

## 4.7 Rekomendasi Desain

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting yang meliputi analisis visual, pengukuran lapangan, dan simulasi, dapat disimpulkan bahwa ruang kelas pada SMP Islam Sabilillah Malang masih memiliki tingkat kenyamanan visual yang termasuk dalam ketogori kurang nyaman. Dalam satu ruangan terdapat area-area yang terlalu terang dan juga terdapat area-area yang terlalu gelap yang menandakan bahwa distribusi cahaya dalam kelas masih kurang merata. Area yang terlalu terang sebagian besar berada di sisi barat laut dan tenggara ruang karena berbatasan dengan bukaan, sedangkan area yang terlalu gelap terletak di tengah ruangan. Perlu adanya rekomendasi desain yang diharapkan dapat memperbaiki distibrusi cahaya pada ruang kelas, sehingga dapat meningkatkan kinerja pencahayaan alami dalam ruang.

Rekomendasi desain terdiri dari modifikasi bukaan, pembayang matahari, *lighshelves*, dan plafon. Faktor yang dipertimbangkan dalam penentuan perubahan desain tersebut adalah SBV dengan sudut terendah dimana pada sisi tenggara  $40^\circ$  sedangkan pada sisi barat laut  $30^\circ$  (Tabel 4.1). Dengan pertimbangan tersebut, nantinya dapat diketahui arah datang cahaya serta perkiraan pemantulan dan persebaran cahaya dalam ruang.

### 4.7.1 Ruang kelas matematika VII (Lantai 1)

Berdasarkan hasil pengukuran kuat terang cahaya pada ruang matematika diketahui bahwa tingkat pencahayaan pada ruang kelas matematika VII pada lantai satu masih kurang merata. Terdapat beberapa titik yang terlalu gelap maupun terlalu terang. Area yang terlalu terang berada di sisi tenggara ruang, sedangkan area yang terlalu gelap berada di sisi gtengah dan barat laut ruang. Oleh karena itu perlu adanya rekomendasi untuk menurunkan tingkat pencahayaan alami di sisi tenggara dan meningkatkan tingkat pencahayaan alami di tengah dan sisi barat laut ruang

#### 1. Rekomendasi Eksternal I (Bukaan)

Bukaan eksisting pada ruang kelas VII terdiri dari *awning window* dan *fixed window* dengan kaca jenis *clear glass* pada jendela dan *frosted glass* pada kaca pintu. Bukaan terdapat pada sisi barat laut dan tenggara bangunan. Pada sisi tenggara, luas total bukaan adalah  $6,38 \text{ m}^2$  dan pada sisi barat laut luas total bukaan adalah  $6,157 \text{ m}^2$ . WWR (*Window Wall to Ratio*) pada kedua sisi tersebut adalah 20% dan rasio luas jendela terhadap luas

ruang juga 20%. Standar WWR yang direkomendasikan oleh ASHRAE 90.1-2007 adalah 20-30%. Oleh karena itu bukaan pada ruang matematika VII masih dapat dimodifikasi dengan meningkatkan WWR untuk mengatasi permasalahan ruangan yang terlalu gelap. Selain itu dapat juga dengan mengubah material kaca pintu menjadi *clear glass* agar dapat meningkatkan pencahayaan di sisi barat laut ruang.

**Tabel 4.17 Karakteristik Bukaan Eksisting pada Ruang Kelas Matematika VII**

Dimensi	Jumlah dan letak orientasi bukaan	Posisi dari lantai	Material
<b>J1-1</b>			
	2 set di sisi tenggara 1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm. Kusen kayu finishing cat warna putih.
<b>J1-2</b>			
	1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm pada jendela. <i>Frosted glass</i> 4 mm pada kaca pintu. Kusen kayu finishing cat warna putih.

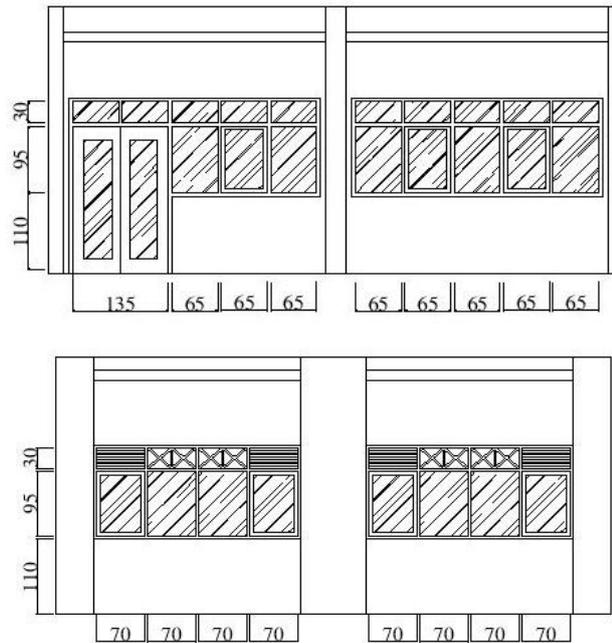
**Tabel 4.18 Karakteristik Bukaan Rekomendasi pada Ruang Kelas Matematika VII**

Dimensi	Jumlah dan letak orientasi bukaan	Posisi dari lantai	Material
<b>J1-3</b>			
	2 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm. Kusen kayu finishing cat warna putih.

Dimensi	Jumlah dan letak orientasi bukaan	Posisi dari lantai	Material
	1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm pada jendela. <i>Frosted glass</i> 4 mm pada kaca pintu. Kusen kayu finishing cat warna putih.
	2 set di sisi tenggara	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm. Kusen kayu finishing cat warna putih
	1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm Kusen kayu finishing cat warna putih.

#### a. Alternatif 1

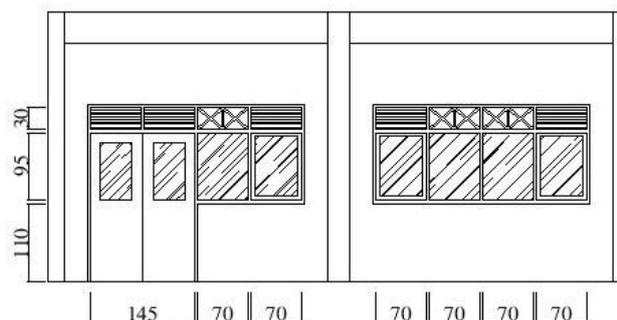
Alternatif bukaan 1 memadukan antara jendela tenggara eksisting (2 set J1) dan jendela J3 serta J4 pada sisi barat laut. Terdapat penambahan jendela pada sisi barat laut yang bertujuan agar cahaya di sisi barat laut ruang dapat ditingkatkan. Hal tersebut dilakukan karena sisi barat laut ruang termasuk dalam tingkat pencahayaan yang terlalu gelap. Pada alternatif bukaan 1, WWR pada sisi barat laut yang semula 20% ditingkatkan menjadi 25%. Sehingga persentase luas bukaan terhadap luas ruang meningkat menjadi 22% dari yang awalnya hanya 20%.

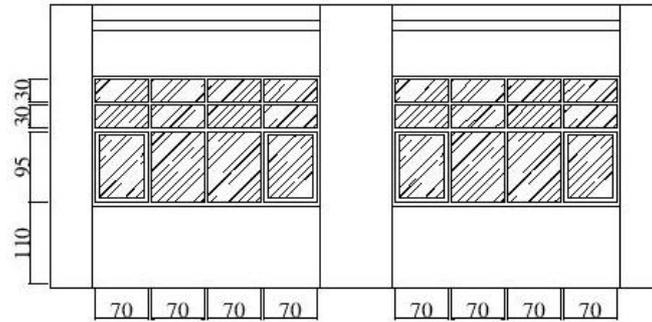


**Gambar 4.59** Alternatif 1 Sisi Barat Laut Ruang (atas) dan Tenggara (bawah) Ruang Matematika VII

b. Alternatif 2

Alternatif bukaan 2 memadukan antara jendela barat laut eksisting (J1 dan J2) dan jendela J5 pada sisi tenggara. Pada sisi tenggara ditambahkan jendela diatas jendela eksisting. Hal tersebut ditujukan agar kedalaman cahaya yang masuk ke dealam ruangan lebih lebar sehingga dapat meningkatkan tingkat pencahayaan pada tengah dan barat laut ruang yang cenderung terlalu gelap. WWR di sisi tenggara ditingkatkan sebesar 6,5% dari yang awalnya 20% menjadi 26,5%. Total luas bukaan adalah 14,217 atau 22% dari luas ruang.

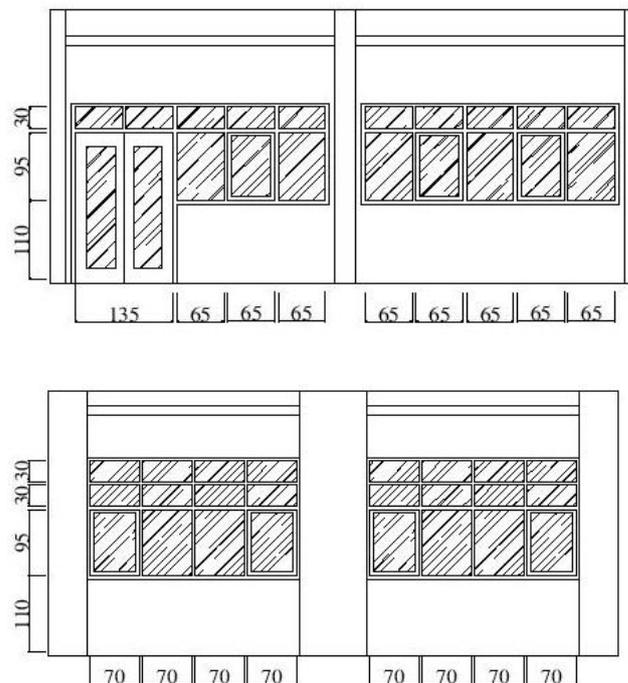




**Gambar 4.60** Alternatif 2 Sisi Barat Laut Ruang dan Tenggara Ruang Matematika VII

c. Alternatif 3

Alternatif bukaan 3 memadukan antara jendela J3 dan J4 pada sisi barat laut serta jendela J5 pada sisi tenggara. Pada alternatif 3, penambahan jendela dilakukan di sisi tenggara dan barat laut ruang. Hal tersebut ditujukan untuk mengatasi masalah ruangan yang terlalu gelap. Konsekuensi dari penambahan jendela di dua sisi ini adalah terdapat beberapa area di ruang kelas yang menjadi terlalu terang khususnya pada sisi tenggara ruang, namun untuk sisi tengah dan barat laut ruang sebagian besar sudah memenuhi standar. WWR di sisi tenggara ditingkatkan menjadi 26,5% sedangkan di sisi barat laut menjadi 25%. Total luas bukaan adalah 15,86 m<sup>2</sup> atau 24,7% dari luas ruang.



**Gambar 4.61** Alternatif 3 Sisi Barat Laut Ruang dan Tenggara Ruang Matematika VII

#### d. Hasil Pengukuran Simulasi Alternatif Desain

Setelah dilakukan strategi beberapa alternatif desain, maka dilakukan validasi data tingkat pencahayaan alami menggunakan simulasi Dialux 4.12 sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.19 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Simulasi Alternatif Desain (Rekomendasi Eksternal I)**  
**Ruang Kelas Matematika VII**

Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang memenuhi standar	Rata-rata area yang memenuhi standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<i>ALTERNATIF BUKAAN 1</i>												
PAGI	820	483	819	263	170	268	229	219	214	398	55,6%	29,6%
SIANG	1069	630	1067	343	352	350	299	285	279	519	33,3%	
SORE	573	338	572	184	189	187	160	153	149	278	0%	
<i>ALTERNATIF BUKAAN 2</i>												
PAGI	792	458	793	254	258	251	193	187	184	375	33,3%	33,3%
SIANG	1033	597	1035	331	336	327	252	244	240	488	33,3%	
SORE	677	392	678	217	220	215	165	160	157	320	33,3%	
<i>ALTERNATIF BUKAAN 3</i>												
PAGI	844	506	841	291	298	294	252	246	235	423	66,7%	44,4%
SIANG	1100	660	1097	380	388	383	329	321	307	552	0%	
SORE	721	433	719	249	255	251	216	211	201	362	66,7%	

: >300 lux (terlalu terang)    : 200-300 lux (ideal/nyaman)    : <200 lux (terlalu gelap)

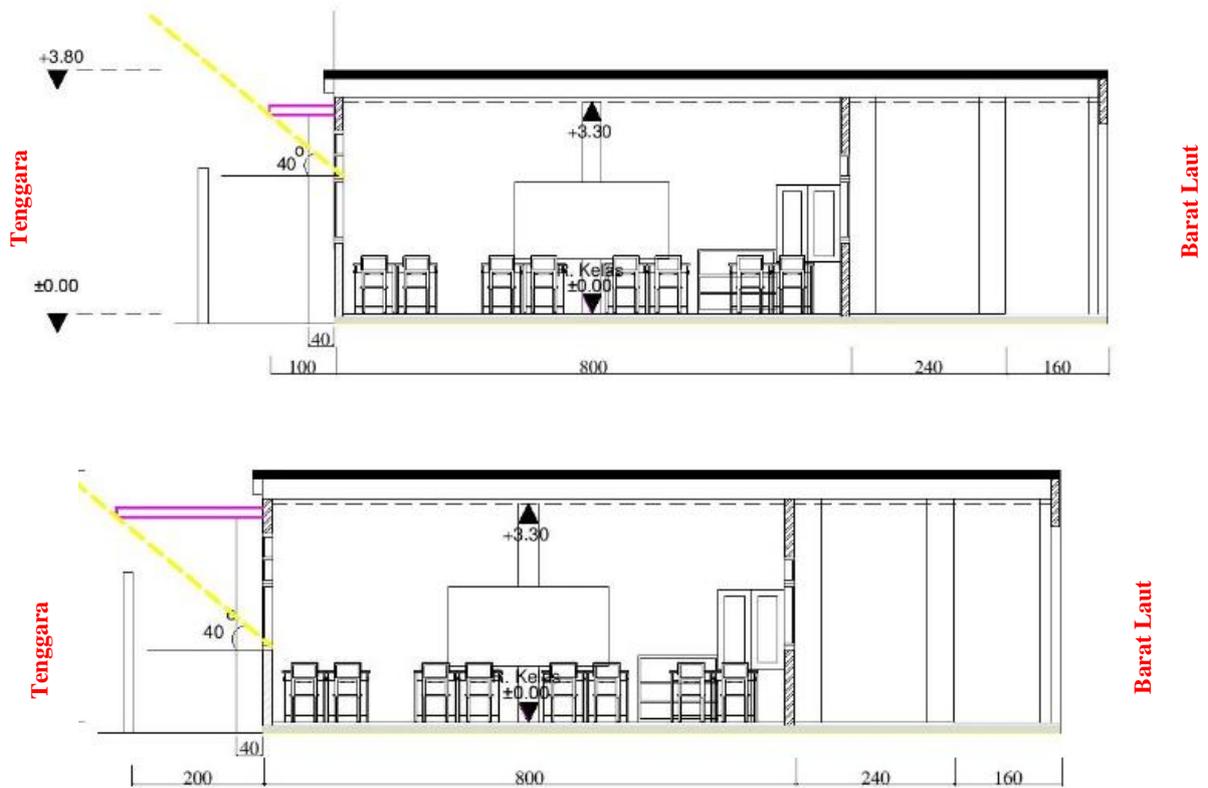
Berdasarkan hasil pengukuran pada simulasi dialux 4.12, dari ketiga alternatif bukaan yang ada, alternatif ke 3 merupakan alternatif dengan persentase tertinggi yaitu memiliki area yang memenuhi standar terbanyak dari alternatif lainnya. Pada alternatif ke 3 masih terdapat kekurangan yaitu masih memiliki tingkat pencahayaan alami yang terlalu tinggi pada rata-rata semua area di siang hari dan pada area di sisi tenggara pada pagi dan sore hari. Oleh karena itu perlu adanya rekomendasi lanjutan seperti penambahan pembayang matahari atau lightselves agar seluruh atau sebagian besar area ruang kelas dapat memenuhi standar kenyamanan visual.

#### 2. Rekomendasi Eksternal II (Bukaan-Pembayang Matahari)

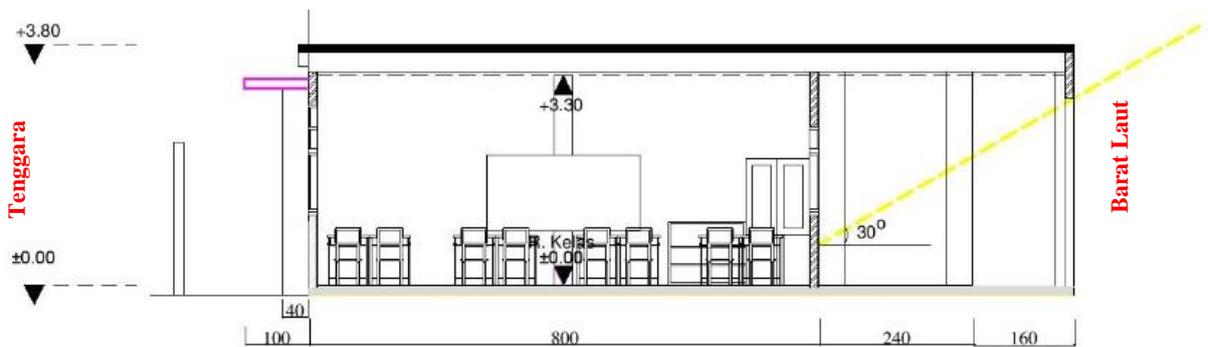
Rekomendasi eksternal II merupakan lanjutan dari rekomendasi eksternal I. Alternatif bukaan 3 yang terpilih pada rekomendasi eksternal I selanjutnya diberi penambahan redesain pembayang matahari yang sesuai dengan kebutuhan pencahayaan alami di dalam ruang.

Berdasarkan diagram sunpath, dapat diketahui bahwa sbv pada sisi tenggara adalah  $40^\circ$ , sehingga sehingga panjang pembayang matahari horizontal seharusnya mencapai 2 m. Pada kondisi eksisting, pembayang matahari di sisi tenggara hanya memiliki lebar 1 m sehingga masih kurang efektif untuk menghalangi cahaya langsung yang masuk ke dalam ruangan terutama pada pagi hari. Sedangkan pada sisi barat laut, pembayang matahari

sudah tepat sudah dapat menghalau sinar matahari langsung masuk ke dalam ruang. Perlu rekomendasi pembayang matahari yang lebih efektif di sisi tenggara untuk ruangan kelas matematika VII.



**Gambar 4.62** Pembayang Matahari Eksisting Sisi Tenggara (kiri) dan Pembayang Matahari berdasarkan sbv Sisi Tenggara (kanan) Ruang Kelas Matematika VII

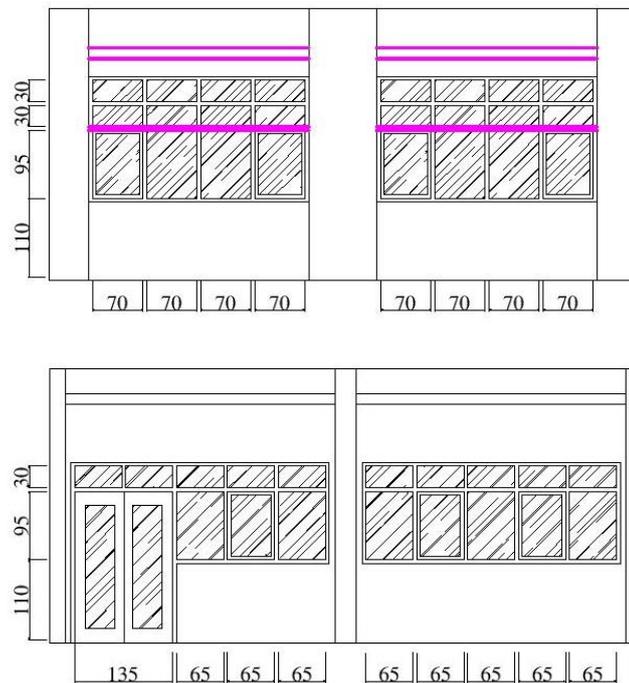


**Gambar 4.63** Pembayang Matahari Eksisting Sisi Barat Laut

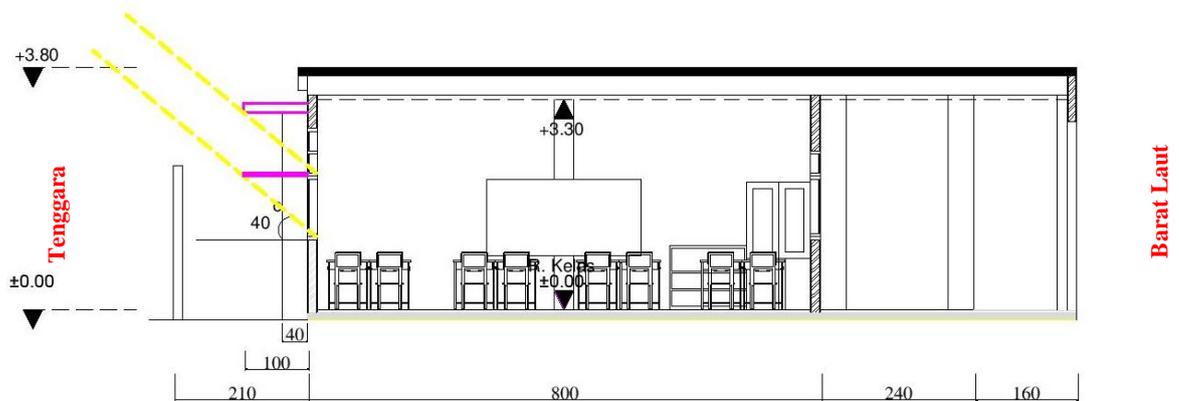
Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal

a. Alternatif 1

Panjang pembayang matahari pada sisi tenggara ruang berdasarkan sbv dapat mencapai 2 m. Untuk memperkecil beban struktur, maka alternatif pembayang matahari horizontal dibagi menjadi dua sirip dengan panjang masing-masing 100 cm. Untuk sisi barat laut ruang, pembayang matahari tidak diubah karena pada sisi barat laut ruang, terdapat koridor dengan lebar 4 m. Koridor tersebut memiliki penutup di bagian atasnya, sehingga dapat menghindari sinar matahari langsung yang masuk ke dalam ruangan melalui bukaan sisi barat laut.



