

BAB IV PEMBAHASAN

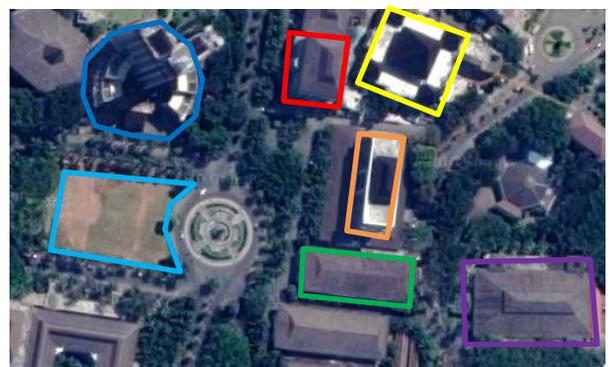
4.1. Kondisi Eksisting

4.1.1. Kondisi eksisting lingkungan

Objek studi Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya berada di bagian timur area kampus Universitas Brawijaya. Objek studi diapit oleh dua massa gedung Fakultas Teknik Pertanian lainnya yang memiliki tinggi 2 lantai. Pada sisi utara terdapat Gedung Fakultas Ekonomi dan Bisnis dan Masjid Raden Patah yang berjarak kurang lebih 20 m dari gedung. Di sisi timur terdapat Gedung Samantha Krida yang berjarak 54 m. Pada sisi Selatan terdapat Gedung D Fakultas Teknik Pertanian yang berjarak sangat dekat. Sementara pada sisi barat terdapat Lapangan Rektorat dan Gedung Pusat Pengembangan Akutansi yang berjarak 90 m. Jarak gedung-gedung tersebut, kecuali Gedung D Fakultas Pertanian, cukup besar sehingga tidak terlalu mempengaruhi pembayangan pada fasad bangunan. Sementara untuk Gedung D Fakultas Teknik Pertanian dan gedung lamanya yang berjarak sangat dekat hanya membayangi lantai dasar dan lantai 2 objek studi.



Gambar 4.1 Posisi objek studi pada area kampus
Universitas Brawijaya
Sumber: maps.google.com



Legenda: Objek studi
 Gedung Fakultas Ekonomi
 Masjid Raden Patah
 Gedung D Fakultas Teknologi Pertanian
 Gedung Samantha Krida
 Gedung Pusat Pengembangan Akutansi
 Lapangan Rektorat

Gambar 4.2 Area sekitar objek studi
Sumber: maps.google.com

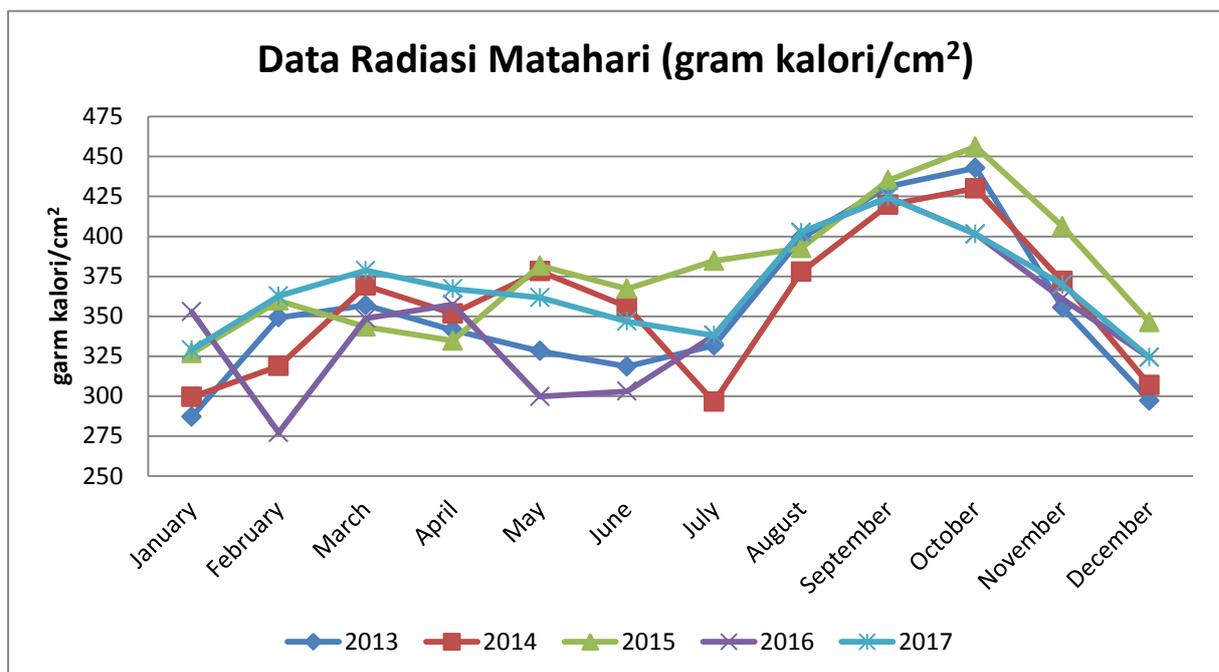
Pada lingkungan sekitar objek studi juga terdapat vegetasi. Vegetasi yang ditanam pada tapak objek studi sebagian besar adalah pohon palem yang memiliki ketinggian

