elemen ini berperan penting dalam mengendalikan cahaya yang masuk pada ruang-ruang dengan orientasi timur dan barat, yang sebelumnya menerima intensitas cahaya tinggi akibat sudut datang matahari yang rendah.

Meskipun berfungsi sebagai elemen penghalang cahaya langsung, penerapan *secondary skin* tidak sepenuhnya menutup akses cahaya alami ke dalam ruang. Cahaya alami tetap dapat masuk melalui pantulan permukaan fasad dan celah-celah kisi-kisi *secondary skin*, sehingga ruang masih memperoleh pencahayaan alami yang cukup tanpa mengalami intensitas cahaya yang berlebihan. Mekanisme ini menghasilkan pencahayaan yang lebih lembut dan merata di dalam ruang.

4.3 Kondisi Fasad yang efektif

Hasil simulasi menunjukkan adanya perbedaan nilai iluminansi yang signifikan antar skenario fasad. Skenario dengan lubang cahaya yang lebih besar menghasilkan nilai lux rata-rata yang lebih tinggi dan distribusi cahaya yang lebih merata. Sebaliknya, skenario dengan bukaan terbatas disertai dengan penggunaan *shading* yang dominan dan tidak tepat menunjukkan nilai lux yang lebih rendah.

Untuk analisis lebih mendalam, dipilih beberapa ruang sampel yang merepresentasikan kondisi ruang di Gedung A FEB UNDIP pada setiap orientasinya. Ruang sampel ini memiliki orientasi dan karakteristik fasad yang merepresentasikan setiap orientasi fasad, sehingga dapat digunakan untuk mengkaji pengaruh fasad terhadap pencahayaan alami secara lebih terukur.

Tabel 4. 9 Hasil Perbandingan Kondisi Fasad yang Efektif (Pukul 10.00)

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Iluminasi Hasil Simulasi Distribusi Pencahayaan
					Min	Max	SNI	
Tenggara	A.3.8	Eksisting	12%	Shading Vertikal dan Horizontal	102	111	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	12%	Tanpa Shading	212	247	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	39%	Tanpa Shading	412	415	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	39%	Secondary Skin Vertikal	357	362	350	

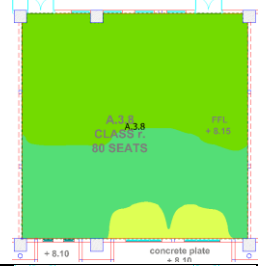
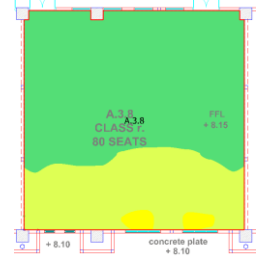
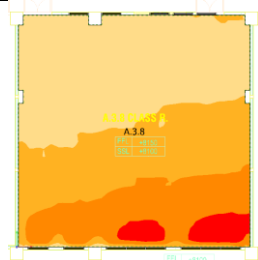

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Illuminasi Hasil Simulasi Distribusi Pencahayaan
					Min	Max	SNI	
Barat Daya	A.3.12	Eksisting	24%	Shading Vertikal dan Horizontal	182	178	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	24%	Tanpa Shading	202	226	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	39%	Tanpa Shading	439	463	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	39%	Secondary Skin Horizontal	359	363	350	

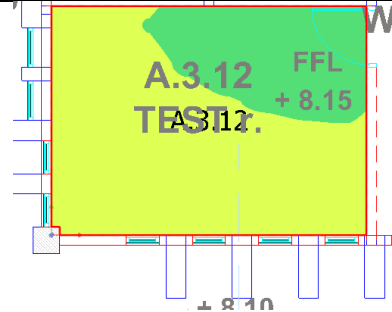
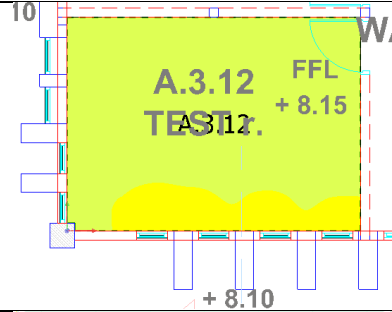
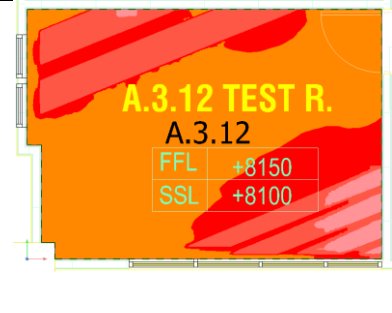
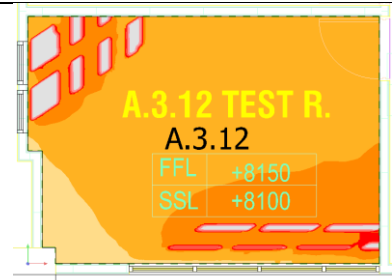
Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Illuminasi Hasil Simulasi Distribusi Pencahayaan
					Min	Max	SNI	
Barat Laut	A.3.4	Eksisting	11%	Shading Vertikal dan Horizontal	180	216	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	11%	Tanpa Shading	213	256	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	27%	Tanpa Shading	445	78	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	27%	Secondary Skin Vertikal	356	368	350	