**Gambar 4.64** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Matematika VII Alternatif 1 Rekomendasi Eksterior (Bukaan dan pembayang Matahari)

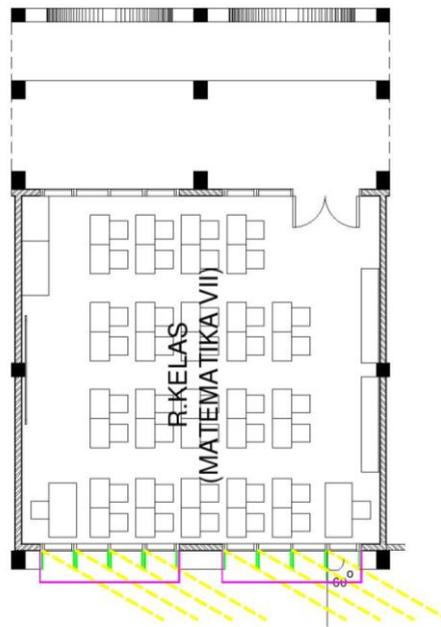


**Gambar 4.65** Potongan Ruang Matematika VII Alternatif 1 Rekomendasi Eksterior (Bukaan dan pembayang Matahari)

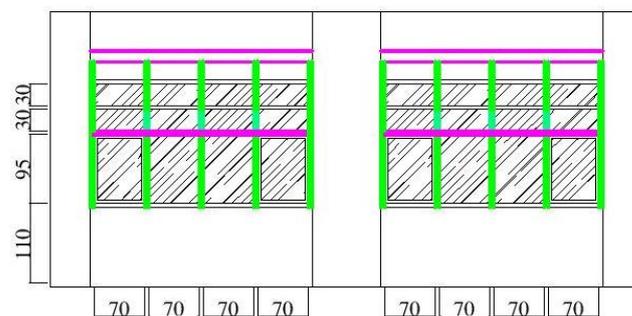
Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal

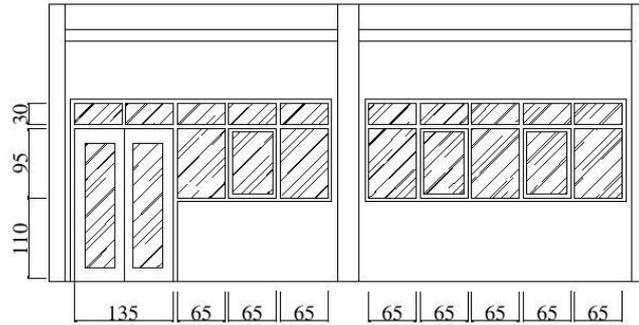
## b. Alternatif 2

Alternatif 2 memadukan antara pembayang matahari horizontal dan vertikal. Pembayang matahari horizontal ditentukan berdasarkan SBV pada alternatif 1. Pembayang matahari vertikal ditentukan berdasarkan SBH. Pada kondisi eksisting, jika dilihat berdasarkan SBH, masih terdapat sinar matahari langsung yang masuk ke dalam ruang. Perlu redesain berupa penambahan 3 sirip pembayang matahari vertikal agar sinar matahari langsung tidak masuk ke dalam ruangan.

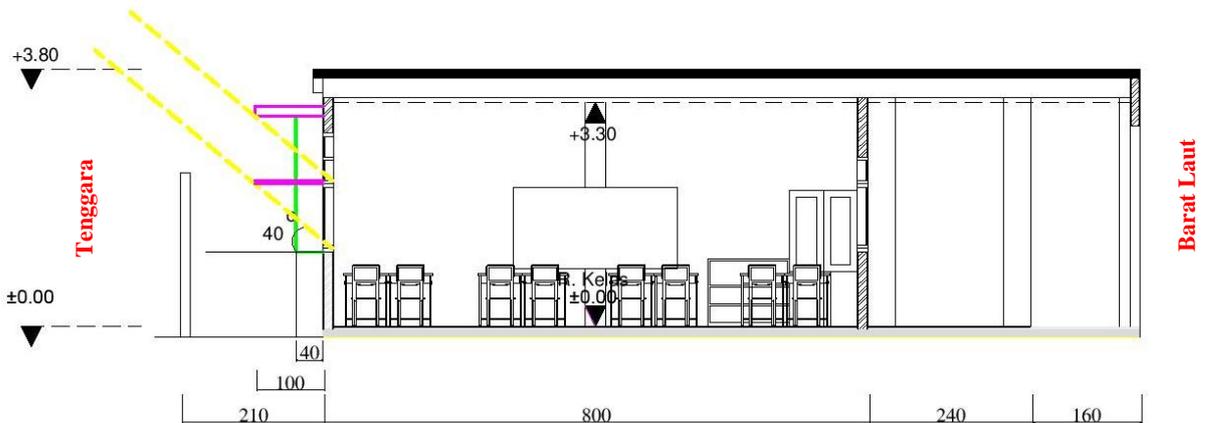


**Gambar 4.66** SBH Sisi Tenggara Ruang Matematika VII Alternatif 1 Rekomendasi Eksterior (Bukaan dan pembayang Matahari)





**Gambar 4.67** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Matematika VII Alternatif 2 Rekomendasi Eksterior (Bukaan dan pembayang Matahari)



**Gambar 4.68** Potongan Ruang Matematika VII Alternatif 2 Rekomendasi Eksterior (Bukaan dan pembayang Matahari)

Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal — : Pembayang Matahari Vertikal

c. Hasil pengukuran simulasi alternatif desain

Pengukuran hasil alternatif desain dilakukan menggunakan *software* Dialux 4.13 sehingga didapatkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada Tabel 4.20.

**Tabel 4.20** Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Simulasi Alternatif Desain (Rekomendasi Eksternal II) Ruang Kelas Matematika VII

Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang Memenuhi Standar	Rata-rata Area yang Memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<b>ALTERNATIF 1 (EKSTERNAL II)</b>												
PAGI	530	412	524	287	294	289	251	245	231	340	66,7%	40,7%
SIANG	691	537	683	374	383	376	327	319	301	444	0%	
SORE	453	352	448	246	251	247	215	209	198	291	55,6%	
<b>ALTERNATIF 2 (EKSTERNAL II)</b>												
PAGI	367	303	362	231	229	238	222	210	204	263	66,7%	48,1%
SIANG	479	395	472	300	299	310	289	274	266	343	55,6%	
SORE	314	259	309	198	196	204	189	180	175	225	22,2%	

: >300 lux (terlalu terang)   : 200-300 lux (ideal/nyaman)   : <200 lux (terlalu gelap)

Berdasarkan hasil pengukuran alternatif desain, dapat diketahui bahwa alternatif desain 2 mempunyai persentase tingkat pencahayaan alami yang memenuhi standar yang lebih tinggi daripada alternatif 1. Namun berdasarkan hasil pengukuran simulasi masih terdapat area yang terlalu terang pada pagi, siang, dan sore hari serta terlalu gelap pada

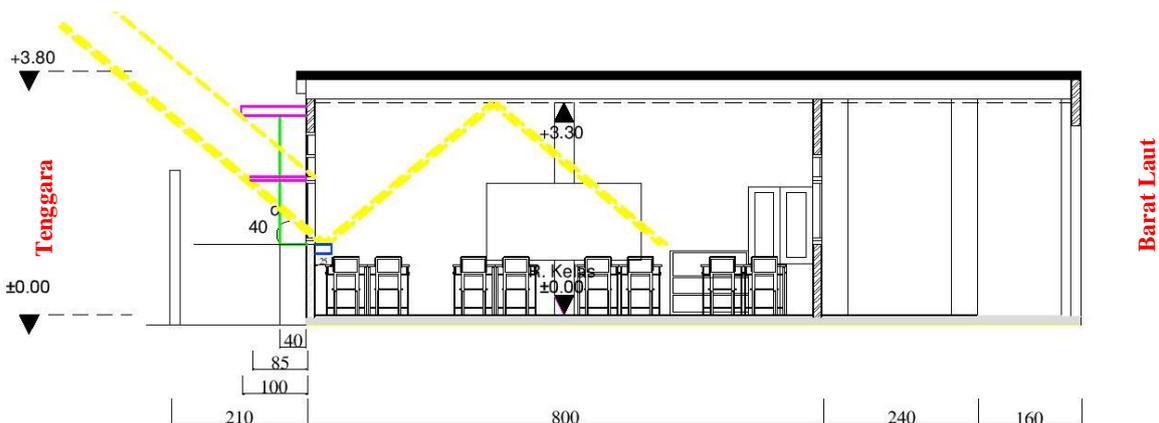
sore hari. Rata-rata tingkat pencahayaan alami pada siang hari juga masih terlalu terang dan tidak sesuai dengan standar pencahayaan alami yang dibutuhkan. Oleh karena itu masih perlu rekomendasi lebih lanjut agar area yang memenuhi standar pencahayaan alami meningkat, dan rata-rata pencahayaan alami pada pagi, siang, dan sore hari memenuhi standar.

### 3. Rekomendasi Eksternal-Internal (Bukaan-Pembayang Matahari-*Lightshelves*)

Pada rekomendasi sebelumnya dapat diketahui bahwa tingkat pencahayaan alami pada ruang kelas matematika vii masih kurang merata. Penambahan *lightsheves* pada tahap ini diharapkan dapat membuat distribusi cahaya pada ruang kelas menjadi lebih merata sesuai dengan standar pencahayaan yang dibutuhkan. Material yang digunakan pada *lightshelves* sama seperti material pada pembayang matahari eksternal yaitu beton dengan finishing cat dengan warna coklat muda yang menyesuaikan dengan karakteristik ruang.

#### a. Alternatif 1

Pada alternatif 1 dilakukan penambahan *lightshelves* 1 sirip di sisi tenggara dengan lebar 25 cm dan ketinggian 110 cm dari lantai. Karena terdapat penambahan *lightselves* tersebut, lebar pembayang matahari horizontal sirip bawah dapat dikurangi 15 cm yaitu menjadi 85 cm. Penambahan *lightselves* tersebut dapat memantulkan sinar matahari ke area tengah ruangan, sehingga diharapkan tingkat pencahayaan alami pada area tengah yang cenderung terlalu gelap dapat meningkat.

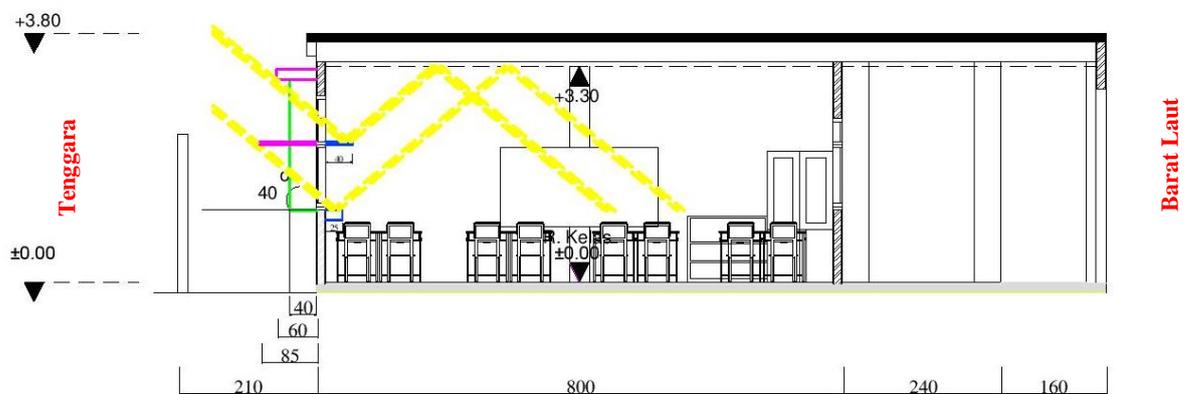


**Gambar 4.69** Potongan Ruang Matematika VII Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal-Internal (Bukaan-Pembayang Matahari-*Lightshelves*)

Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal — : Pembayang Matahari Vertikal — : *Lightshelves*

### b. Alternatif 2

Lightselves 2 sirip ditambahkan di sisi tenggara ruang pada alternatif 2 ini. Lightselves atas didesain dengan lebar 40 cm dan ketinggian 210 cm dari lantai sedangkan lightselves bawah dengan lebar 25 cm dan ketinggian 110 cm dari lantai. Penambahan lightselves ini menyebabkan pengurangan lebar pembayang matahari horizontal. Pada sirip atas, pembayang horizontal dikurangi 40 cm menjadi 60 dan sirip bawah menjadi 85 cm. Pada Gambar.. dapat dilihat bahwa penambahan 2 lightselves dapat membawa cahaya matahari masuk lebih dalam pada ruangan.



**Gambar 4.70** Potongan Ruang Matematika VII Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal-Internal (Bukaan-Pembayang Matahari-Lightselves)

Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal — : Pembayang Matahari Vertikal — : Lightselves

### c. Hasil pengukuran simulasi alternatif desain

Hasil pengukuran simulasi alternatif desain berdasarkan rekomendasi eksternal-internal dapat dilihat pada Tabel 4.21.

**Tabel 4.21** Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Simulasi Alternatif Desain (Rekomendasi Eksternal-Internal) Ruang Kelas Matematika VII

Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang Memenuhi Standar	Rata-rata Area yang Memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<i>ALTERNATIF 1 (EKSTERNAL-INTERNAL)</i>												
PAGI	300	246	299	205	205	213	213	204	202	232	100%	93%
SIANG	388	299	379	260	259	270	271	259	251	294	78%	
SORE	291	240	284	206	202	209	221	214	210	231	100%	
<i>ALTERNATIF 2 (EKSTERNAL-INTERNAL)</i>												
PAGI	298	242	295	206	205	213	214	204	200	231	100%	93%
SIANG	382	296	374	261	260	270	271	259	251	293	78%	
SORE	285	235	280	207	202	209	221	215	210	229	100%	

: >300 lux (terlalu terang)    : 200-300 lux (ideal/nyaman)    : <200 lux (terlalu gelap)

Berdasarkan Tabel 4.20, dapat dilihat bahwa alternatif 1 dan alternatif 2 mempunyai rata-rata tingkat pencahayaan yang hampir sama. Alternatif desain yang dipilih adalah

alternatif desain 1 karena lebih efisien yaitu tidak mengubah pembayang matahari horizontal eksisting dan hanya menambahkan 1 sirip lightselves.

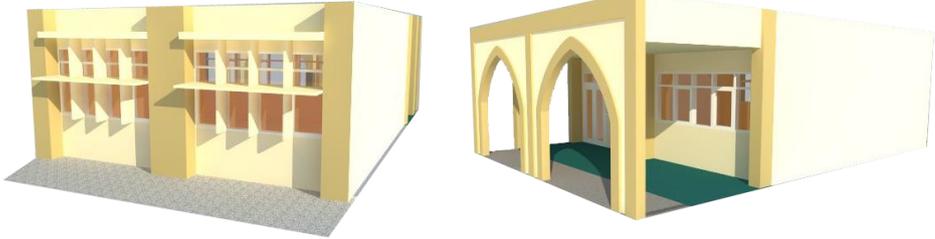
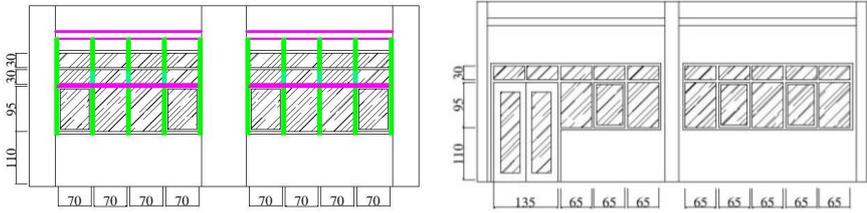
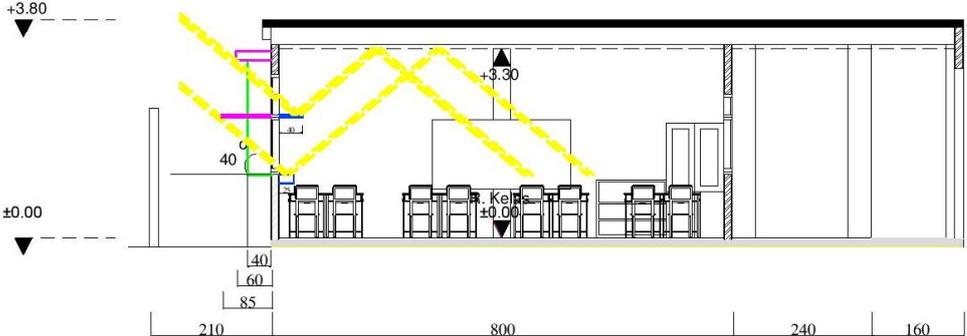
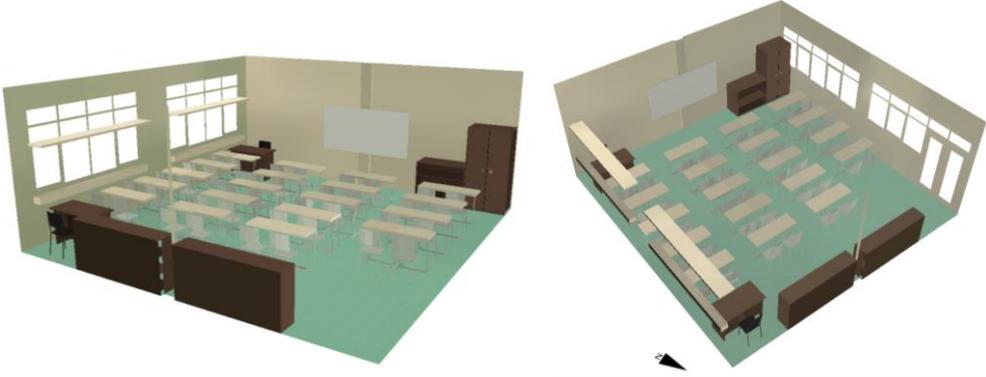
4. Kesimpulan

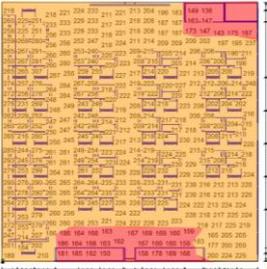
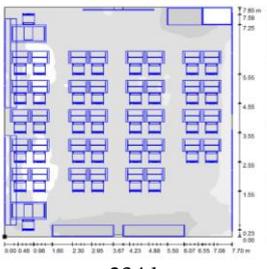
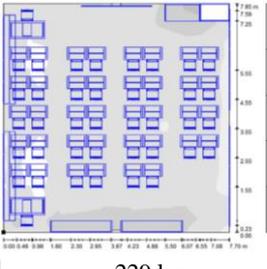
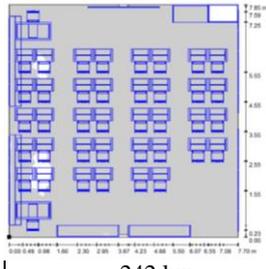
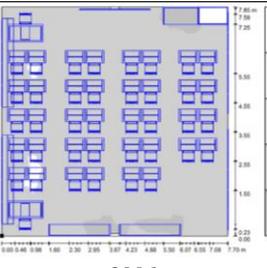
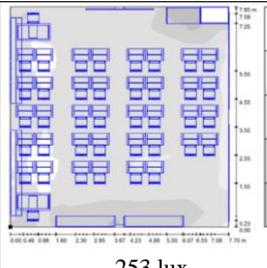
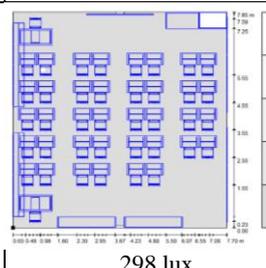
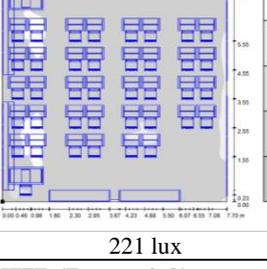
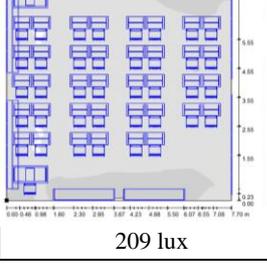
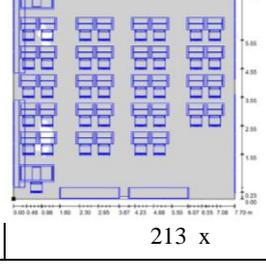
Berdasarkan hasil simulasi rekomendasi desain secara bertahap, alternatif desain terpilih adalah alternatif desain dengan desain pembayang matahari horizontal dua sirip, pembayang matahari vertikal, dan lightselves 1 sirip (Lampiran 2). Desain terpilih ditentukan berdasarkan SNI 03-6197-2000 mengenai standar tingkat pencahayaan pada ruang kelas. Desain tersebut menambah persentase area yang memenuhi standar sebesar 60% dari kondisi eksisting yang awalnya hanya 33% menjadi 93%..