sekitar 7 hingga 8 meter. Terdapat juga pohon dengan dedaunan lebat yang berada di sekitar objek studi. Pohon-pohon tersebut mampu membayangi lantai 1 dan 2 objek studi.



Gambar 4.3 Vegetasi pada area sekitar objek studi
Sumber: maps.google.com

Besar radiasi matahari pada Kota Malang sendiri bisa dilihat melalui gambar 4.4.



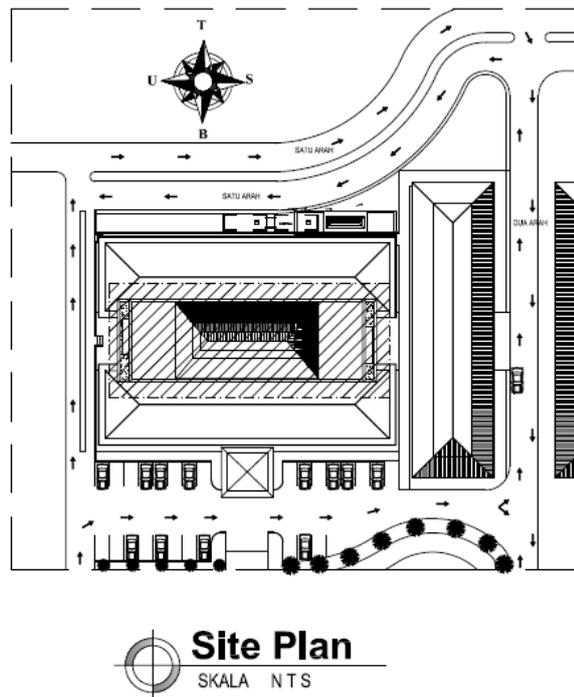
Gambar 4.4 Grafik data radiasi matahari per tahun Kota Malang
Sumber: Stasiun Klimatologi Malang

Intensitas radiasi matahari tertinggi tiap tahunnya di Kota Malang berada di bulan September untuk tahun dan Oktober. Pada tahun 2013 sampai tahun 2015 intensitas radiasi matahari paling besar pada bulan Oktober dengan besar radiasi masing-masing 442,8 gram kalori/cm², 430 gram kalori/cm² dan 456,2 gram kalori/cm². Untuk tahun 2016 dan 2017