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Iluminasi Hasil Simulasi Distribusi Pencahayaan
					Min	Max	SNI	
Timur Laut	A.3.1	Eksisting	13%	Shading Vertikal dan Horizontal	102	110	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	13%	Tanpa Shading	312	322	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	32%	Tanpa Shading	462	472	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	32%	Secondary Skin Vertikal	352	362	350	

Berdasarkan hasil komparasi (**Tabel 4.15**), kondisi eksisting menunjukkan pencahayaan alami yang belum optimal. Skenario penghilangan shading pada eksisting hanya memberikan peningkatan terbatas, sedangkan penambahan dimensi bukaan menghasilkan pencahayaan yang optimal namun berpotensi menimbulkan silau pada fasad timur dan tenggara. Penerapan *secondary skin* vertikal pada skenario ketiga terbukti menjadi solusi paling efektif dalam menyeimbangkan kebutuhan pencahayaan alami dan pengendalian silau pada pagi hari.

Tabel 4. 10 Hasil Perbandingan Kondisi Fasad yang Efektif (Pukul 12.00)

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Denah
					Min	Max	SNI	
Tenggara	A.3.8	Eksisting	12%	Shading Vertikal dan Horizontal	102	111	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	12%	Tanpa Shading	212	247	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	39%	Tanpa Shading	412	415	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	39%	Secondary Skin Vertikal	357	362	350	

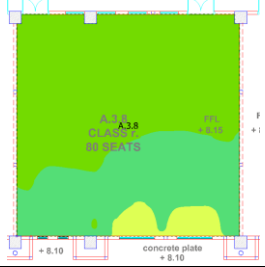
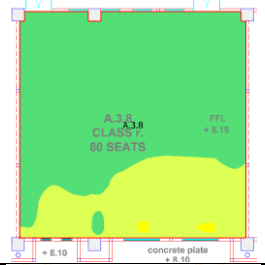
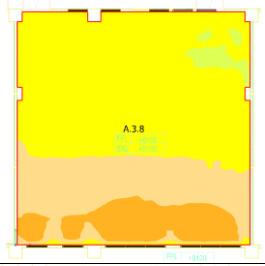

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Denah
					Min	Max	SNI	
Barat Daya	A.3.12	Eksisting	24%	Shading Vertikal dan Horizontal	182	178	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	24%	Tanpa Shading	202	226	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	39%	Tanpa Shading	439	463	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	39%	Secondary Skin Horizontal	359	363	350	

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Denah
					Min	Max	SNI	
Barat Laut	A.3.4	Eksisting	11%	Shading Vertikal dan Horizontal	180	216	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	11%	Tanpa Shading	213	256	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	27%	Tanpa Shading	445	78	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	27%	Secondary Skin Vertikal	356	368	350	