**Tabel 4.22 Hasil Perbandingan Tingkat Pencahayaan Alami Eksisting dan Rekomendasi Desain Terpilih Ruang Kelas Matematika VII.**

Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang Memenuhi Standar	Rata-rata Area yang Memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<b>EKSISTING (SIMULASI)</b>												
PAGI	775	438	773	228	232	228	173	158	161	352	33 %	33 %
SIANG	983	556	981	289	294	289	219	201	205	446	67%	
SORE	542	306	541	159	162	160	121	111	113	246	0%	
<b>KONTUR CAHAYA (EKSISTING)</b>												
PAGI				SIANG				SORE				
<b>REKOMENDASI TERPILIH</b>												
PAGI	300	242	295	206	205	213	214	204	202	231	100%	93%
SIANG	382	299	374	261	260	270	271	259	251	293	78%	
SORE	285	235	280	207	202	209	221	215	210	229	100%	
<b>KONTUR CAHAYA (REKOMENDASI)</b>												
PAGI				SIANG				SORE				
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> : >300 lux (terlalu terang) <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-right: 5px; margin-left: 20px;"></span> : 200-300 lux (ideal/nyaman) <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #404040; border: 1px solid black; margin-left: 20px;"></span> : <200 lux (terlalu gelap)												

**Tabel 4.23 Hasil Desain Rekomendasi Terpilih Ruang Kelas Matematika VII**

Alternatif Terpilih	Keterangan
Desain	Shading Horizontal 2 sirip (Sirip atas 100 cm, sirip bawah 85 cm) Shading vertikal 3 sirip @40 cm Light selves 1 sirip (lebar 25 cm, ketinggian 110 cm dari lantai)
	<b>Perspektif tenggara dan barat laut</b>
	
	<b>Tampak Tenggara dan barat laut</b>
	
	Keterangan: <span style="color: yellow;">■</span> : Sinar Matahari <span style="color: magenta;">■</span> : Pembayang Matahari Horizontal <span style="color: green;">■</span> : Pembayang Matahari Vertikal <span style="color: cyan;">■</span> : Lightselves
	<b>Potongan Ruang</b>
	
	Keterangan: <span style="color: yellow;">■</span> : Sinar Matahari <span style="color: magenta;">■</span> : Pembayang Matahari Horizontal <span style="color: green;">■</span> : Pembayang Matahari Vertikal <span style="color: cyan;">■</span> : Lightselves
	<b>Perspektif Ruang</b>
	

		<b>Keterangan</b>		
<b>Zonasi Ruang berdasarkan Tingkat Pencahayaan</b>	Waktu	08.00	13.00	15.00
		 231 lux	 293 lux	 229 lux
		Keterangan: : >300 lux (terlalu terang)               : 200-300 lux (ideal/nyaman)               : <200 lux (terlalu gelap)		
<b>Tingkat Pencahayaan Alami Sepanjang Tahun</b>	Waktu	21 Maret	21 Juni	22 Desember
	08.00	 234 lux	 229 lux	 242 lux
	13.00	 300 lux	 253 lux	 298 lux
	15.00	 221 lux	 209 lux	 213 x

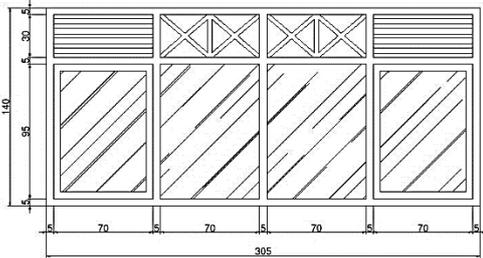
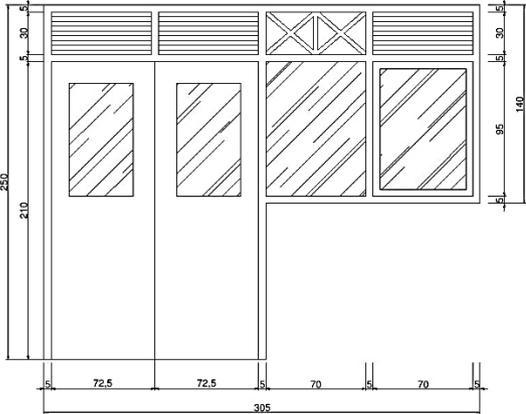
#### 4.7.2 Ruang kelas IPA VIII (Lantai 2)

Dari hasil pembahasan sebelumnya, dapat diketahui bahwa pada kondisi eksisting, pencahayaan alami pada ruang kelas IPA VIII masih kurang optimal. Terdapat beberapa area yang jauh melebihi standar pencahayaan pada ruang kelas, ada pula yang masih dibawah standar. Perlu adanya beberapa rekomendasi agar pencahayaan pada ruang kelas IPA VIII dapat memenuhi standar dengan distribusi pencahayaan yang baik di dalamnya. Rekomendasi tersebut diharapkan dapat lebih mengoptimalkan pencahayaan alami di dalam ruang kelas IPA VIII.

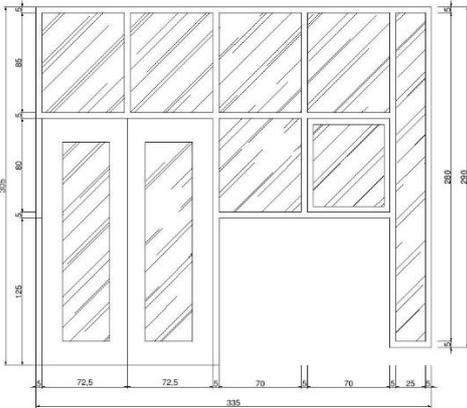
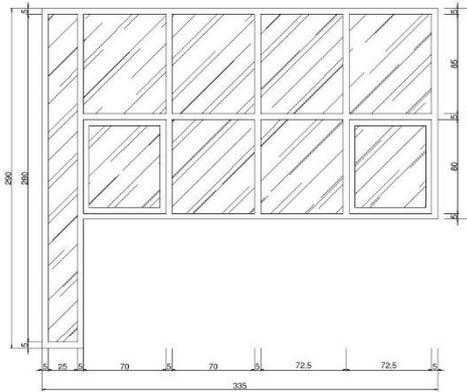
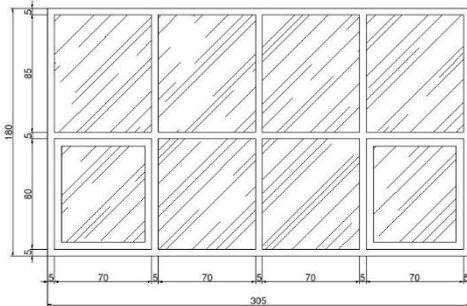
### 1. Rekomendasi Eksternal (Bukaan)

Pada kondisi eksisting, bukaan pada ruang kelas IPA VIII terdiri dari pintu, *awning window*, dan *fixed window*. Pada sisi tenggara, WWR mencapai 21% dengan luas bukaan 6,38 m<sup>2</sup> sedangkan pada sisi barat laut 20% dengan luas bukaan 6,157 m<sup>2</sup>. Standar WWR yang direkomendasikan oleh ASHRAE 90.1-2007 adalah 20-30%. Oleh karena itu, bukaan pada ruang kelas IPA VIII masih dapat dimodifikasi untuk bisa mencapai pencahayaan yang optimal dan sesuai standar (200-300 lux).

**Tabel 4.24 Karakteristik Bukaan Eksisting pada Ruang Kelas Matematika VII**

Dimensi	Jumlah dan letak orientasi bukaan	Posisi dari lantai	Material
<b>J2-1</b>			
	2 set di sisi tenggara 1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm. Kusen kayu finishing cat warna putih.
<b>J2-2</b>			
	1 set di sisi barat laut	1,1 dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm pada jendela. <i>Frosted glass</i> 4 mm pada kaca pintu. Kusen kayu finishing cat warna putih.

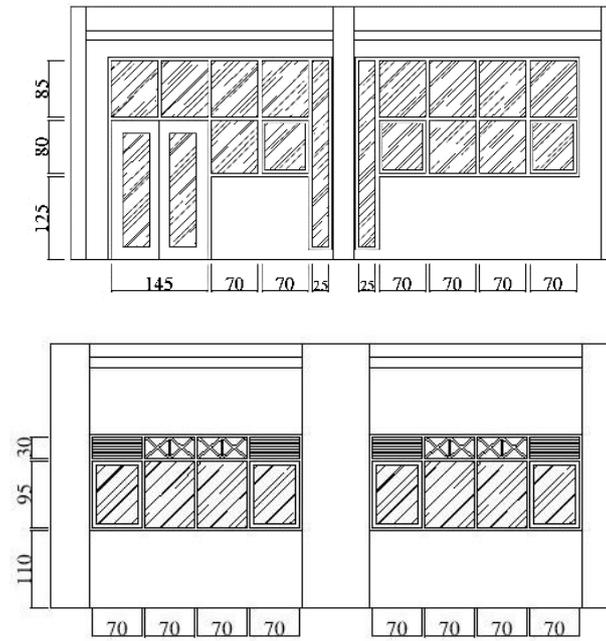
Tabel 4.25 Karakteristik Bukaan Rekomendasi pada Ruang Kelas Matematika VII

Dimensi	Jumlah dan letak orientasi bukaan	Posisi dari lantai	Material
	2 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm. Kusen kayu finishing cat warna putih.
	1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm pada jendela. <i>Frosted glass</i> 4 mm pada kaca pintu. Kusen kayu finishing cat warna putih.
	2 set di sisi tenggara	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm. Kusen kayu finishing cat warna putih.

## a. Alternatif 1

Alternatif bukaan 1 merupakan perpaduan antara bukaan tenggara eksisting (J2-1 2 set) dan J2-3 serta J2-4 pada sisi barat laut. Pada sisi barat laut jendela atas di tambah dimensinya, serta dilakukan peninggian pada jendela bawah. Hal tersebut dimaksudkan agar jangkauan cahaya yang masuk ke dalam ruangan dapat lebih besar sehingga meningkatkan tingkat pencahayaan di tengah ruangan. Pada sisi barat laut juga ditambahkan jendela vertikal agar pencahayaan alami di area tengah ruangan yang

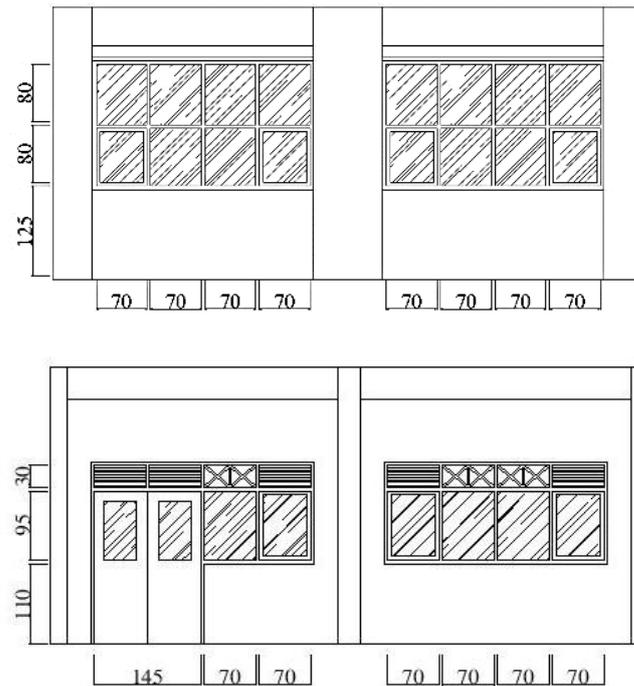
sebelumnya gelap dapat meningkat. Total luasan jendela adalah 16,84 m<sup>2</sup> yaitu meningkat dari kondisi eksisting yang hanya mempunyai luasan bukaan 12,53 m<sup>2</sup>. WWR pada sisi tenggara tetap yaitu sebesar 20%, sedangkan pada sisi barat laut ditingkatkan dari 20% menjadi 29%. Persentase luas bukaan terhadap luas ruang meningkat menjadi 27% dari kondisi eksisting yaitu 20%.



**Gambar 4.71** Alternatif 1 Sisi Barat Laut Ruang dan Tenggara Ruang IPA VIII

b. Alternatif 2

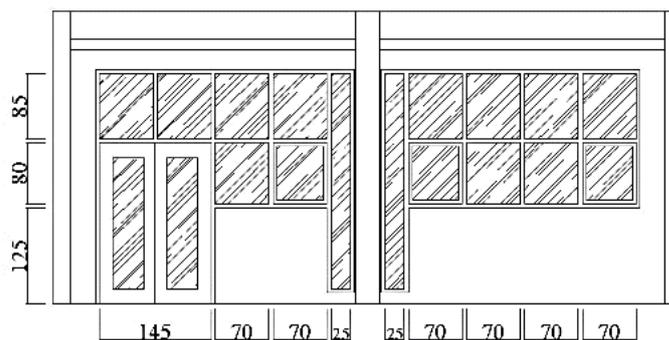
Alternatif bukaan 2 merupakan perpaduan antara bukaan barat laut eksisting (J2-1 dan J2-2) dan J2-5 (2 set) pada sisi tenggara. Bukaan pada sisi barat laut dirancang sesuai kondisi eksisting, sedangkan bukaan di sisi tenggara mengalami beberapa modifikasi. Bukaan pada sisi tenggara di modifikasi dengan cara memperkecil dan menaikkan bukaan bagian bawah serta memperbesar dimensi pada bukaan atas. Bukaan pada sisi tenggara diperbesar dimensinya dari yang awalnya mempunyai luasan 6,38 m<sup>2</sup> dengan WWR 20% menjadi 8,68 dengan WWR 28,5%. Total luas bukaan pada alternatif 2 ini meningkat menjadi 15,87 m<sup>2</sup> dari yang awalnya hanya 12,53 m<sup>2</sup>. Persentase luas bukaan terhadap luas ruang ditingkatkan menjadi 23% dari 20% pada kondisi eksisting.

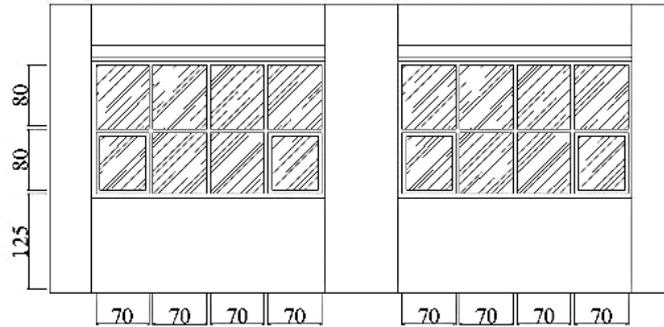


**Gambar 4.72** Alternatif 2 Tenggara Ruang dan Barat Laut Ruang IPA VIII

c. Alternatif 3

Alternatif bukaan 3 merupakan perpaduan antara J2-3 dan J2-4 pada sisi barat laut serta 2 set J2-5 pada sisi tenggara. Dengan kata lain alternatif 3 merupakan gabungan antara alternatif 1 dan 2 yaitu bukaan modifikasi sisi barat laut dan bukaan modifikasi sisi tenggara. WWR di sisi barat laut adalah 28,5 % sedangkan di sisi tenggara adalah 29%. Total luas bukaan pada alternatif 3 adalah 19,14 dengan persentase luas bukaan terhadap luas ruang sebesar 30%.





Gambar 4.73 Alternatif 3 Sisi Barat Laut Ruang dan Tenggara Ruang IPA VIII

d. Hasil pengukuran simulasi alternatif desain

Setelah merumuskan beberapa alternatif desain, langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran dengan cara simulasi menggunakan software Dialux 4.12. Hasil pengukuran melalui proses simulasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.25

Tabel 4.26 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Simulasi Alternatif Desain (Rekomendasi Eksternal I) Ruang Kelas IPA VIII

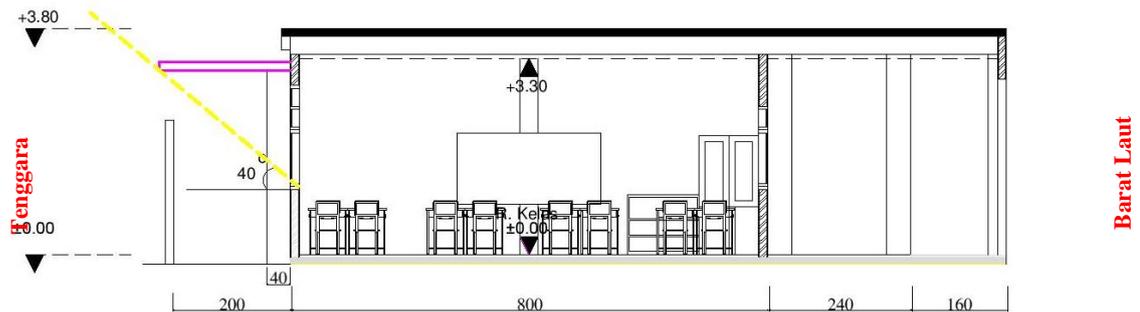
Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang Memenuhi Standar	Rata-rata Area yang Memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<i>ALTERNATIF BUKAAN 1</i>												
PAGI	793	506	799	239	269	235	292	303	277	412	55,6%	40,8%
SIANG	1108	708	1116	333	375	328	409	423	388	577	0%	
SORE	727	465	733	219	246	215	268	278	254	378	66,7%	
<i>ALTERNATIF BUKAAN 2</i>												
PAGI	695	446	694	237	260	233	316	267	342	388	44,4%	33,3%
SIANG	971	624	970	331	363	326	441	373	479	542	0%	
SORE	637	409	637	217	239	214	290	245	314	356	55,6%	
<i>ALTERNATIF BUKAAN 3</i>												
PAGI	699	456	686	251	279	248	300	320	291	393	55,6%	40,8%
SIANG	977	637	958	351	390	346	430	447	407	549	0%	
SORE	641	418	629	230	256	227	282	293	267	361	66,7%	

: >300 lux (terlalu terang)    : 200-300 lux (ideal/nyaman)    : <200 lux (terlalu gelap)

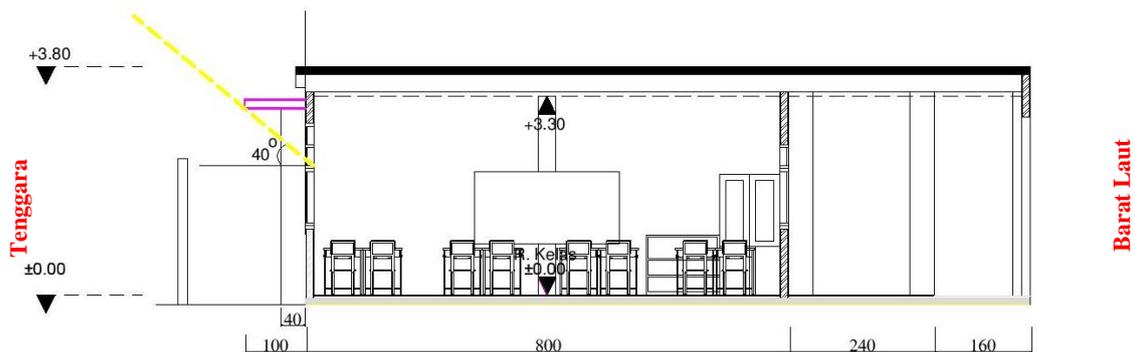
Berdasarkan Tabel 4.26 dapat diketahui bahwa alternatif 1 dan 3 mempunyai persentasi rata-rata area yang memenuhi standar sama yaitu 40,8%. Alternatif yang dipilih untuk menuju ke tahap rekomendasi selanjutnya adalah alternatif 3 karena mempunyai rata-rata pencahayaan alami pada pagi, siang, dan sore yang lebih mendekati standar (200-300 lux) dibandingkan alternatif 1. Perlu adanya rekomendasi pembayang matahari yang diharapkan dapat menurunkan tingkat pencahayaan alami dalam ruang, karena jika dilihat dari rata-rata tingkat pencahayaan alaminya, alternatif 3 masih masuk dalam kategori ruang kelas yang terlalu terang.

## 2. Rekomendasi Eksterior (Bukaan-Pembayang Matahari)

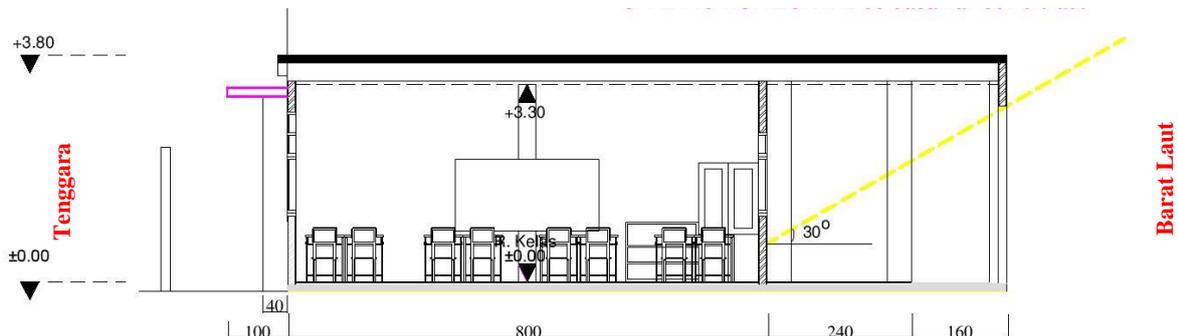
Berdasarkan SBV pada Tabel 4.1 panjang pembayang matahari di sisi tenggara seharusnya adalah 2 m sedangkan sisi barat laut adalah 4 m. Pada sisi barat laut, pembayang matahari sudah sesuai dengan sbv, sedangkan pada sisi tenggara masih kurang sesuai. Pada sisi tenggara pembayang matahari pada kondisi eksisting hanya mempunyai lebar 1 m. Agar struktur tidak terlalu berat maka pembayang matahari di sisi tenggara nantinya akan dibagi menjadi dua sirip dengan panjang  $\leq 1$  m.