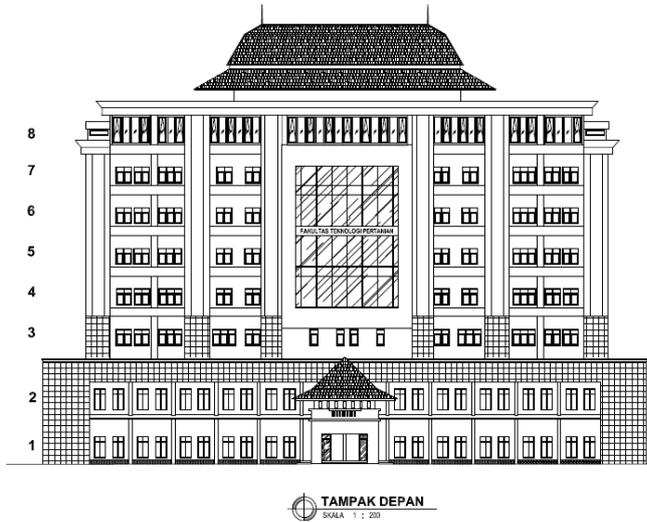
intensitas radiasi matahari paling besar pada bulan September dengan besar radiasi matahari masing-masing 424,5 gram kalori/cm².

4.1.2. Kondisi eksisting bangunan

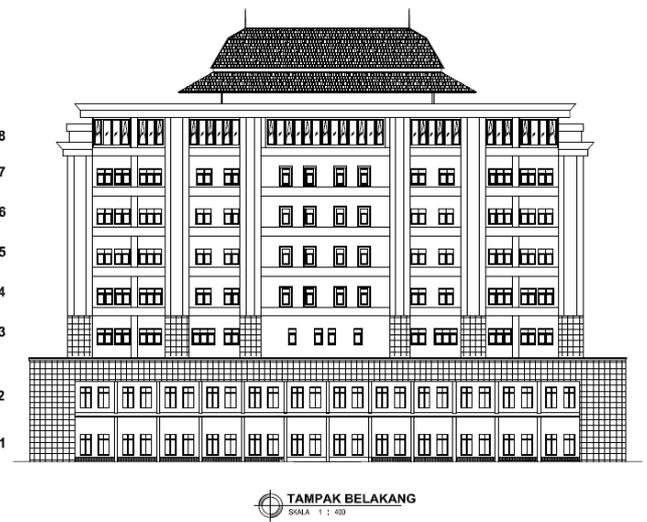
Objek studi Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya merupakan gedung yang memiliki tinggi 8 lantai dengan area atap sebagai area servis. Gedung ini selesai dibangun pada tahun 2014. Gedung ini dibangun diantara 2 gedung yang sudah terbangun terlebih dahulu yang memiliki tinggi 2 lantai. Gedung ini difungsikan sebagai ruang kuliah bagi mahasiswa Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya pada lantai 3 sampai lantai 5 serta ruang dosen dan kantor dekanat Fakultas Teknik Pertanian pada lantai 6 sampai lantai 8.



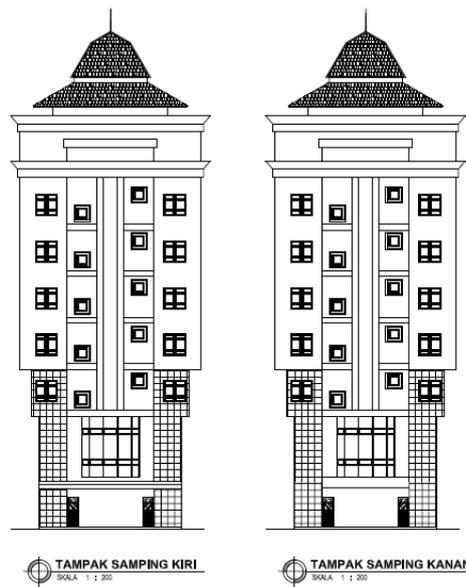
Gambar 4.5 Siteplan Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