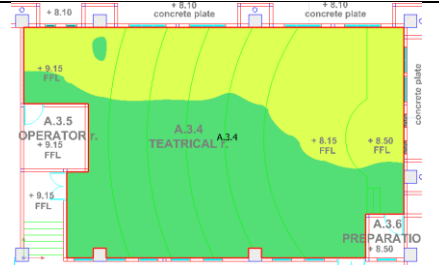
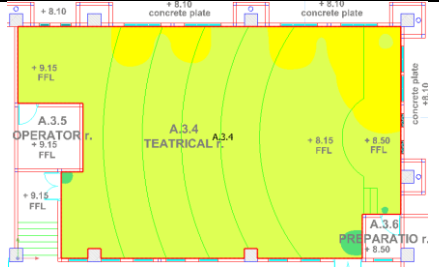
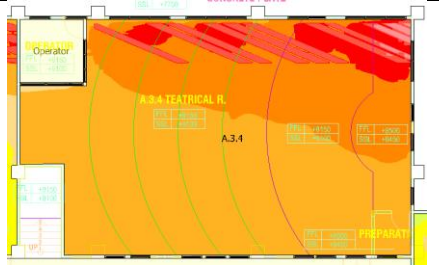
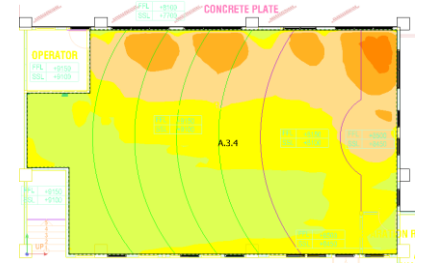
Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Denah
					Min	Max	SNI	
Timur Laut	A.3.1	Eksisting	13%	Shading Vertikal dan Horizontal	102	110	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	13%	Tanpa Shading	312	322	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	32%	Tanpa Shading	462	472	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	32%	Secondary Skin Vertikal	354	361	350	

Kondisi eksisting menunjukkan pencahayaan alami yang belum optimal pada setiap ruang. Pada skenario pertama yang terdapat pada (**Tabel 4.16**) dengan menghilangkan *shading* memberikan peningkatan iluminasi pada ruang namun pencahayaan ruang masih jauh dari standar. Sehingga dilakukan skenario kedua berupa penambahan dimensi bukaan, yang menghasilkan pencahayaan yang optimal namun berpotensi menimbulkan silau pada fasad yang berorientasi pada arah barat daya dan timur laut. Penerapan *secondary skin* horizontal pada skenario ketiga terbukti menjadi solusi yang efektif dalam menyeimbangkan kebutuhan pencahayaan alami dan pengendalian silau pada siang hari.

Tabel 4. 11 Hasil Perbandingan Kondisi Fasad yang Efektif (Pukul 16.00)

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Denah
					Min	Max	SNI	
Tenggara	A.3.8	Eksisting	12%	Shading Vertikal dan Horizontal	102	111	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	12%	Tanpa Shading	212	247	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	39%	Tanpa Shading	412	415	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	39%	Secondary Skin Vertikal	357	362	350	

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Denah
					Min	Max	SNI	
Barat Daya	A.3.12	Eksisting	24%	Shading Vertikal dan Horizontal	182	178	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	24%	Tanpa Shading	202	226	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	39%	Tanpa Shading	439	463	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	39%	Secondary Skin Horizontal	359	363	350	

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Denah
					Min	Max	SNI	
Barat Laut	A.3.4	Eksisting	11%	Shading Vertikal dan Horizontal	180	216	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	11%	Tanpa Shading	213	256	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	27%	Tanpa Shading	445	78	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	27%	Secondary Skin Vertikal	356	368	350	

Orientasi	Ruang	Kondisi Fasad	WWR	Faktor Shading	Nilai Lux			Denah
					Min	Max	SNI	
Timur Laut	A.3.1	Eksisting	13%	Shading Vertikal dan Horizontal	102	110	350	
		Skenario 1 (Eksisting Tanpa Shading)	13%	Tanpa Shading	312	322	350	
		Skenario 2 (Penambahan dimensi bukaan Jendela)	32%	Tanpa Shading	462	472	350	
		Skenario 3 (Bukaan Jendela + Secondary Skin)	32%	Secondary Skin Vertikal	352	362	350	

Sama seperti pada kondisi eksisting di pagi hari yang terdapat pada (**Tabel 4.17**), pencahayaan alami yang diterima setiap ruang masih jauh dari standar. Sehingga dilakukan skenario pertama dengan menghilangkan elemen shading berupa shading vertikal dan perangkat peneduh horizontal pada setiap fasad. Hasil simulasi menunjukkan penambahan nilai iluminasi pada ruang. Namun pencahayaan alami yang diterima masih jauh dari standar kebutuhan pencahayaan ruang. Sehingga pada skenario penambahan dimensi bukaan simulasi menghasilkan pencahayaan yang optimal namun berpotensi menimbulkan silau pada fasad barat dan barat daya. Penerapan secondary skin horizontal pada skenario ketiga menjadi solusi efektif dalam menyeimbangkan kebutuhan pencahayaan alami dan pengendalian silau pada sore hari.