**Gambar 4.74** Pembayang Matahari Sisi Tenggara Ruang berdasarkan SBV.



**Gambar 4.75** Pembayang Matahari Sisi Tenggara Ruang pada kondisi eksisting.

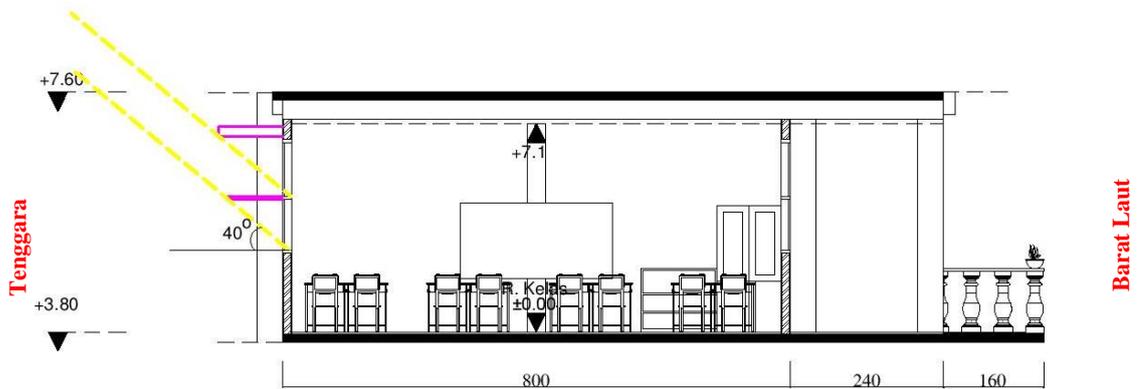


**Gambar 4.76** Pembayang Matahari Sisi Barat Laut Ruang pada Kondisi Eksisting.

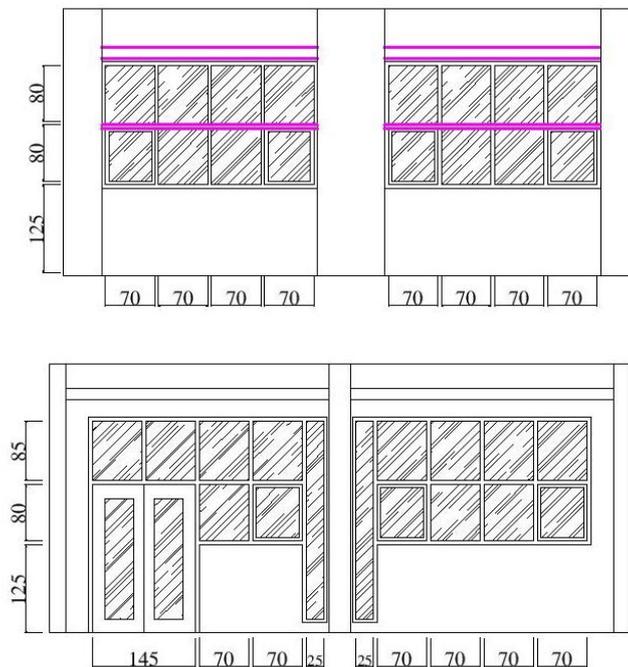
Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal — : Pembayang Matahari Vertikal — : Lightselves

a. Alternatif 1

Pada alternatif ini dilakukan perubahan pembayang matahari horizontal di sisi tenggara. Pembayang matahari yang awalnya hanya terdiri dari 1 sirip dengan lebar 1 m dimodifikasi menjadi 2 sirip dengan masing-masing panjang 1 m. Hal tersebut ditujukan untuk dapat mengurangi beban struktur dengan tetap memperhatikan sbv sebagai pertimbangan penentuan pembayang matahari horizontal. Berdasarkan sbv, pembayang matahari horizontal pada alternatif ini sudah dapat membayangi jendela/bukaan di sisi tenggara.



Gambar 4.77 Potongan Ruang Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal II

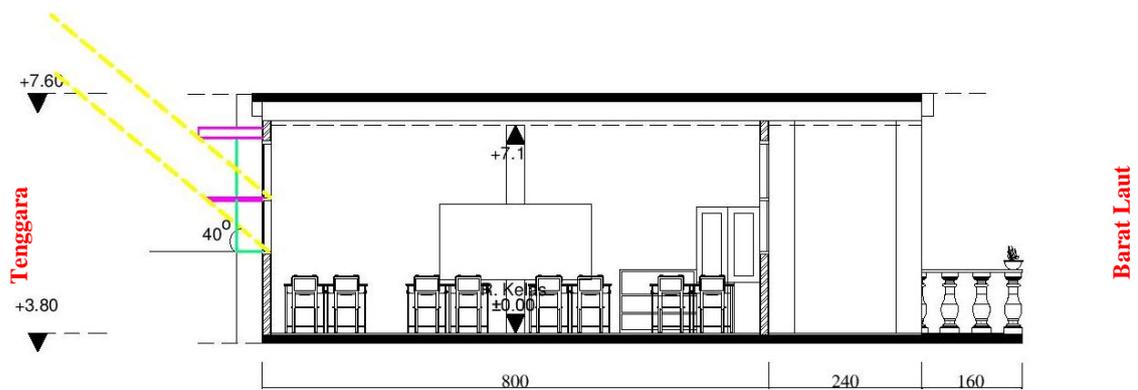


Gambar 4.78 Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal II

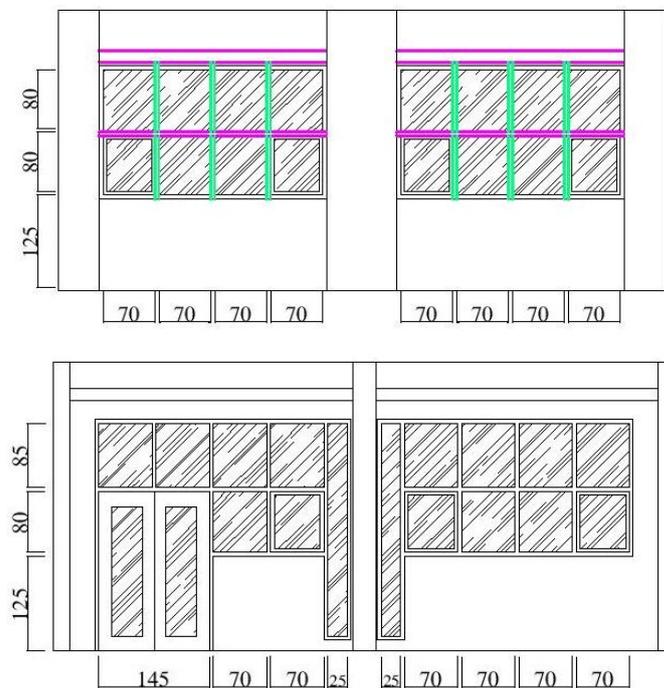
Keterangan: ■ : Sinar Matahari ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : Lightselves

b. Alternatif 2

Alternatif 2 memodifikasi pembayang matahari di sisi tenggara dengan memeadukan antara pembayang matahari horizontal dan pembayang matahari vertikal. Pembayang matahari horizontal yang telah di desain pada alternatif 1 selanjutnya ditambahkan pembayang matahari vertikal dengan pertimbangan SBH. Berdasarkan SBH, perlu ditambahkan 3 sirip pembayang matahari vertikal agar dapat membayangi bukaan di sisi tenggara sehingga sinar matahari tidak langsung masuk ke dalam ruangan. Dengan adanya pembayang matahari, maka sinar difus lah yang akan masuk ke dalam ruangan dan dapat mengurangi efek silau dan terlalu terang pada ruang.



Gambar 4.79 Potongan Ruang Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal II

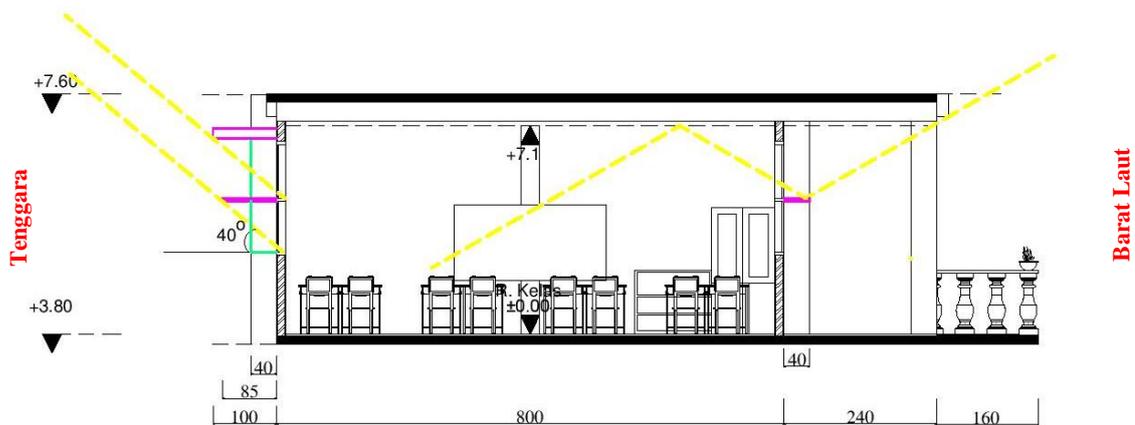


Gambar 4.80 Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal II

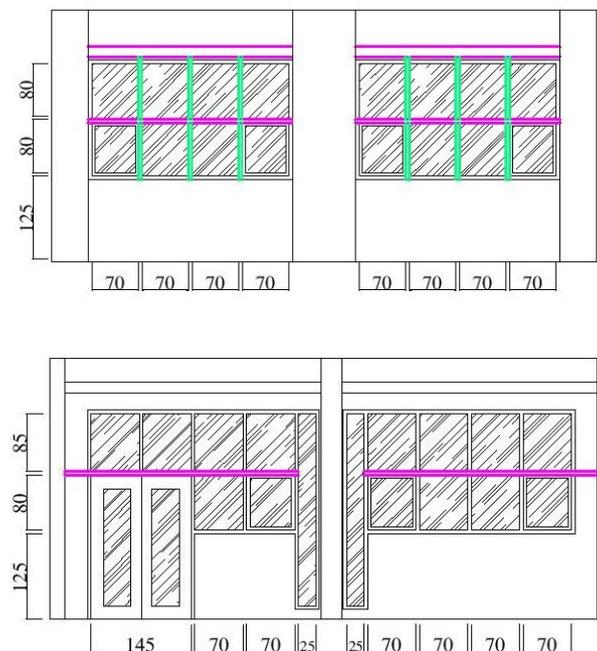
Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal — : Pembayang Matahari Vertikal — : Lightselves

## c. Alternatif 3

Alternatif 3 merupakan lanjutan dari alternatif 2 dengan penambahan pembayang matahari horizontal di sisi barat laut. Pembayang matahari horizontal diletakkan dengan pada ketinggian 2,15 m di antara jendela atas dan jendela bawah dengan panjang 40 cm. Penambahan pembayang matahari ini difungsikan sebagai *lightselves* eksternal yang dapat memantulkan sinar matahari ke dalam ruangan. Hal tersebut diharapkan dapat menambah jangkauan pencahayaan alami sehingga pencahayaan alami dalam ruangan lebih merata.



Gambar 4.81 Potongan Ruang Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal II



Gambar 4.82 Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 3 Rekomendasi Eksternal II

Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal — : Pembayang Matahari Vertikal — : Lightselves

## d. Hasil pengukuran simulasi alternatif desain

Berdasarkan hasil pengukuran alternatif desain dengan menggunakan software Dialux 4.12 (Tabel 4.27) dapat diketahui bahwa alternatif 3 mempunyai persentase rata-rata area yang memenuhi standar pencahayaan terbesar yaitu 51,9%. Alternatif 1 dan 2 mempunyai persentase yang rendah yaitu sekitar 30%, sehingga alternatif yang dipilih pada rekomendasi eksternal II ini adalah alternatif ke 3 yaitu perpaduan antara modifikasi pembayang horizontal dan vertikal di sisi tenggara serta pembayang horizontal di sisi barat laut. Namun pada hasil pengukuran simulasi alternatif 3 masih terdapat beberapa area yang tidak sesuai standar baik terlalu gelap maupun terlalu terang. Oleh karena itu perlu adanya rekomendasi lanjutan agar pencahayaan alami pada ruang kelas IPA VIII dapat lebih ditingkatkan kualitasnya sehingga lebih banyak area yang memenuhi standar.

**Tabel 4.27 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Simulasi Alternatif Desain (Rekomendasi Eksternal II) Ruang Kelas IPA VIII**

Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang Memenuhi Standar	Rata-rata Area yang Memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
ALTERNATIF 1 (EKSTERNAL II)												
PAGI	467	360	458	237	262	238	303	318	287	326	33,3%	33,3%
SIANG	653	504	640	332	366	332	424	444	401	455	0%	
SORE	429	331	420	218	240	218	278	292	264	299	66,7%	
ALTERNATIF 2 (EKSTERNAL II)												
PAGI	391	295	370	212	234	213	294	303	276	288	55,6%	37,1%
SIANG	546	412	518	297	327	297	410	424	386	402	11,1%	
SORE	359	270	340	195	214	195	269	278	253	264	44,4%	
ALTERNATIF 3 (EKSTERNAL II)												
PAGI	388	291	367	203	227	205	273	264	259	275	77,8%	51,9%
SIANG	542	407	512	284	317	286	382	368	362	385	22,2%	
SORE	356	267	336	187	208	188	250	242	238	252	55,7%	

: >300 lux (terlalu terang)    : 200-300 lux (ideal/nyaman)    : <200 lux (terlalu gelap)

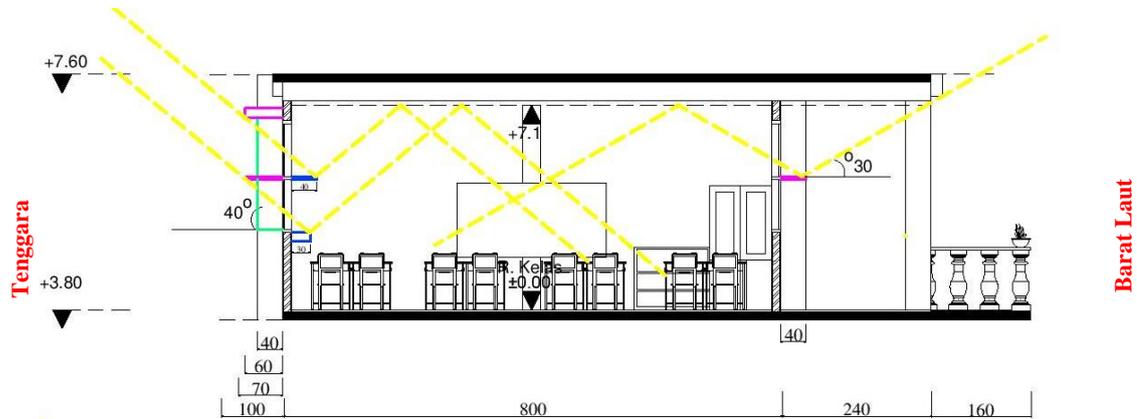
3. Rekomendasi Eksterior-Interior (Bukaan-Pembayang Matahari-*Lightshelves*)

Pada rekomendasi ini dilakukan penambahan *lightshelves* pada bagian dalam ruangan. Material yang digunakan pada *lightshelves* adalah material yang menyesuaikan dengan karakteristik bangunan yaitu material beton dengan finishing warna coklat muda sesuai dengan warna sebagian besar bangunan.

## a. Alternatif 1

Alternatif 1 menambahkan *lightshelves* 2 sirip di sisi tenggara. Dilakukan pengurangan dimensi pembayang matahari horizontal di sisi tenggara dari hasil terpilih rekomendasi sebelumnya. Pada rekomendasi sebelumnya lebar pembayang matahari horizontal adalah 1 m dan 0,85 m, pada alternatif ini diubah menjadi 0,6 m dan 0,7 m. Hal

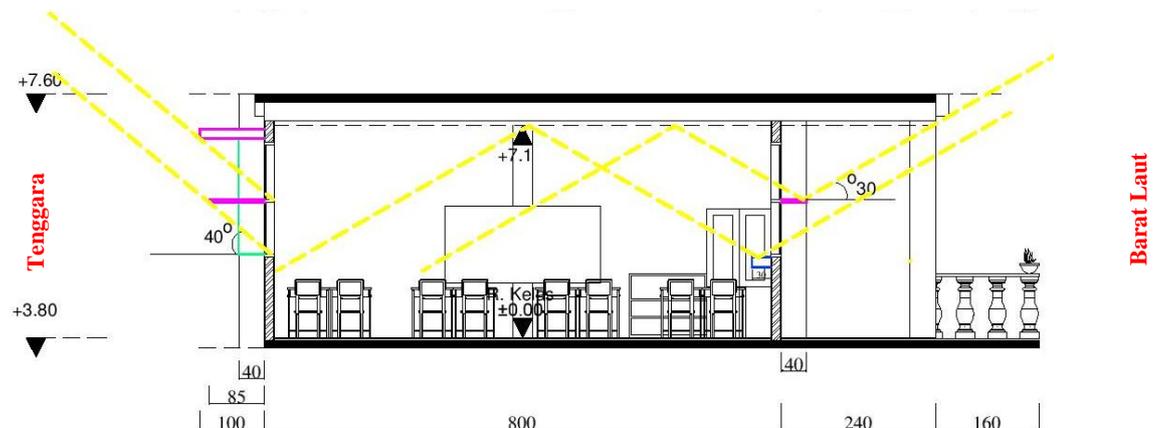
tersebut dilakukan agar sinar matahari dapat mengenai *lightselves* untuk kemudian dipantulkan ke dalam ruangan



**Gambar 4.83** Potongan Ruang Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal-Internal

b. Alternatif 2

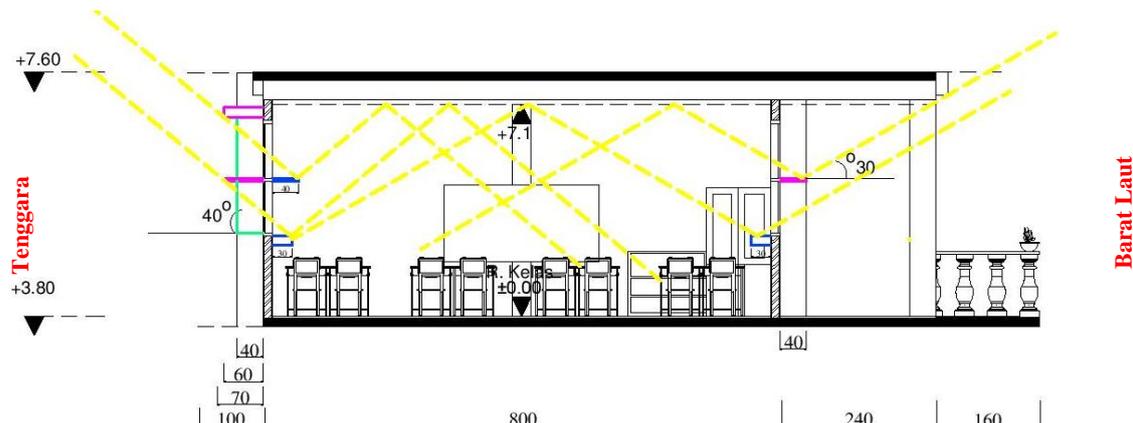
Terdapat penambahan *lightselves* di sisi barat laut ruang pada alternatif 2. Lightself berukuran lebar 30 cm dengan ketinggian 1,1 m dari atas lantai. Ukuran pembayang matahari pada sisi tenggara maupun barat laut sama seperti alternatif terpilih pada rekomendasi eksternal 2.



**Gambar 4.84** Potongan Ruang Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal-Internal

c. Alternatif 3

Alternatif 3 menggabungkan antara alternatif 1 dan 2 yaitu penambahan *lightselves* 2 sirip di sisi tenggara dan 1 sirip di sisi barat laut. Ukuran pembayang matahari di sisi tenggara sama seperti pada alternatif 1, yaitu mengalami pengurangan dimensi dari alternatif terpilih hasil rekomendasi sebelumnya. Adanya *lightselves* di 2 sisi ini diharapkan dapat memberikan hasil yang baik berupa distribusi cahaya dalam ruang yang lebih merata.



Gambar 4.85 Potongan Ruang Alternatif 3 Rekomendasi Eksternal-Internal

d. Hasil pengukuran simulasi alternatif desain

Hasil pengukuran simulasi alternatif desain untuk rekomendasi eksternal-internal dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Simulasi Alternatif Desain (Rekomendasi Eksternal III) Ruang Kelas IPA VIII

Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang Memenuhi Standar	Rata-rata Area yang Memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<i>ALTERNATIF 1 (EKSTERNAL-INTERNAL)</i>												
PAGI	230	232	254	184	203	185	263	246	248	227	78 %	68 %
SIANG	284	297	321	236	261	238	334	318	307	288	56 %	
SORE	211	212	233	168	186	170	241	225	227	208	67 %	
<i>ALTERNATIF 2 (EKSTERNAL-INTERNAL)</i>												
PAGI	403	304	391	205	228	207	243	238	225	272	67 %	56 %
SIANG	494	389	481	267	296	270	308	311	279	344	44 %	
SORE	370	279	359	188	209	190	223	218	206	249	56 %	
<i>ALTERNATIF 3 (EKSTERNAL-INTERNAL)</i>												
PAGI	297	264	290	200	224	205	257	251	240	247	100%	97%
SIANG	283	295	320	232	256	235	300	300	270	277	89%	
SORE	281	264	282	217	237	216	296	300	257	261	100%	

: >300 lux (terlalu terang)    : 200-300 lux (ideal/nyaman)    : <200 lux (terlalu gelap)

Pada Tabel 4.29 dapat dilihat bahwa alternatif 3 mempunyai presentase rata-rata area yang memenuhi standar tertinggi dibandingkan alternatif 1 dan 2 yaitu sebesar 97%. Pada alternatif 1 hanya 68% area pada ruangan yang memenuhi standar sedangkan alternatif 2 hanya sebedar 56%. Pada alternatif 3 hampir seluruh area pada ruangan memenuhi standar pencahayaan apada ruang kelas yakni 200-300 lux. Hal tersebut menunjukkan bahwa distribusi cahaya pada ruangan tersebut sudah cukup merata jika dibandingkan dengan kondisi eksisting. Oleh karena itu, desain pada alternatif 3 adalah desain terpilih dari rekomendasi eksternal-internal pada ruang kelas IPA VIII.