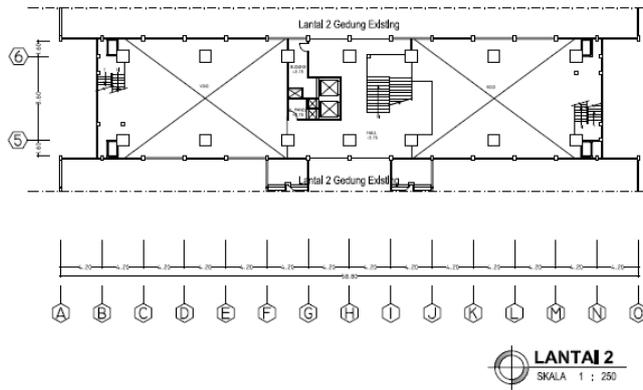
Gambar 4.6 Tampak Depan Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



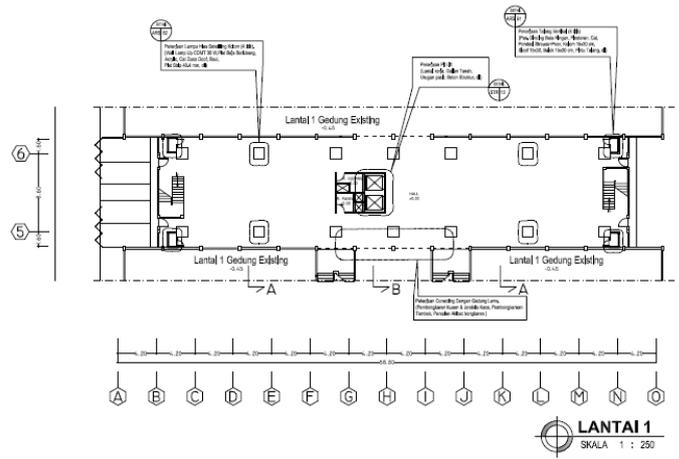
Gambar 4.7 Tampak Belakang Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



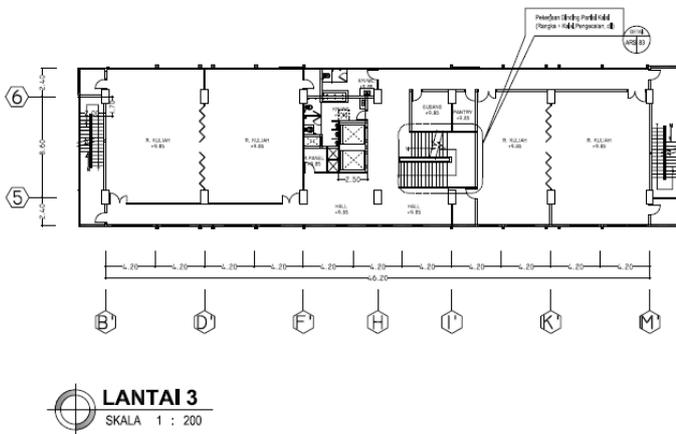
Gambar 4.8 Tampak Samping Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



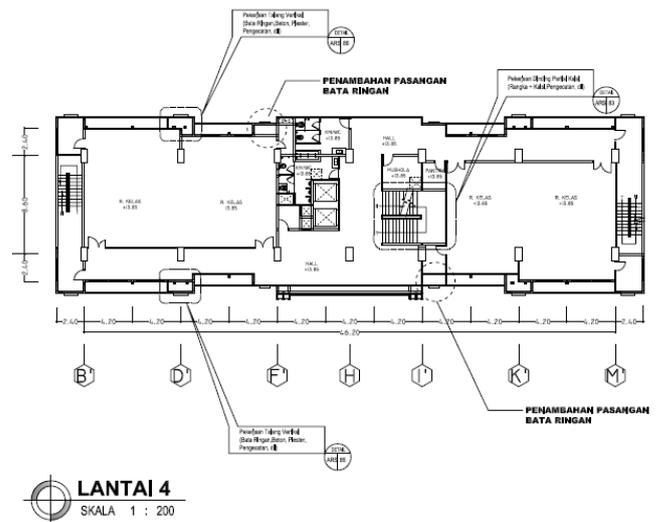
Gambar 4.9 Denah Lt.1 Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