4.3.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi besaran Lux

Berdasarkan hasil simulasi pencahayaan alami pada bangunan eksisting dan redesain, besaran tingkat iluminasi (Lux) pada setiap ruang menunjukkan variasi yang berbeda. Faktor-faktor ini menentukan jumlah cahaya matahari yang masuk, arah distribusi, serta kualitas pencahayaan yang dihasilkan dalam ruang

1. Kondisi Langit

Kondisi Langit merupakan salah satu faktor eksternal yang berada di luar bangunan. Variasi kondisi langit seperti cerah, berawan, dan mendung mengakibatkan perbedaan tingkat iluminasi yang diterima oleh fasad yang kemudian diteruskan ke dalam ruang. Menurut penelitian sebelumnya, kondisi langit merupakan faktor utama dalam simulasi *daylighting* karena berpengaruh langsung terhadap tingkat iluminasi dan distribusi cahaya alami di dalam ruang.

Dalam penelitian kali ini, pengaruh kondisi langit yang diterapkan pada simulasi adalah Average Sky.

2. Luas Lubang Cahaya

Luas lubang cahaya efektif merupakan luas bukaan yang secara aktual menerima dan meneruskan cahaya alami ke dalam ruang. Besaran ini tidak hanya ditentukan oleh ukuran geometris jendela, tetapi juga dipengaruhi oleh keberadaan elemen pengendali cahaya seperti shading dan *secondary skin*. Meskipun ukuran jendela relatif besar, luas lubang cahaya efektif dapat berkurang apabila sebagian bukaan tertutup atau terhalang oleh elemen fasad tersebut.

3. Elemen Fasad

1). Fasad Tenggara

- Menerima radiasi matahari pagi yang intens, yang dapat menyebabkan peningkatan suhu interior dengan signifikan.
- Strategi desain fasad pada sisi ini harus fokus pada perlindungan dari panas pagi, dengan penggunaan *secondary skin* berbentuk vertikal.

2). Fasad Barat Daya dan Timur Laut

- Menerima radiasi lebih rendah dibanding fasad yang berhubungan dengan tenggara dan barat laut. Namun cukup tinggi menerima radiasi pada siang hari.
- Strategi desain fasad pada sisi ini harus fokus pada perlindungan dari panas sudut tinggi, dengan penggunaan *secondary skin* berbentuk horizontal

3). Fasad Barat Laut

- Menerima radiasi matahari sore dengan intens dan berlangsung lebih lama, mengakibatkan masalah overheating
- Strategi desain fasad pada sisi ini harus fokus pada perlindungan dari panas sore, dengan penggunaan *secondary skin* berbentuk vertikal.

4. Material Fasad

Material fasad sangat berpengaruh terhadap nilai iluminasi yang diterima sebuah bangunan. Karena material fasad menjadi variabel yang menentukan seberapa banyak cahaya yang dipantulkan dan diteruskan ke dalam ruang.

1). Material Bukaannya Jendela

Berdasarkan komparasi dari beberapa material, penggunaan kaca tempered glass lebih efektif digunakan karena transmisi cahaya yang optimal.

2). Material *Secondary Skin*

Pemilihan penggunaan WPC pada elemen fasad didasarkan dengan ketahanan material pada beberapa cuaca. Sehingga, material ini sangat cocok digunakan untuk material eksterior. Selain itu pada material ini cahaya tidak langsung dipantulkan ke dalam ruang, melainkan disebar secara merata (difus).

4.4 Temuan Utama Penelitian (Subbab Transisi)

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa bukaan jendela dan elemen pada fasad sangat menentukan efektivitas pencahayaan alami pada sebuah bangunan. Kondisi fasad yang dirancang secara optimal mampu memaksimalkan pencahayaan alami dan meningkatkan kualitas visual ruang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penyesuaian desain fasad terhadap orientasi matahari mampu meningkatkan kontribusi pencahayaan alami sekaligus mengendalikan cahaya langsung yang berpotensi menimbulkan silau dan panas berlebih.