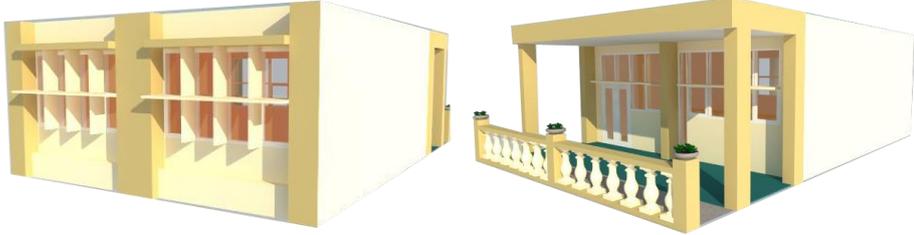
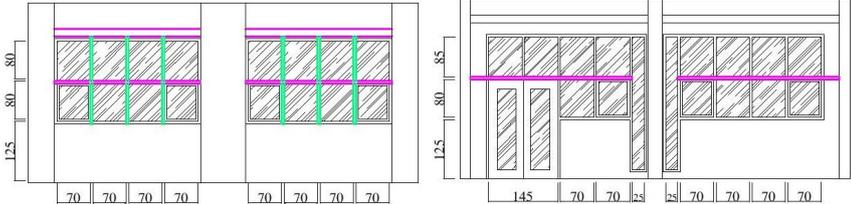
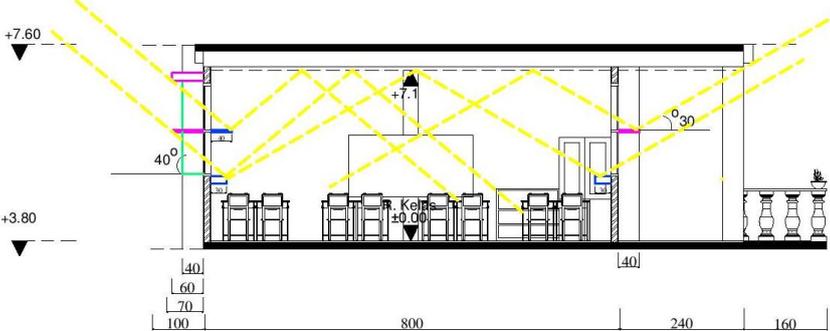
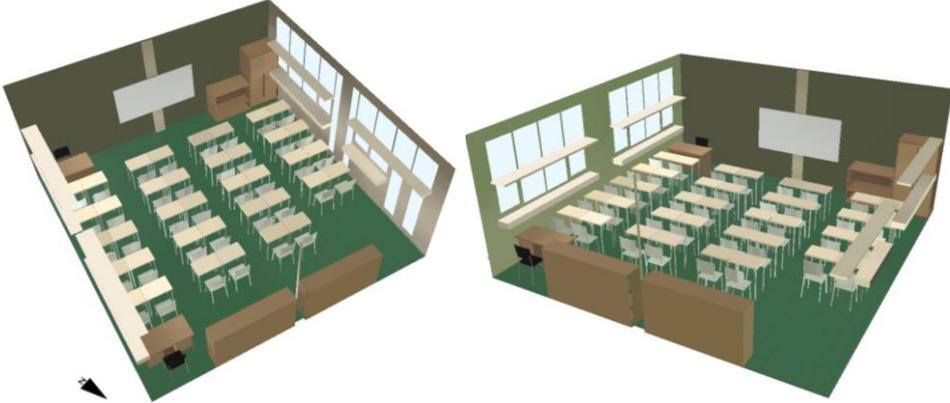
#### 4. Kesimpulan

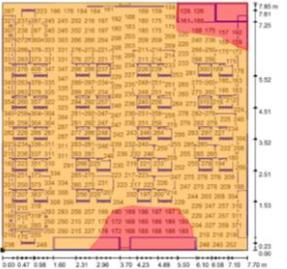
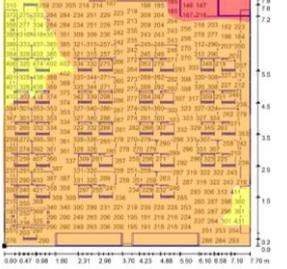
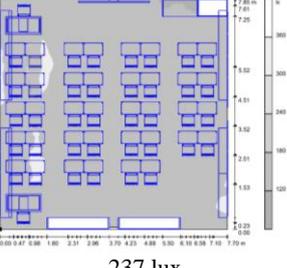
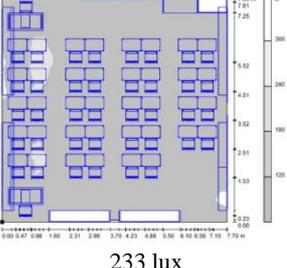
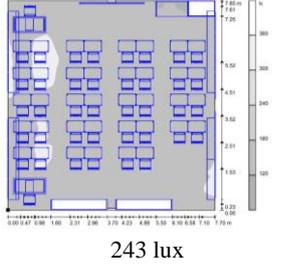
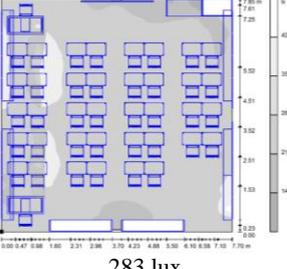
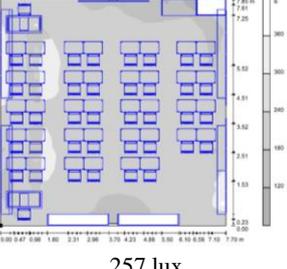
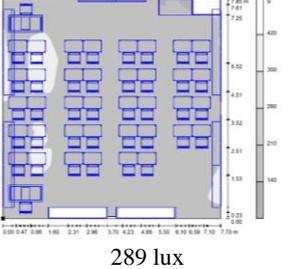
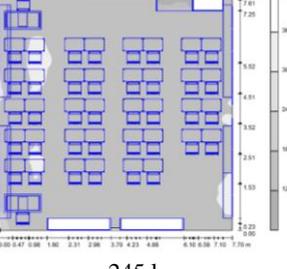
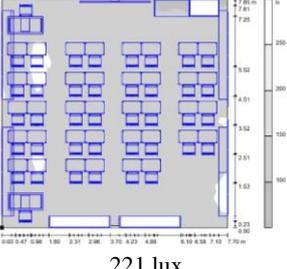
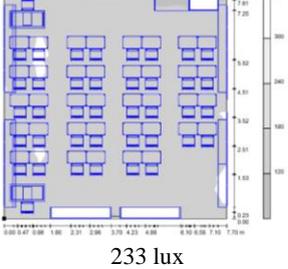
Setelah melakukan berbagai simulasi alternatif desain, akhirnya didapatkan rekomendasi desain yang paling tinggi dalam meningkatkan presentase area yang memenuhi standar pencahayaan dalam ruang kelas IPA VIII. Penentuan desain terpilih ditentukan berdasarkan SNI 03-2396-2001 mengenai standar tingkat pencahayaan pada ruang kelas yaitu 200-300 lux. Rekomendasi desain terpilih adalah desain dengan pembayang matahari 2 sirip di sisi luar tenggara, lighself eksternal 1 sirip pada sisi barat laut, serta lightselves internal 2 sirip di sisi tenggara dan 1 sirip di sisi barat laut (Tabel 4.32, Lampiran 2). Desain tersebut dapat menambah presentase area yang memenuhi standar pencahayaan pada ruang kelas dari kondisi eksisting 37% menjadi 97% atau meningkat sebesar 60% (Tabel 4.31).

**Tabel 4.29 Hasil Perbandingan Tingkat Pencahayaan Alami & Kontur Cahaya Eksisting dan Rekomendasi Desain Terpilih Ruang Kelas IPA VIII**

Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang Memenuhi Standar	Rata-rata Area yang Memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<b>EKSISTING</b>												
PAGI	790	461	789	217	243	213	298	244	326	398	56%	37%
SIANG	1104	645	1103	304	340	297	416	342	455	556	11%	
SORE	725	423	724	199	223	195	273	224	299	365	44%	
<b>KONTUR CAHAYA (EKSISTING)</b>												
PAGI				SIANG					SORE			
<b>REKOMENDASI TERPILIH</b>												
PAGI	297	264	290	200	224	205	257	251	240	247	100%	97%
SIANG	283	295	320	232	256	235	300	300	270	277	89%	
SORE	281	264	282	217	237	216	296	300	257	261	100%	
<b>KONTUR CAHAYA (REKOMENDASI)</b>												
PAGI				SIANG					SORE			
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #e0e0e0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> : >300 lux (terlalu terang) <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-right: 5px; margin-left: 20px;"></span> : 200-300 lux (ideal/nyaman) <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #404040; border: 1px solid black; margin-left: 20px;"></span> : <200 lux (terlalu gelap)												

**Tabel 4.30 Hasil Desain Rekomendasi Terpilih Ruang Kelas IPA VIII**

Alternatif Terpilih	Keterangan
Desain	Shading Horizontal 2 sirip (Sirip atas 100 cm, sirip bawah 85 cm) Shading vertikal 3 sirip @40 cm Light selves 1 sirip (lebar 25 cm, ketinggian 110 cm dari lantai)
<b>Perspektif tenggara dan barat laut</b>	
	
<b>Tampak Tenggara dan barat laut</b>	
 <p>Keterangan: <span style="color: yellow;">■</span> : Sinar Matahari <span style="color: magenta;">■</span> : Pembayang Matahari Horizontal <span style="color: green;">■</span> : Pembayang Matahari Vertikal <span style="color: cyan;">■</span> : Lightselves</p>	
<b>Potongan Ruang</b>	
 <p>Keterangan: <span style="color: yellow;">■</span> : Sinar Matahari <span style="color: magenta;">■</span> : Pembayang Matahari Horizontal <span style="color: green;">■</span> : Pembayang Matahari Vertikal <span style="color: cyan;">■</span> : Lightselves</p>	
<b>Interior Ruang</b>	
	

Zonasi Ruang berdasarkan Tingkat Pencahayaan	Waktu	08.00	13.00	15.00
				
		Keterangan:		
		 : >300 lux (terlalu terang)  : 200-300 lux (ideal/nyaman)  : <200 lux (terlalu gelap)		
Tingkat Pencahayaan Alami Sepanjang Tahun	Waktu	21 Maret	21 Juni	22 Desember
	08.00			
	13.00			
	15.00			

### 4.7.3 Ruang kelas IPA IX (Lantai 3)

#### 1. Rekomendasi Eksterior (Bukaan)

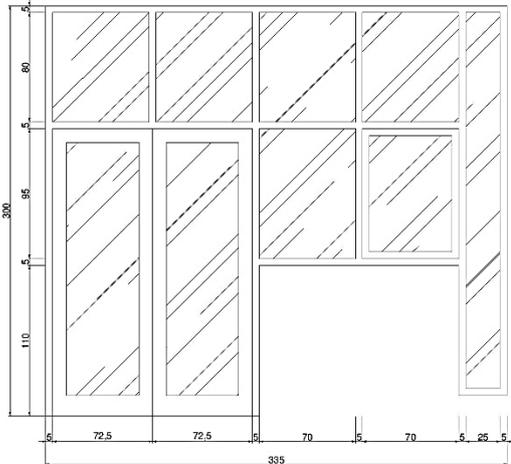
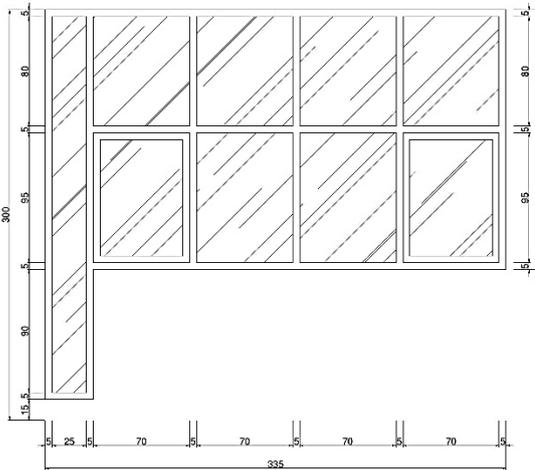
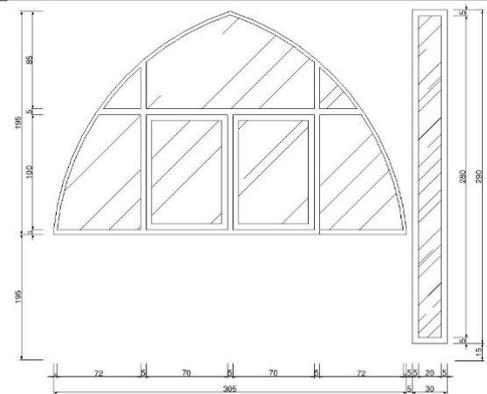
Pada kondisi eksisting, luas total bukaan pada ruang IPA IX 13,73 m<sup>2</sup> atau 22% dari luas ruang. Pada sisi tenggara bukaan memiliki WWR sebesar 21 % sedangkan di sisi barat laut sebesar 23%. Bukaan pada kelas IPA IX ini masih dapat dimodifikasi sedemikian rupa agar didapatkan pencahayaan yang optimal. Karena berdasarkan ASHRAE 90.1-2007 WWR yang direkomendasikan untuk pencahayaan yang baik adalah 20-30%, sehingga

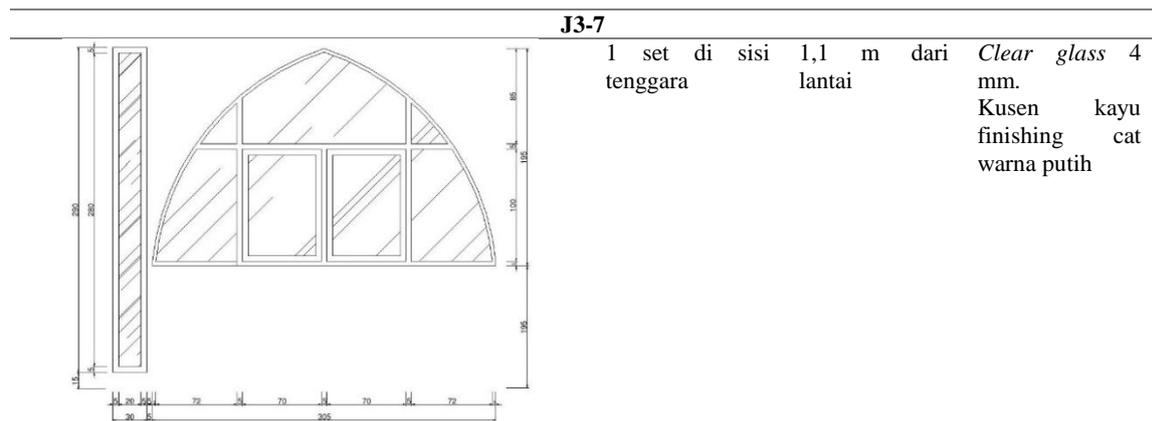
bukaan masih dapat ditambah presentase WWRnya pada saat penentuan desain untuk rekomendasi.

**Tabel 4.31 Karakteristik Bukaan Eksisting pada Ruang Kelas IPA IX**

Dimensi	Jumlah dan letak orientasi bukaan	Posisi dari lantai	Material
<b>J3-1</b>			
	1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm . Kusen aluminium putih
<b>J3-2</b>			
	1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm . Kusen aluminium putih
<b>J3-3</b>			
	2 set di sisi tenggara	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm . Kusen aluminium putih

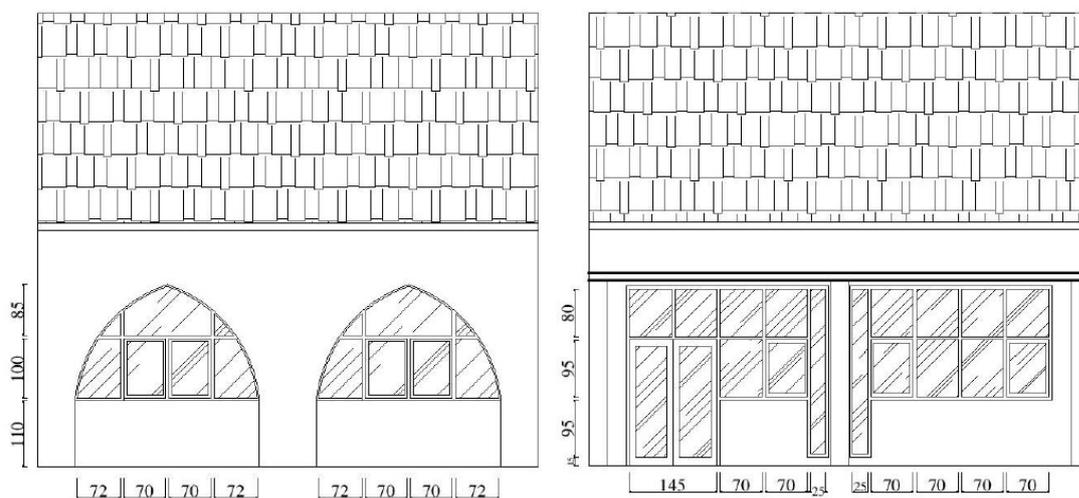
Tabel 4.32 Karakteristik Bukaan Rekomendasi pada Ruang Kelas IPA IX

Dimensi	Jumlah dan letak orientasi bukaan	Posisi dari lantai	Material
<p style="text-align: center;"><b>J3-4</b></p> 	1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm. <i>Frosted glass</i> 4 mm pada kaca pintu. Kusen kayu finishing cat warna putih.
<p style="text-align: center;"><b>J3-5</b></p> 	1 set di sisi barat laut	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm pada jendela. Kusen kayu finishing cat warna putih.
<p style="text-align: center;"><b>J3-6</b></p> 	1 set di sisi tenggara	1,1 m dari lantai	<i>Clear glass</i> 4 mm. Kusen kayu finishing cat warna putih



a. Alternatif 1

Alternatif bukaan 1 adalah gabungan antara jendela tenggara eksisting (J3-3 2 set) serta J3-4 dan J3-5 pada sisi barat laut. Jendela pada sisi barat laut dimodifikasi dengan menambahkan jendela vertikal di bagian tengah serta meninggikan jendela atas. Penambahan jendela vertikal dimaksudkan agar cahaya matahari dapat menerangi area tengah ruangan sedangkan peninggian jendela atas agar jangkauan sinar matahari lebih jauh sehingga pencahayaan pada ruang kelas menjadi lebih merata. Total luasan bukaan adalah  $16,9 \text{ cm}^2$  yaitu 26,34% dari luas ruang. Luas bukaan tersebut meningkat dari kondisi eksisting yang hanya  $13,72 \text{ cm}^2$  atau 21,44% dari luas ruang. WWR pada sisi tenggara adalah 21% sedangkan pada sisi barat laut sebesar 30%.

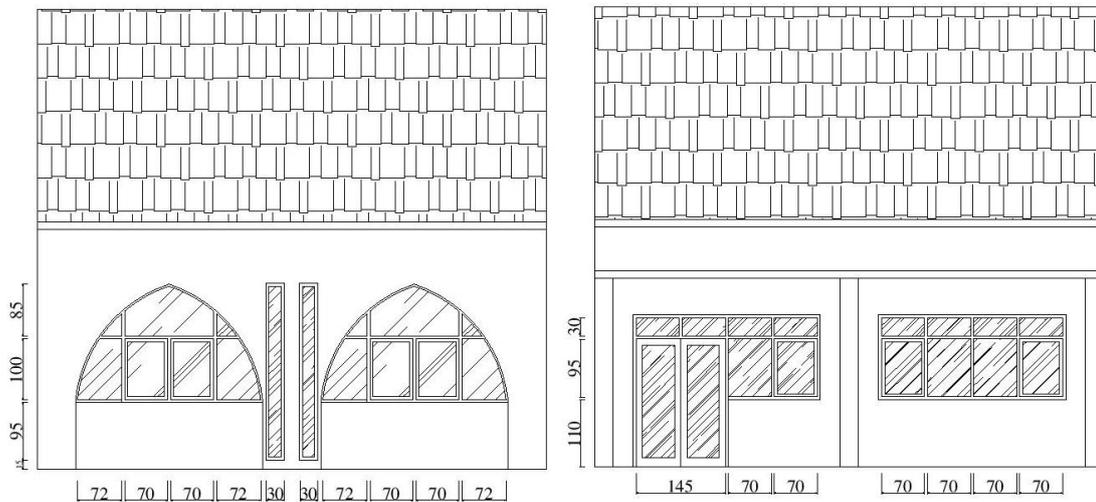


**Gambar 4.86** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal I Ruang Kelas IPA IX.

b. Alternatif 2

Alternatif bukaan 2 adalah gabungan antara jendela barat laut eksisting (J3-2 dan J3-4) serta J3-6 dan J3-7 pada sisi tenggara. Terdapat penambahan jendela vertikal dengan ketinggian 20 cm dari lantai pada sisi tenggara. Hal tersebut bertujuan agar area tengah ruangan mendapatkan sinar matahari sehingga pencahayaan alami dalam ruang menjadi lebih merata. Total luas bukaan pada alternatif 2 meningkat dari kondisi eksisting yang

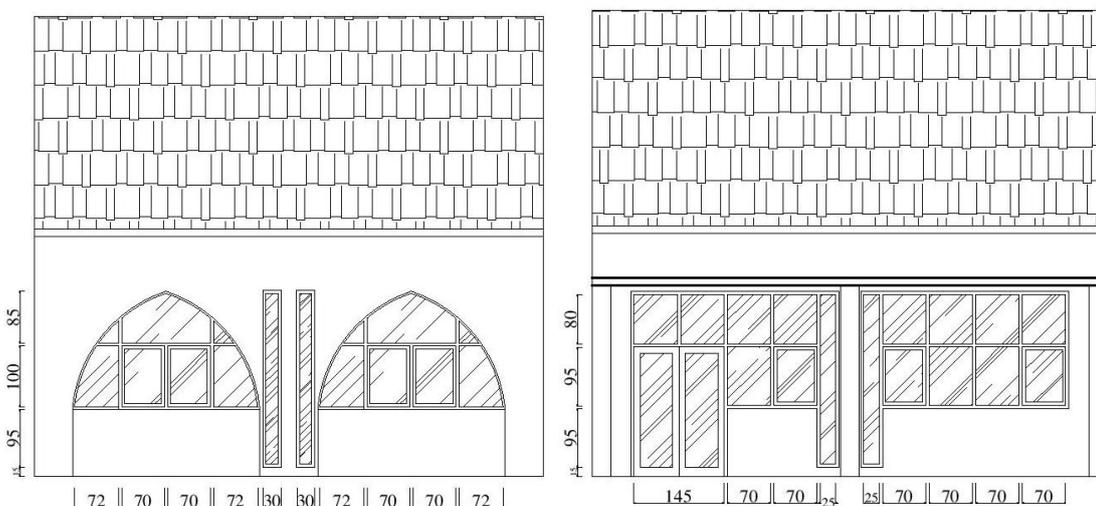
semula  $13,72 \text{ cm}^2$  menjadi  $14,84 \text{ cm}^2$  atau 23% dari luas ruang. WWR pada sisi barat laut sama seperti pada kondisi eksisting yaitu 22%, sedangkan pada sisi tenggara berubah menjadi 24%.