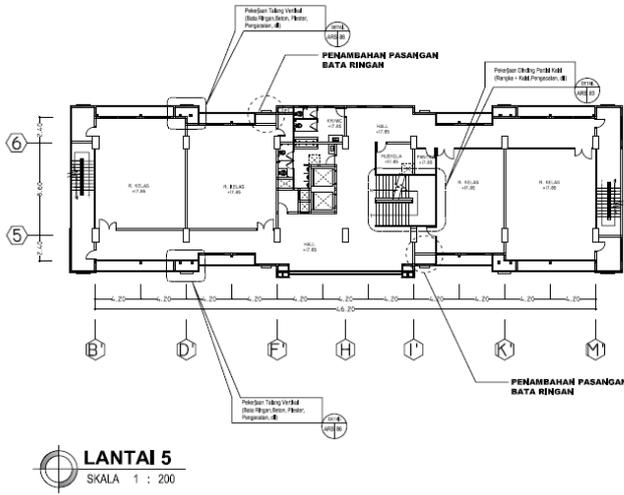
Gambar 4.10 Denah Lt.2 Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



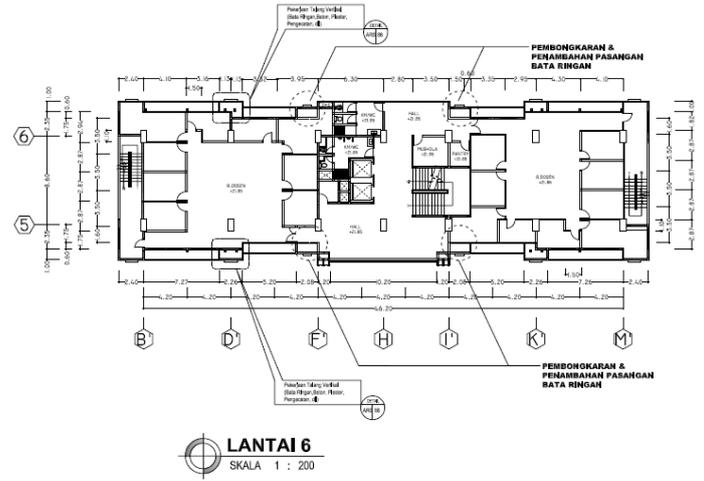
Gambar 4.11 Denah Lt.3 Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



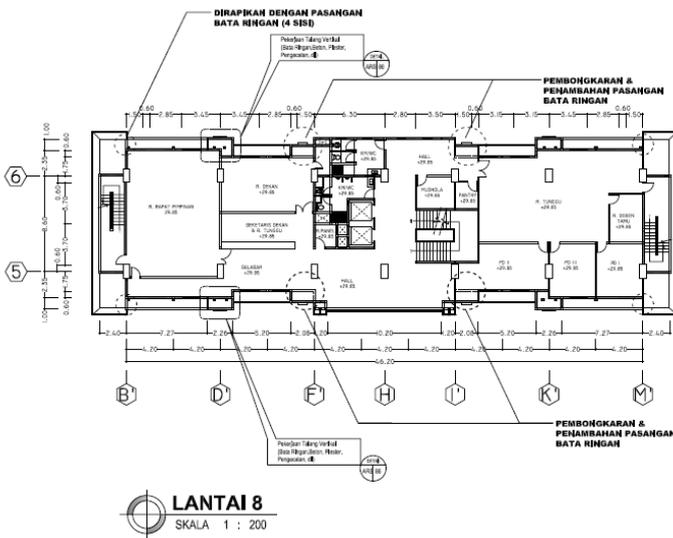
Gambar 4.12 Denah Lt.4 Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