**Gambar 4.87** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal I Ruang Kelas IPA IX.

### c. Alternatif 3

Alternatif bukaan 3 adalah gabungan antara J3-4 dan J3-5 pada sisi barat laut serta J3-6 dan J3-7 pada sisi tenggara. Dengan kata lain alternatif 3 merupakan gabungan antara modifikasi bukaan sisi barat laut pada alternatif 1 dan modifikasi bukaan sisi tenggara pada alternatif 2. Tujuan modifikasi bukaan juga sama dengan alternatif sebelumnya yaitu agar cahaya alami yang masuk ke dalam ruangan menjadi lebih merata. Total luasan bukaan pada alternatif ini diubah dari yang awalnya  $13,44 \text{ cm}^2$  menjadi  $17,98 \text{ cm}^2$  atau 28% dari luas ruang. WWR pada sisi tenggara adalah 30%, sedangkan pada sisi barat laut adalah 28%.



**Gambar 4.88** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 3 Rekomendasi Eksternal I Ruang Kelas IPA IX

d. Hasil pengukuran simulasi alternatif desain

Alternatif desain yang telah diruskan selanjutnya divalidasi dengan menggunakan *software* Dialux 4.12, sehingga tingkat pencahayaannya dapat diketahui seperti pada tabel 4.33. Dari hasil pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa ketiga alternatif desain masih mempunyai rata-rata area yang memenuhi standar sangat rendah yaitu hanya sekitar 20%. Namun harus dipilih satu alternatif untuk selanjutnya dapat dimodifikasi kembali pada rekomendasi selanjutnya. Alternatif yang terpilih adalah alternatif 3 yang mempunyai rata-rata area yang memenuhi standar sebesar 29,6% atau 3,7 % lebih tinggi dibanding kedua alternatif lainnya.

**Tabel 4.33 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Simulasi Alternatif Desain (Rekomendasi Eksternal I) Ruang Kelas IPA IX**

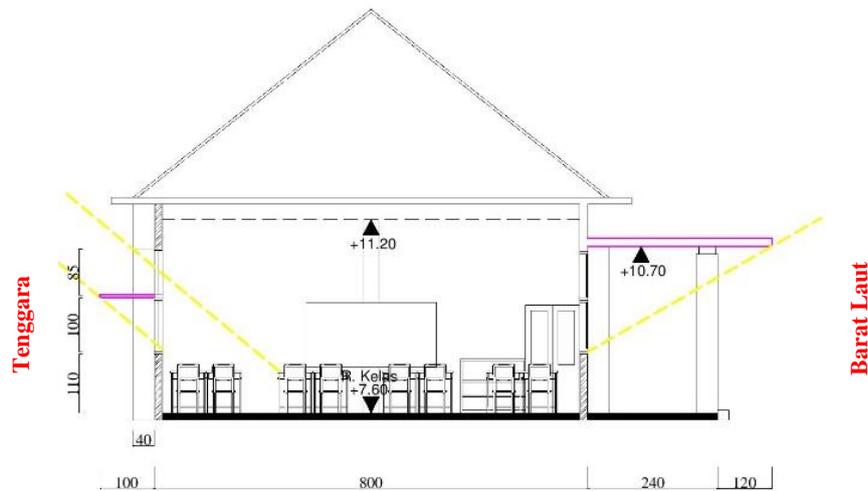
Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang memenuhi Standar	Rata-rata Area yang memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<i>ALTERNATIF 1 (EKSTERNAL I)</i>												
PAGI	599	272	604	228	250	245	405	381	388	375	44,4%	25,9%
SIANG	781	355	788	298	326	320	529	496	506	489	11,1%	
SORE	512	233	517	195	214	198	347	325	332	320	22,2%	
<i>ALTERNATIF 2 (EKSTERNAL I)</i>												
PAGI	601	264	606	222	238	240	393	302	377	358	44,4%	25,9%
SIANG	784	345	790	305	311	312	512	367	491	467	0%	
SORE	514	226	518	190	204	196	336	241	322	306	33,3%	
<i>ALTERNATIF 3 (EKSTERNAL I)</i>												
PAGI	603	376	609	233	262	250	409	386	392	391	33,3%	29,6%
SIANG	787	490	794	299	342	300	534	503	511	510	22,2%	
SORE	516	321	521	200	224	214	350	330	335	334	33,3%	

: >300 lux (terlalu terang)    : 200-300 lux (ideal/nyaman)    : <200 lux (terlalu gelap)

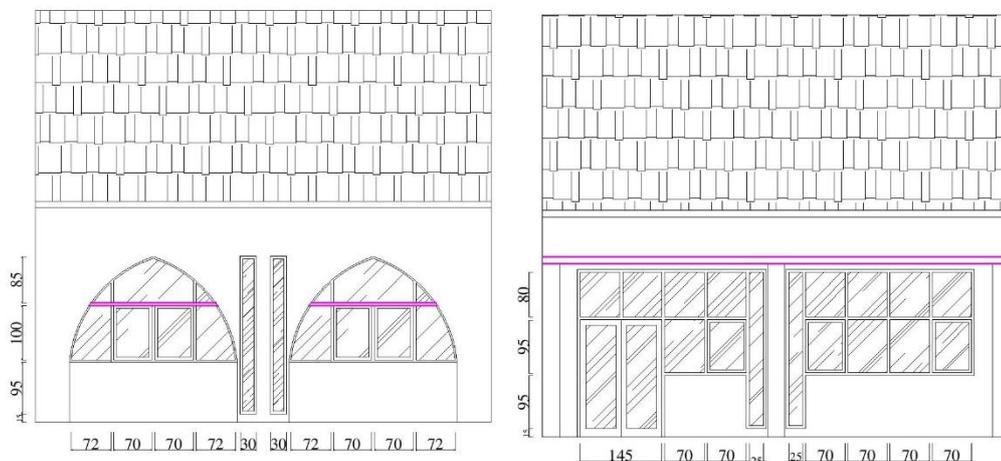
2. Rekomendasi Eksterior (Bukaan-Pembayang Matahari)

a. Alternatif 1

Alternatif 1 menambahkan pembayang matahari di sisi tenggara dan memodifikasi pembayang matahari di sisi barat laut. Di sisi tenggara ditambahkan pembayang matahari horizontal 1 sirip dengan lebar 1 m dan di sisi barat laut pembayang matahari diperlebar 20 cm, dari yang awalnya 1 m menjadi 1,2 m. Pembayang matahari di sisi tenggara diletakkan 2,15 m dari lantai atau pada kusen jendela. Berdasarkan sbv, masih terdapat sinar matahari langsung yang masuk ke dalam ruangan melalui jendela di atas pembayang matahari tambahan namun sudah dapat membayangi bukaan di bawah pembayang matahari tersebut. Di sisi barat laut pembayang matahari sudah dapat menaungi bukaan pada sisi tersebut.



**Gambar 4.89** Potongan Ruang Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal II Ruang Kelas IPA

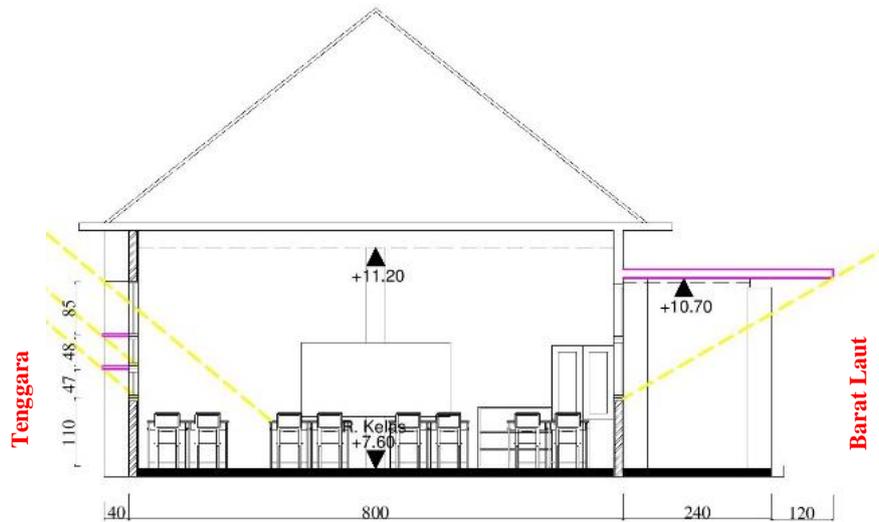


**Gambar 4.90** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal II Ruang Kelas IPA

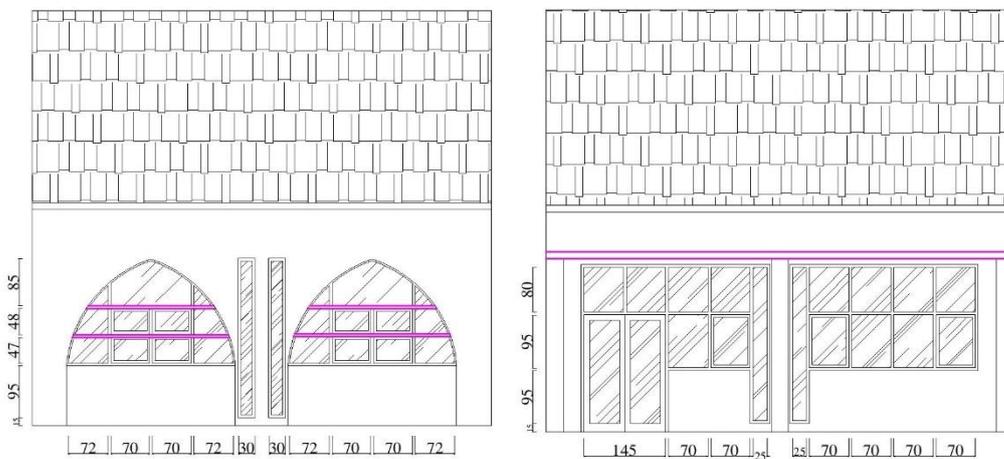
Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal — : Pembayang Matahari Vertikal — : Lightselves

#### b. Alternatif 2

Alternatif 2 mirip dengan alternatif 1, hanya saja pembayang matahari di sisi tenggara di bagi menjadi dua sirip dengan masing-masing lebar 40 cm. Hal tersebut dapat mengurangi beban struktur juga dapat meminimalisir perubahan bentuk fasad yang terlalu berlebihan. Pada alternatif 1, pembayang matahari tambahan memiliki lebar 1 m melebihi lebar fasad tambahan pada kondisi eksisting yaitu 40 cm. Modifikasi pembayang matahari tambahan menjadi dua sirip menyebabkan adanya perubahan pada jendela di sisi tenggara yaitu dengan penambahan kusen sebagai tempat meletakkan pembayang matahari.



**Gambar 4.91** Potongan Ruang Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal II Ruang Kelas IPA

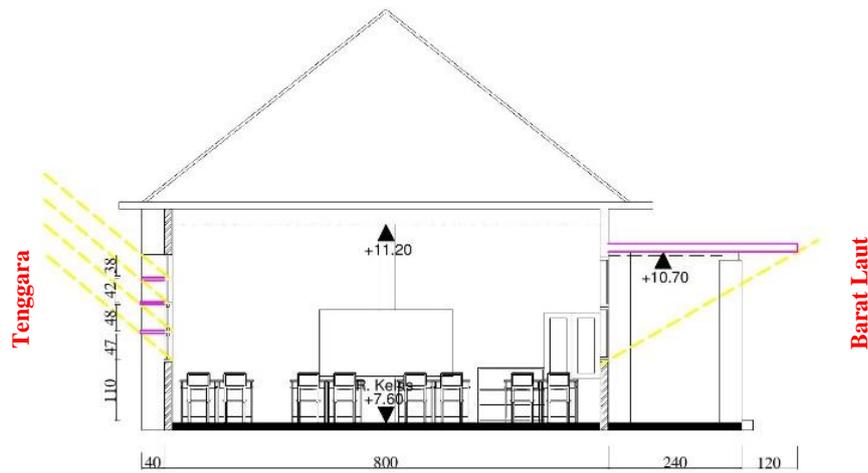


**Gambar 4.92** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal II Ruang Kelas IPA

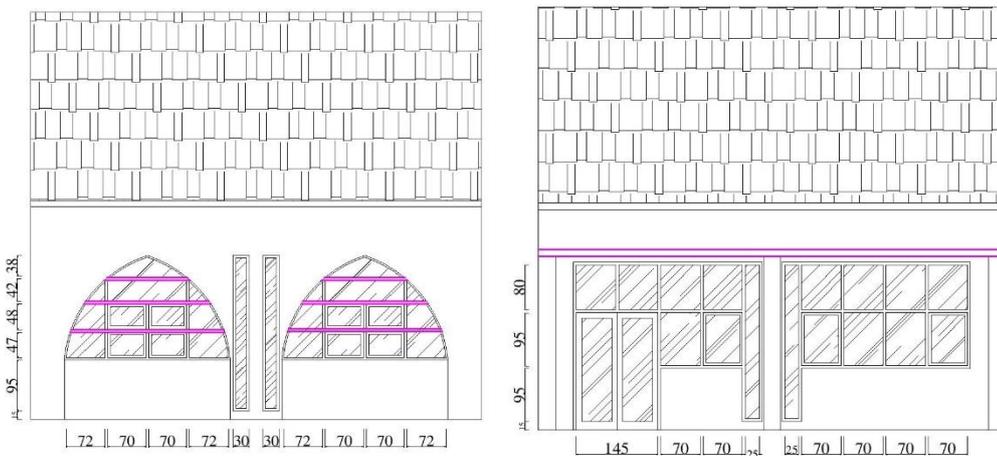
Keterangan: — : Sinar Matahari — : Pembayang Matahari Horizontal — : Pembayang Matahari Vertikal — : Lightshelves

### c. Alternatif 3

Alternatif 3 merupakan lanjutan dari alternatif 2 yaitu dengan melakukan penambahan pembayang matahari untuk menaungi bukaan di sisi tenggara yang tidak ternaungi pada alternatif 1 dan 2. Jumlah pembayang matahari horizontal pada sisi tenggara menjadi 3 sirip pada alternatif 3. Pada sisi barat laut, pembayang matahari sama seperti alternatif sebelumnya yaitu dengan lebar lebih dari 120 cm lebar koridor. Berdasarkan sbv, pembayang matahari pada alternatif 3 baik di sisi tenggara maupun barat laut sudah dapat menaungi bukaan dari sinar matahari langsung.



Gambar 4.93 Potongan Ruang Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal II Ruang Kelas IPA



Gambar 4.94 Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 3 Rekomendasi Eksternal II Ruang Kelas IPA

Keterangan: ■ : Sinar Matahari ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : Lightselves

d. Hasil pengukuran simulasi alternatif desain

Hasil pengukuran alternatif desain eksterior (bukaan-pembayang matahari) dapat diketahui setelah melakukan simulasi melalui aplikasi Dialux 4.12. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.36.

Tabel 4.34 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Simulasi Alternatif Desain (Rekomendasi Eksternal II) Ruang Kelas IPA IX

Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang memenuhi Standar	Rata-rata Area yang memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
ALTERNATIF 1												
PAGI	321	330	345	243	251	229	363	315	364	229	33%	37%
SIANG	327	332	412	272	272	248	359	309	343	248	33%	
SORE	295	319	320	240	246	228	430	394	433	228	44%	
ALTERNATIF 2												
PAGI	230	275	240	220	237	214	356	306	354	270	67%	67%
SIANG	229	288	281	249	259	233	350	297	333	280	67%	
SORE	243	285	283	225	237	218	426	388	427	304	67%	
ALTERNATIF 3												
PAGI	217	266	226	206	223	201	350	299	347	260	78%	75%
SIANG	232	283	274	233	243	217	344	288	322	271	78%	
SORE	241	281	279	215	227	205	419	382	422	297	67%	

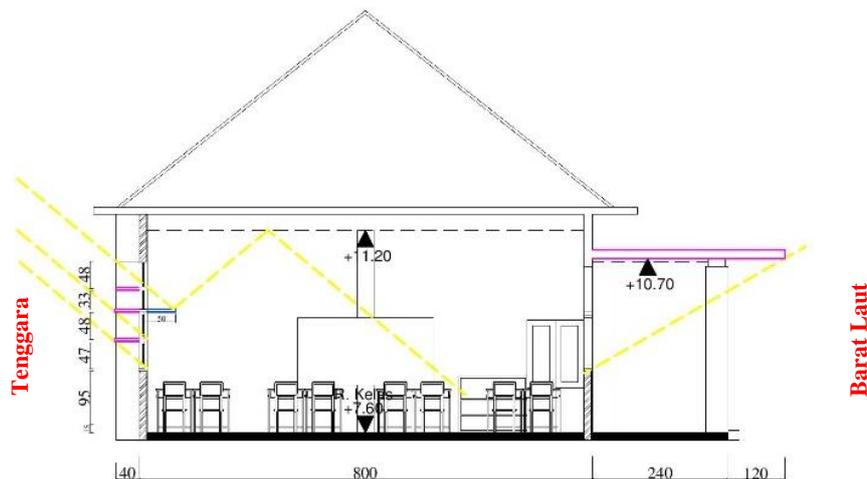
: >300 lux (terlalu terang)  : 200-300 lux (ideal/nyaman)  : <200 lux (terlalu gelap)

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 4.36 dapat diketahui bahwa alternatif desain 3 merupakan alternatif desain dengan presentase area yang memenuhi standar pencahayaan terbanyak dibandingkan alternatif lainnya yaitu sebesar 75%. Area pada sisi barat laut masih terdapat beberapa yang melebihi standar, namun masih lebih baik jika dibandingkan dengan alternatif 1 dan 2. Oleh karena itu alternatif 3 adalah alternatif terpilih yang akan dikembangkan pada rekomendasi selanjutnya agar mendapat hasil pencahayaan yang lebih merata serta memenuhi standar.

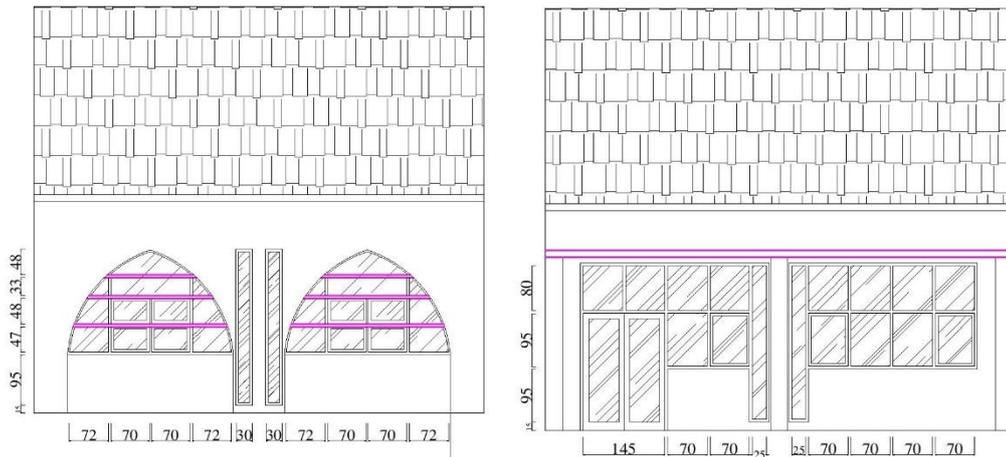
### 3. Rekomendasi Eksterior-Interior (Bukaan-Pembayang Matahari-*Lightselves*)

#### a. Alternatif 1

Penambahan lightself 1 sirip pada sisi tenggara dilakukan pada alternatif 1 ini. Lightself memiliki lebar 50 cm dengan ketinggian 2,15 m dari lantai. Penambahan lightself ini bertujuan agar sinar matahari lebih merata di dalam ruang. Sinar matahari dapat dipantulkan ke dalam ruang jika pembayang matahari di sisi tenggara mengalami sedikit perubahan dari rekomendasi sebelumnya. Sirip teratas diturunkan 9 cm agar sinar matahari dapat mengenai lightself dan dipantulkan ke dalam ruangan. Perubahan tersebut otomatis juga merubah jendela pada sisi tenggara yaitu dengan meletakkan kusen di tempat diletakkannya pembayang matahari.



**Gambar 4.95** Pootngan Ruang Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA

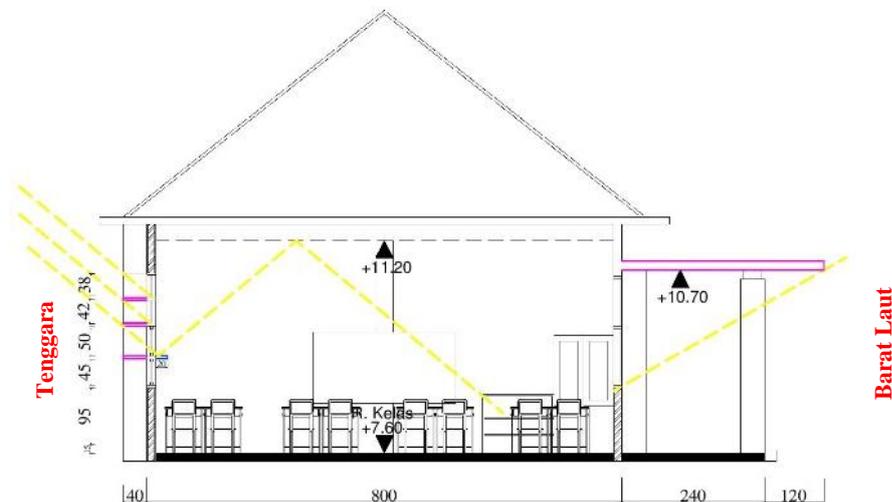


**Gambar 4.96** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 1 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA

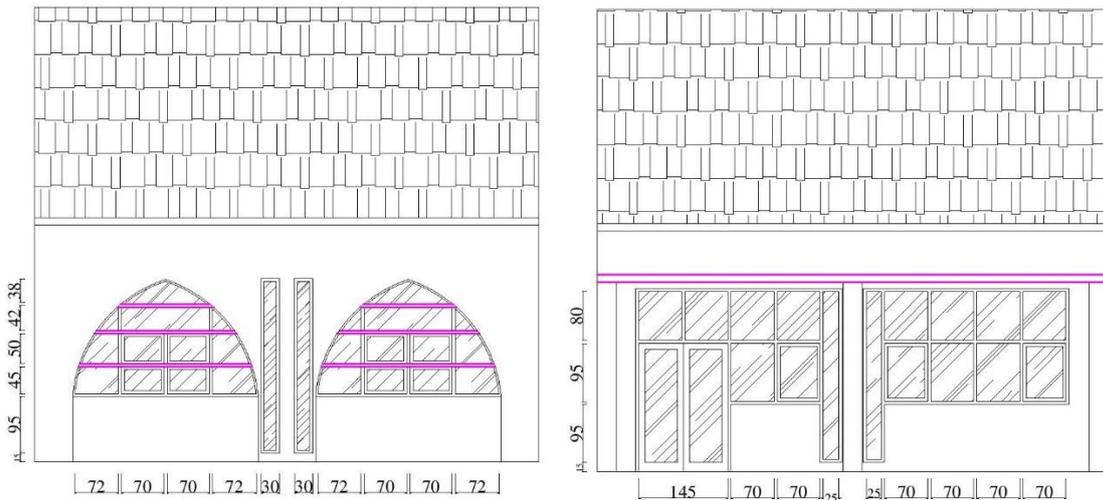
Keterangan: ■ : Sinar Matahari ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : Lightselves

### b. Alternatif 2

Pada alternatif 2 lightself dengan lebar 20 cm ditambahkan di sisi tenggara pada ketinggian 1,6 m dari lantai. Agar sinar matahari dapat dipantulkan oleh lightself tersebut maka terjadi sedikit perubahan posisi pada pembayang matahari horizontal. Pembayang matahari horizontal sirip paling bawah diturunkan beberapa cm (3 cm). Perubahan jendela yaitu desain posisi kusen mengikuti tempat perletakan pembayang matahari horizontal tersebut.



**Gambar 4.97** Potongan Ruang Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA

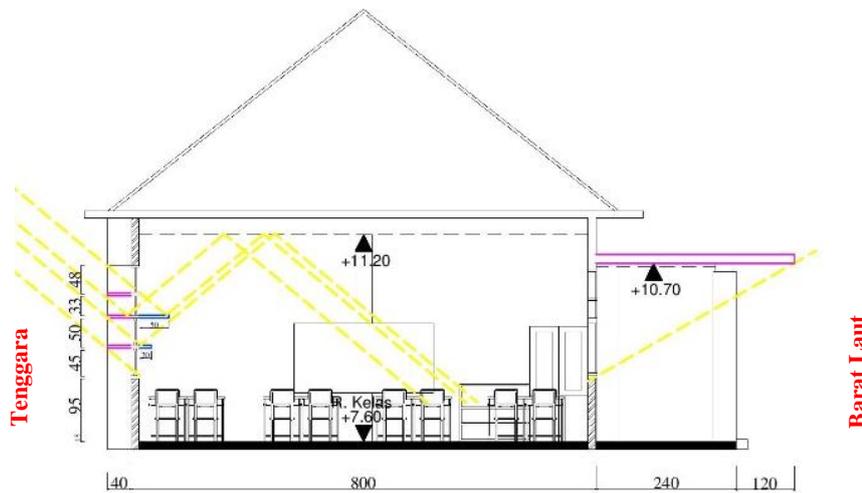


**Gambar 4.98** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 2 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA

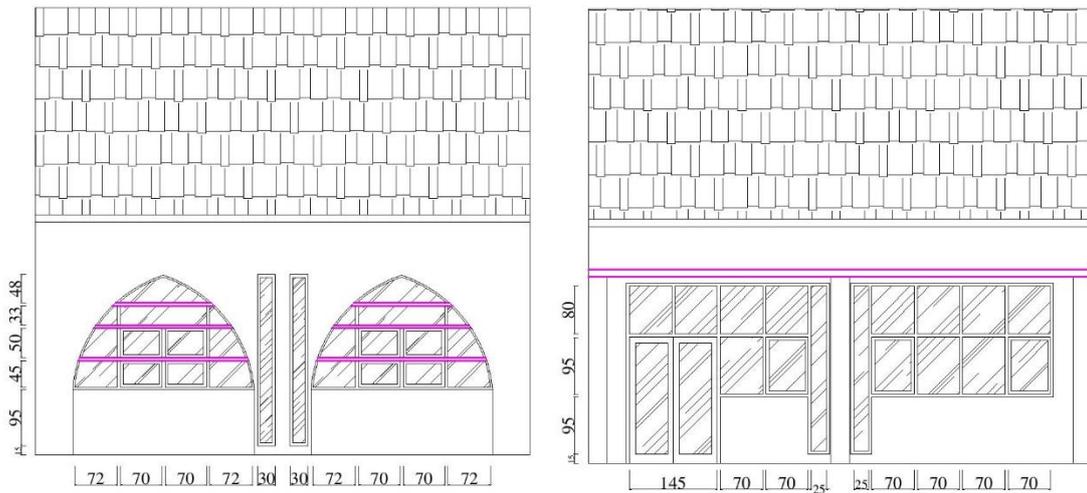
Keterangan: ■ : Sinar Matahari ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : Lightselves

### c. Alternatif 3

Alternatif 3 merupakan perpaduan antara alternatif 1 dan 2. Terjadi penambahan lightselves 2 sirip pada sisi tenggara. Posisi pembayang matahari horizontal di luar juga gabungan alternatif 1 dan 2, dimana jika dibandingkan dengan alternatif terpilih pada rekomendasi eksternal 2, pembayang matahari horizontal sirip paling atas diturunkan 9 cm, sedangkan sirip bawah diturunkan 3 cm. Penambahan dua lightselves ini membuat ruangan mendapatkan pencahayaan yang lebih merata.



**Gambar 4.99** Potongan Ruang Alternatif 3 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA

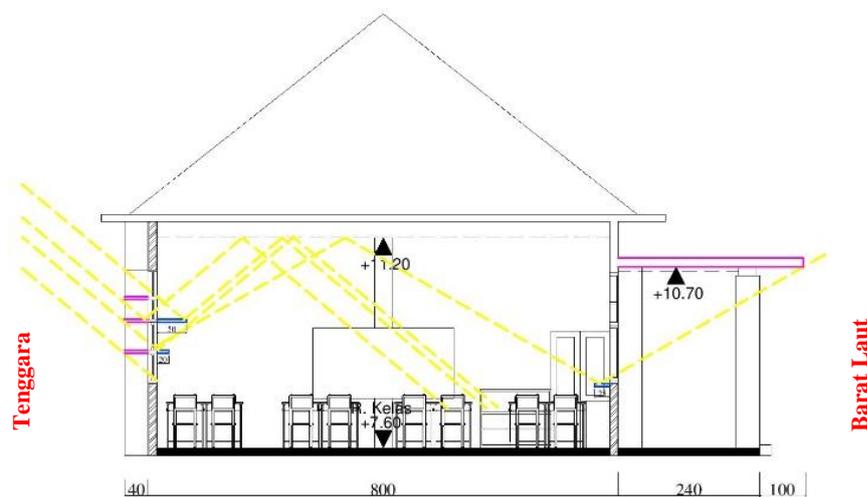


**Gambar 4.100** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 3 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA

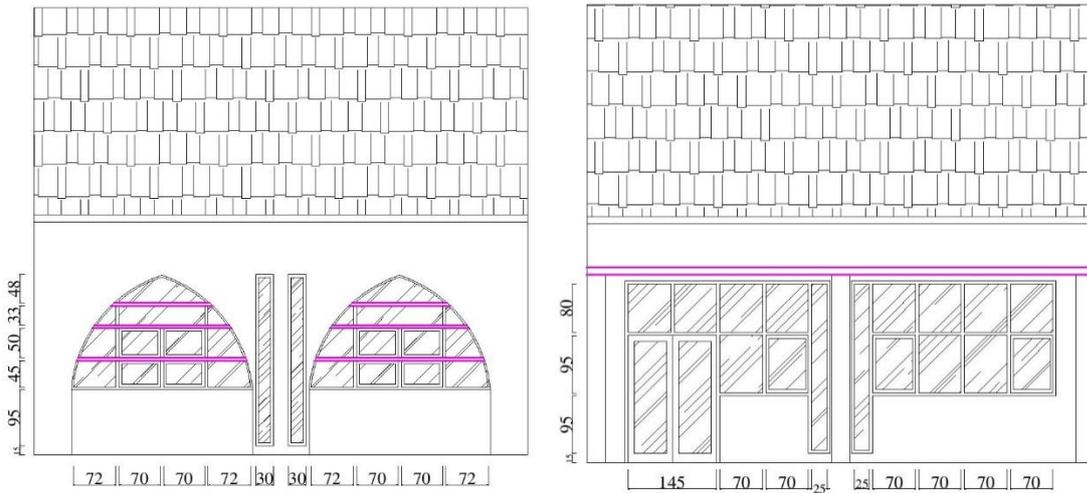
Keterangan: ■ : Sinar Matahari ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : Lightselves

#### d. Alternatif 4

Selain pembahan lightselves di sisi tenggara, juga dilakukan penambahan lightself di sisi barat laut pada alternatif 4. Lightselves pada sisi tenggara sama dengan penambahan pada alternatif 3. Sedangkan pada sisi barat laut, agar sinar matahari dapat dipantulkan oleh lightself maka dilakukan pengurangan lebar pembayang matahari di sisi barat laut sebesar 20 cm dari alternatif terpilih pada rekomendasi eksternal 2. Dengan kata lain, pembayang matahari pada sisi barat laut sama pembayang matahari pada kondisi eksisting.



**Gambar 4.101** Potongan Ruang Alternatif 4 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA

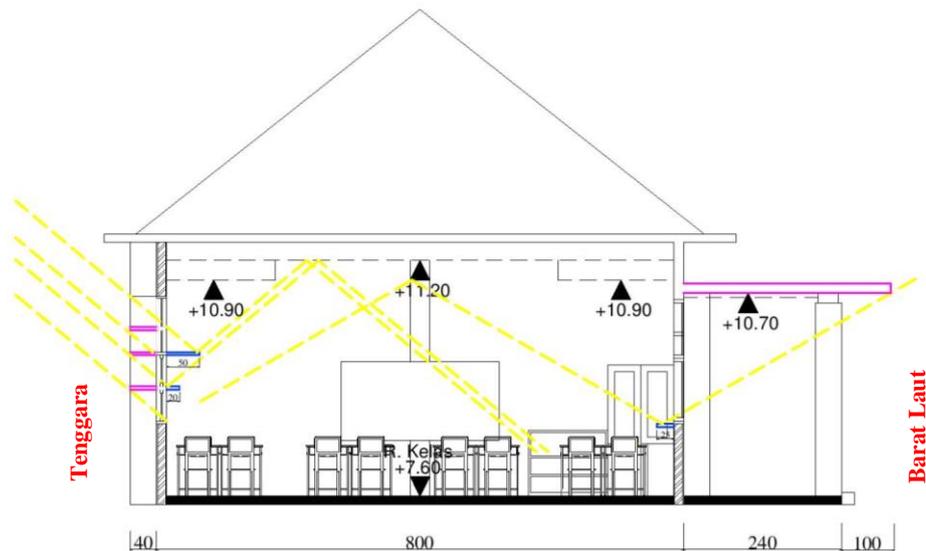


**Gambar 4.102** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 4 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA

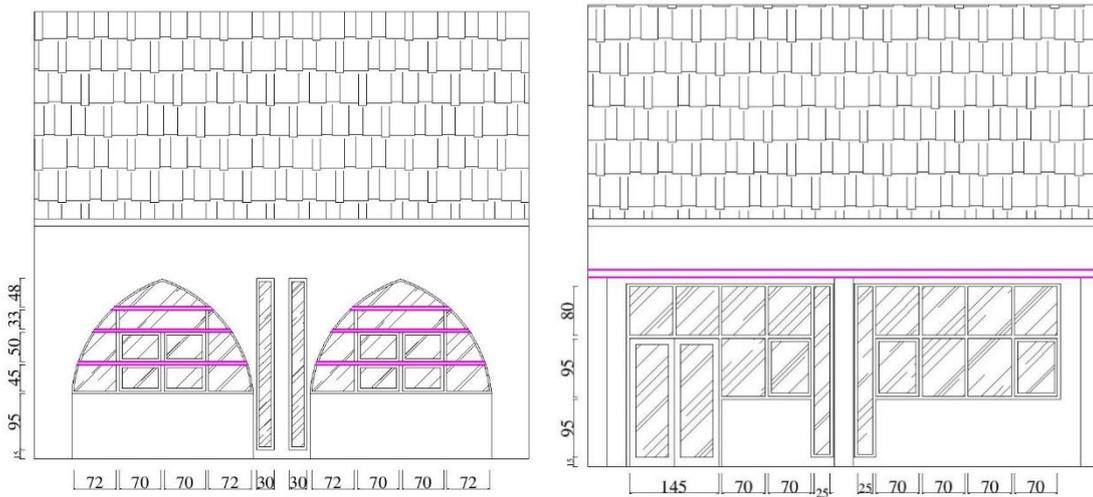
Keterangan: ■ : Sinar Matahari ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : Lightselves

e. Alternatif 5

Alternatif 5 merupakan pengembangan dari alternatif 4 dengan penurunan plafon sebesar 30 cm pada area sisi tenggara dan barat laut ruangan. Hal tersebut dilakukan untuk menurunkan tingkat pencahayaan di area sisi barat laut dan tenggara sehingga pencahayaan dalam ruang dapat lebih merata. Modifikasi bukaan, pembayang matahari dan lightselves sama seperti pada alternatif 4 yaitu terdapat pembayang matahari 3 sirip di sisi tenggara, lightselves 2 sirip di sisi tenggara, serta lightself 1 sirip di sisi barat laut.



**Gambar 4.103** Potongan Ruang Alternatif 3 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA



**Gambar 4.104** Tampak Tenggara dan Barat Laut Ruang Alternatif 5 Rekomendasi Eksternal-Internal Ruang Kelas IPA

Keterangan: ■ : Sinar Matahari ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : Lightselves

#### f. Hasil pengukuran simulasi alternatif desain

Hasil pengukuran konsep alternatif desain pada rekomendasi eksternal-internal menggunakan simulasi Dialux 4.12 dapat diketahui pada Tabel 4.36. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa alternatif 5 mempunyai presentase rata-rata area yang memenuhi standar (200-300 lux) tertinggi dari pada alternatif lainnya yaitu 97%. Alternatif 1 dan 3 mempunyai presentase area yang memenuhi standar terendah yaitu hanya 41%, sedangkan alternatif 2 sebesar 67% dan alternatif 4 sebesar 64%. Oleh karena itu alternatif 5 adalah alternatif yang terpilih dari rekomendasi eksternal-internal pada ruang kelas IPA IX.

**Tabel 4.35 Hasil Pengukuran Pencahayaan Alami Simulasi Alternatif Desain (Rekomendasi Eksternal-Internal) Ruang Kelas IPA IX**

Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang memenuhi Standar	Rata-rata Area yang memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
ALTERNATIF 1												
PAGI	306	308	264	213	233	206	354	304	352	282	44%	41%
SIANG	332	329	318	225	243	211	343	287	321	290	44%	
SORE	320	315	308	217	231	208	422	385	423	314	33%	
ALTERNATIF 2												
PAGI	205	262	218	208	224	202	351	301	349	258	67%	67%
SIANG	212	272	256	220	229	205	339	283	318	259	67%	
SORE	229	275	271	214	226	208	421	384	423	294	67%	
ALTERNATIF 3												
PAGI	301	307	255	206	226	202	350	301	349	277	44%	41%
SIANG	328	327	309	220	236	206	340	284	318	285	44%	
SORE	319	316	301	212	226	205	418	382	421	311	33%	
ALTERNATIF 4												
PAGI	296	300	249	200	218	195	313	267	316	262	56%	64%
SIANG	322	320	304	213	230	200	302	255	291	271	67%	
SORE	314	312	297	205	219	200	259	311	235	261	67%	
ALTERNATIF 5												
PAGI	276	277	224	197	221	200	297	249	299	249	89%	97%
SIANG	298	292	272	209	233	202	283	237	272	255	100%	
SORE	295	288	275	202	224	205	243	292	215	249	100%	

□ : >300 lux (terlalu terang)    □ : 200-300 lux (ideal/nyaman)    □ : <200 lux (terlalu gelap)

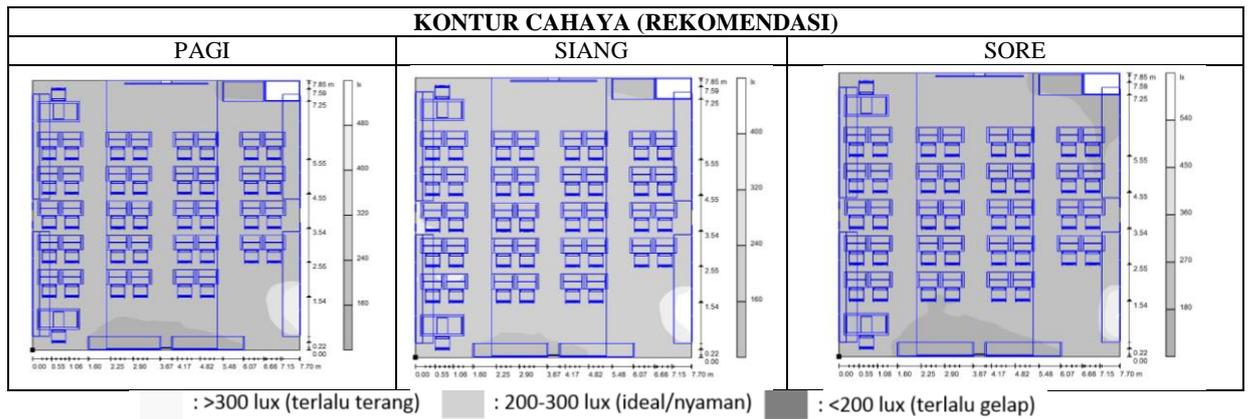
#### 4. Kesimpulan

Dari semua rekomendasi desain yang telah diteliti didapatkan satu alternatif desain yang terpilih yang mempunyai rata-rata area yang memenuhi standar tertinggi dibandingkan alternatif lain. Alternatif tersebut merupakan alternatif 5 dari rekomendasi eksternal-internal. Desain pada alternatif tersebut menggunakan pembayang matahari 3 sirip di sisi tenggara, pembayang matahari eksisting di sisi barat laut, lightselves 2 sirip di sisi tenggara, lightselves 1 sirip di sisi barat laut, serta penambahan luas bukaan (Tabel 4.38, Lampiran 2). Dimensi dan posisi elemen-elemen yang mempengaruhi pencahayaan dalam ruang tersebut disesuaikan dengan SNI 03-2396-2001 mengenai standar tingkat pencahayaan pada ruang kelas yaitu standar luasan bukaan dan juga sbv untuk pembayang matahari.

Pada tabel 4.37 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan presentase area yang memenuhi standar yaitu sebesar 60% dari kondisi eksisting. Pada kondisi eksisting pencahayaan alami pada ruang kelas nampak kurang merata dimana area-area yang dekat dengan bukaan (titik ukur 1-3 dan 6-9) cenderung terlalu terang. Namun pada hasil rekomendasi pencahayaan alami pada ruang kelas cenderung lebih merata.

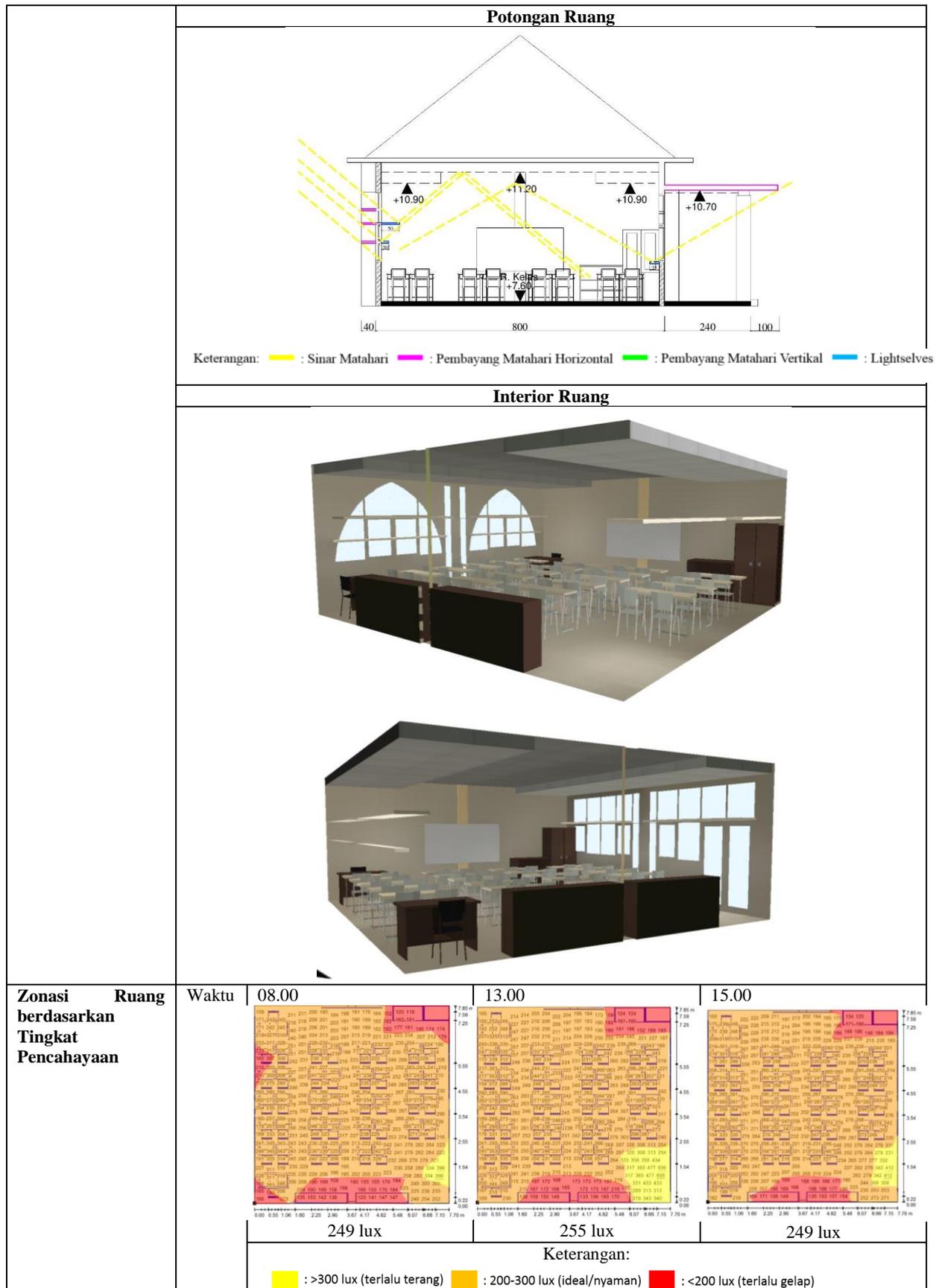
**Tabel 4.36 Hasil Perbandingan Tingkat Pencahayaan Alami Eksisting dan Rekomendasi Desain Terpilih Ruang Kelas IPA IX**

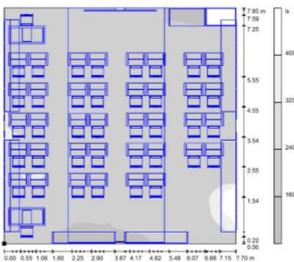
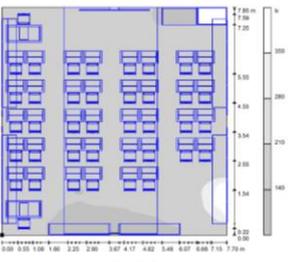
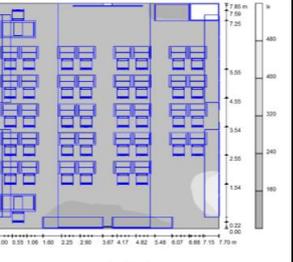
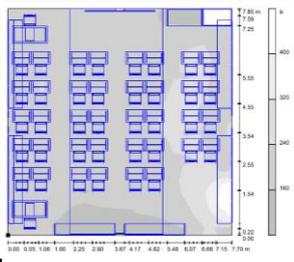
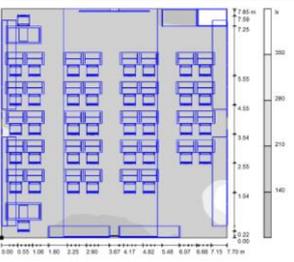
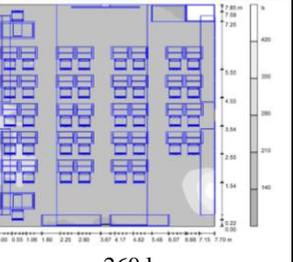
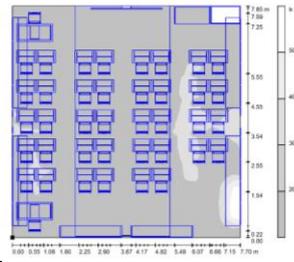
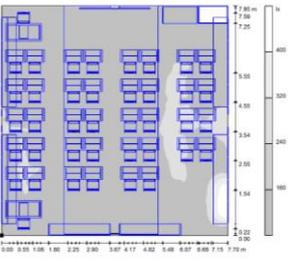
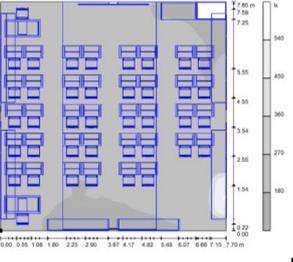
Waktu	Titik Ukur									Rata-rata (lux)	Area yang Memenuhi Standar	Rata-rata Area yang Memenuhi Standar
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<b>EKSISTING</b>												
PAGI	601	319	605	223	239	240	393	340	377	359	33%	26%
SIANG	784	353	789	290	311	313	512	368	492	468	11%	
SORE	514	232	512	190	204	205	336	382	322	307	34%	
<b>KONTUR CAHAYA (EKSISTING)</b>												
PAGI				SIANG					SORE			
<b>REKOMENDASI TERPILIH</b>												
PAGI	276	277	224	197	221	200	297	249	299	249	89%	97%
SIANG	298	292	272	209	233	202	283	237	272	255	100%	
SORE	295	288	275	202	224	205	243	292	215	249	100%	



**Tabel 4.37 Hasil Desain Rekomendasi Terpilih Ruang Kelas IPA IX**

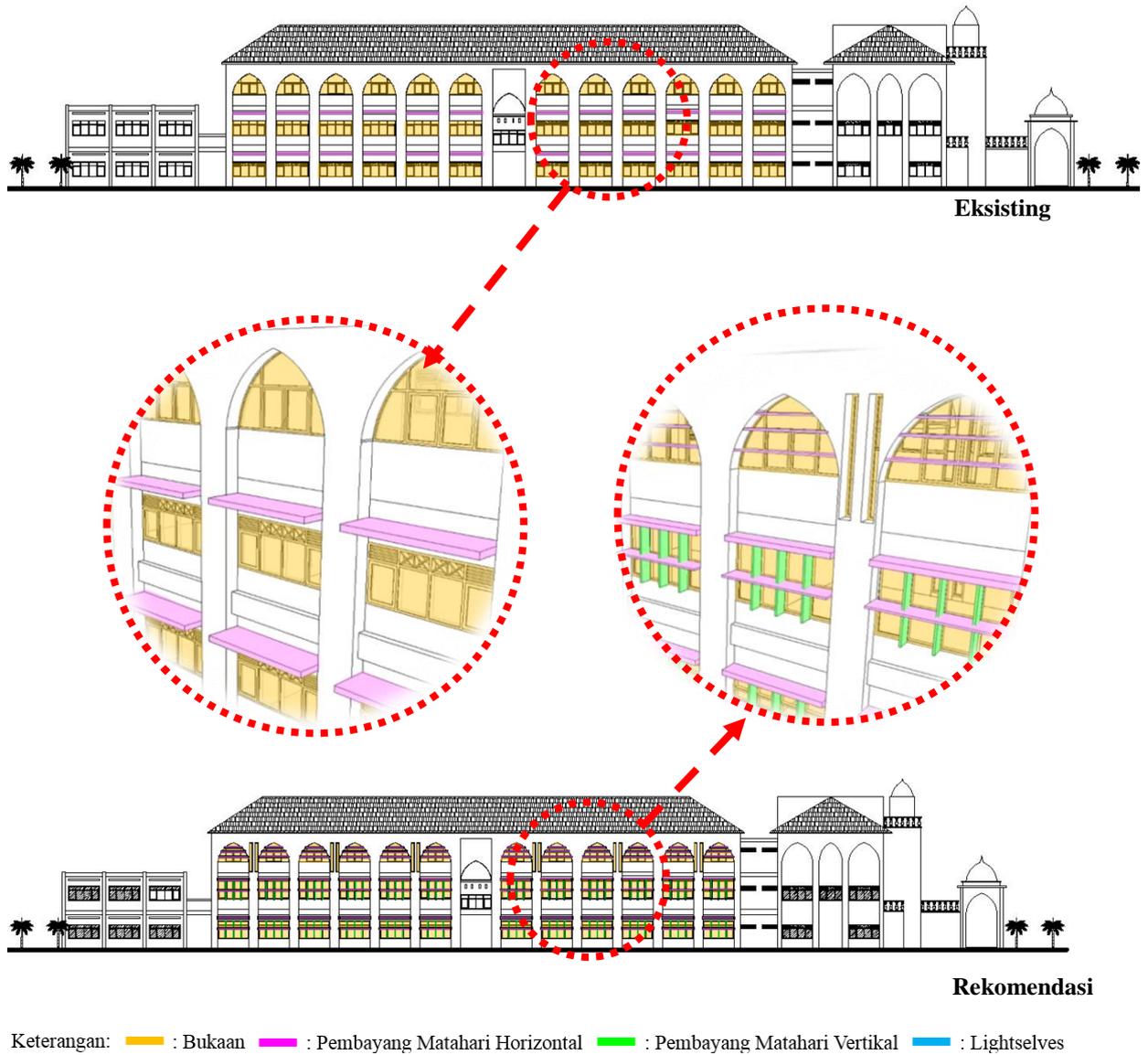
Alternatif Terpilih Desain	Keterangan
	Shading horizontal tenggara 3 sirip Light selves tenggara 2 sirip Light self barat laut 1 sirip Penurunan plafon 30 cm
	<b>Perspektif tenggara dan barat laut</b>
	<b>Tampak Tenggara dan barat laut</b>
	Keterangan:    : Sinar Matahari    : Pembayang Matahari Horizontal    : Pembayang Matahari Vertikal    : Lightselves



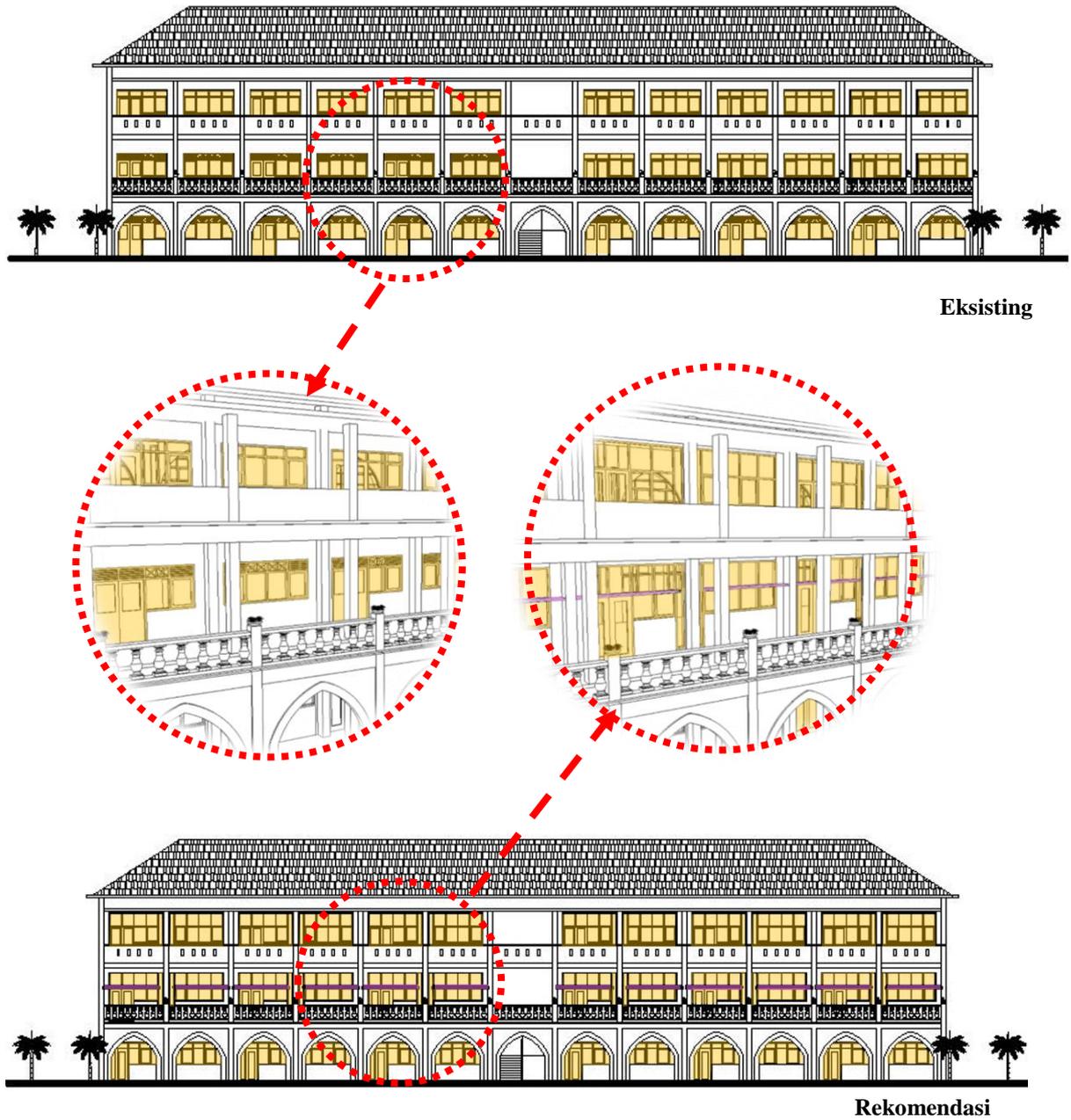
<b>Tingkat Pencahaya- an Alami Sepanjang Tahun</b>	<b>Waktu</b>	21 Maret	21 Juni	22 Desember
	<b>08.00</b>			
		253 lux	218 lux	261 lux
	<b>13.00</b>			
		270 lux	229 lux	260 lux
	<b>15.00</b>			
		273 lux	220 lux	262 lux

#### 4.7.4 Kesimpulan rekomendasi desain

Berdasarkan rekomendasi desain, diketahui bahwa peningkatan kinerja pencahayaan alami pada ruang kelas SMP Islam Sabilillah Malang dapat dilakukan dengan beberapa strategi antara lain bukaan, pembayang matahari, *lightselves*, dan elemen plafon ruang (lantai 3). Strategi-strategi tersebut berdampak pada perubahan eksterior dan interior. Pada eksterior, perubahan terlihat pada perubahan bukaan dan penambahan elemen pembayang. Konsep bangunan yang digunakan adalah konsep arsitektur timur tengah dengan penggunaan detail dengan elemen geometris. Fasad yang ditonjolkan terdiri dari garis vertikal dan lengkung. Pada rekomendasi desain ciri khas dari fasad bangunan tersebut masih tetap terlihat yang menunjukkan bahwa perubahan fasad yang terjadi tidak mengubah konsep bangunan yang sudah ada sebelumnya.



**Gambar 4.105** Fasad Bangunan Tenggara Eksisting dan Rekomendasi



Keterangan: ■ : Bukaan ■ : Pembayang Matahari Horizontal ■ : Pembayang Matahari Vertikal ■ : Lightselves

**Gambar 4.106** Fasad Bangunan Barat Laut Eksisting dan Rekomendasi

Berikut ini adalah kesimpulan rekomendasi desain secara terperinci:

**Tabel 4.38 Kesimpulan Rekomendasi Desain**

<b>Ruang Matematika VII</b>			
<b>Kondisi Eksisting</b>	<b>Rekomendasi Eksternal I</b>	<b>Rekomendasi Eksternal 2</b>	<b>Rekomendasi Eksternal-Internal</b>
-Rasio bukaan terhadap luas ruang 20% - WWR sisi tenggara dan barat laut 20% -Pembayang matahari horizontal di sisi tenggara 1 sirip lebar 1 m, tinggi 3,1 m dari lantai -Pembayang matahari barat laut lebar 4 m dengan ketinggian 3,3 m dari lantai	-Rasio luas bukaan terhadap luas ruang 25% -WWR sisi tenggara 26,5 % -WWR sisi barat laut 25%	-Rasio luas bukaan terhadap luas ruang 25% -WWR sisi tenggara 26,5 % -WWR sisi barat laut 25% -Pembayang matahari horizontal di sisi tenggara dua sirip dengan ketinggian 1,1 m (lebar 85 cm) dan 2,15 m (lebar 1m) -Pembayang matahari vertikal di sisi tenggara dengan lebar 40 cm.	-Rasio luas bukaan terhadap luas ruang 25% -WWR sisi tenggara 26,5 % -WWR sisi barat laut 25% -Pembayang matahari horizontal di sisi tenggara dua sirip dengan ketinggian 1,1 m (lebar 85 cm) dan 2,15 m (lebar 60 cm) -Pembayang matahari vertikal di sisi tenggara dengan lebar 40 cm. - <i>Lightshelves</i> sisi tenggara 2 sirip dengan lebar 25 cm (h 1,1 m) dan 40 cm (h 2,15 m)
<b>Kinerja Pencahayaan Alami : 33%</b>	<b>Kinerja Pencahayaan Alami : 44%</b>	<b>Kinerja Pencahayaan Alami : 48 %</b>	<b>Kinerja Pencahayaan alami : 93 %</b>
<b>Ruang IPA VIII</b>			
<b>Kondisi Eksisting</b>	<b>Rekomendasi Eksternal I</b>	<b>Rekomendasi Eksternal 2</b>	<b>Rekomendasi Eksternal-Internal</b>
-Rasio bukaan terhadap luas ruang 20% - WWR sisi tenggara dan barat laut 20% -Pembayang matahari horizontal di sisi tenggara 1 sirip lebar 1 m, tinggi 3,1 m dari lantai -Pembayang matahari barat laut lebar 4 m dengan ketinggian 3,3 m dari lantai	- Rasio luas bukaan terhadap luas ruang 30% -WWR sisi tenggara 29% - WWR sisi barat laut 28,5 %	- Rasio luas bukaan terhadap luas ruang 30% -WWR sisi tenggara 29% - WWR sisi barat laut 28,5 % -Pembayang matahari vertikal disisi tenggara dengan lebar 40 cm -Pembayang matahari horizontal dua sirip di sisi tenggara dengan lebar 85 cm (h 2,15 m) dan 100 cm (h 3,1 m) -Pembayang matahari horizontal di sisi barat laut dengan lebar 40 cm (h 2,15 m)	- Rasio luas bukaan terhadap luas ruang 30% -WWR sisi tenggara 29% - WWR sisi barat laut 28,5 % -Pembayang matahari vertikal disisi tenggara dengan lebar 40 cm -Pembayang matahari horizontal dua sirip di sisi tenggara dengan lebar 60 cm (h 2,15 m) dan 70 cm (h 3,1 m) -Pembayang matahari horizontal di sisi barat laut dengan lebar 40 cm (h 2,15 m) - <i>Lightshelves</i> di sisi tenggara dua sirip dengan lebar 30 cm (h 1,25 m) dan 40 cm (h 2,15 m) - <i>Lightshelves</i> di sisi barat laut dengan lebar 30 cm (h 1,25 m)
<b>Kinerja Pencahayaan Alami : 37%</b>	<b>Kinerja Pencahayaan Alami : 40,8 %</b>	<b>Kinerja Pencahayaan Alami : 52%</b>	<b>Kinerja Pencahayaan alami : 97 %</b>

<b>Ruang IPA IX</b>			
<b>Kondisi Eksisting</b>	<b>Rekomendasi Eksternal I</b>	<b>Rekomendasi Eksternal 2</b>	<b>Rekomendasi Eksternal-Internal</b>
-Rasio bukaan terhadap luas ruang 21% - WWR sisi tenggara 21 % dan barat laut 22% -Pembayang matahari horizontal di sisi tenggara 1 sirip lebar 1 m, tinggi 3,1 m dari lantai -Pembayang matahari barat laut lebar 4 m dengan ketinggian 3,3 m dari lantai	- Rasio luas bukaan terhadap luas ruang 28% -WWR sisi tenggara 30% -WWR sisi barat laut 28%	- Rasio luas bukaan terhadap luas ruang 28% -WWR sisi tenggara 30% -WWR sisi barat laut 28% - Pembayang matahari tenggara horizontal 3 sirip dengan ketinggian (1,57 m; 2,05 m; 2,47 m) dengan lebar yang sama yaitu 40 cm. -Lebar pembayang matahari barat laut ditambah 20 cm.	- Rasio luas bukaan terhadap luas ruang 28% -WWR sisi tenggara 30% -WWR sisi barat laut 28% - Pembayang matahari tenggara : Horizontal 3 sirip dengan lebar 40 cm dengan ketinggian masing-masing 1,45 m;1,95 m; 2,38 m -Lebar pembayang matahari barat laut sesuai kondisi eksisting. - <i>Lightshelves</i> sisi tenggara dua sirip dengan ketinggian 1,45 m dari lantai (lebar 20 cm) dan 1,95 m (lebar 50 cm) - <i>Lightshelves</i> sisi barat laut dengan ketinggian 1,1 m (lebar 25 cm) - Penurunan plafon 30 cm pada area sisi tenggara dan barat laut ruangan.
<b>Kinerja Pencahayaan Alami : 26%</b>	<b>Kinerja Pencahayaan Alami : 30%</b>	<b>Kinerja Pencahayaan Alami : 75 %</b>	<b>Kinerja Pencahayaan alami : 97 %</b>