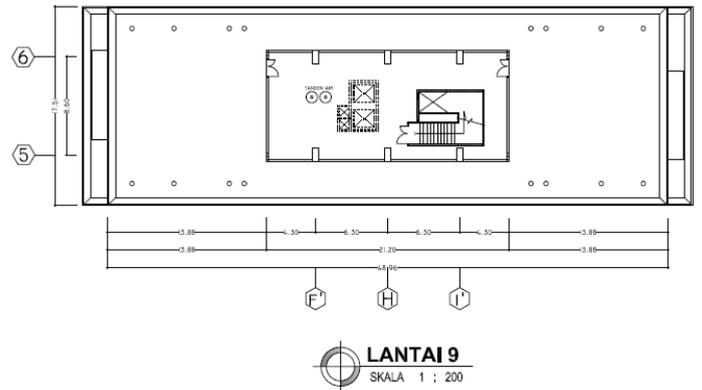
Gambar 4.13 Denah Lt.5 Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



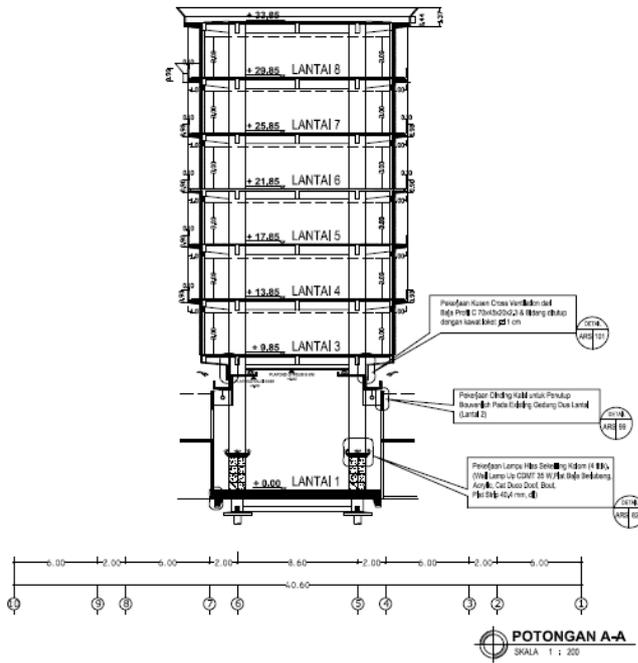
Gambar 4.14 Denah Lt.6 Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



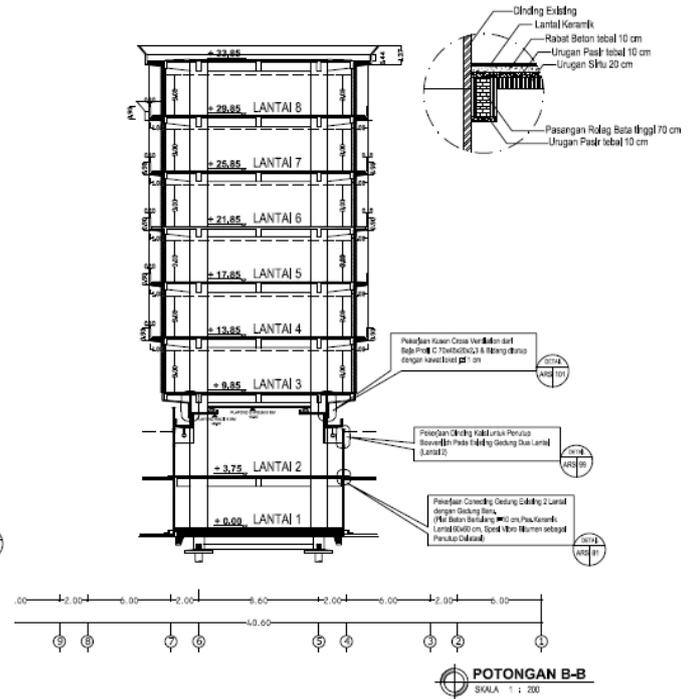
Gambar 4.15 Denah Lt.8 Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



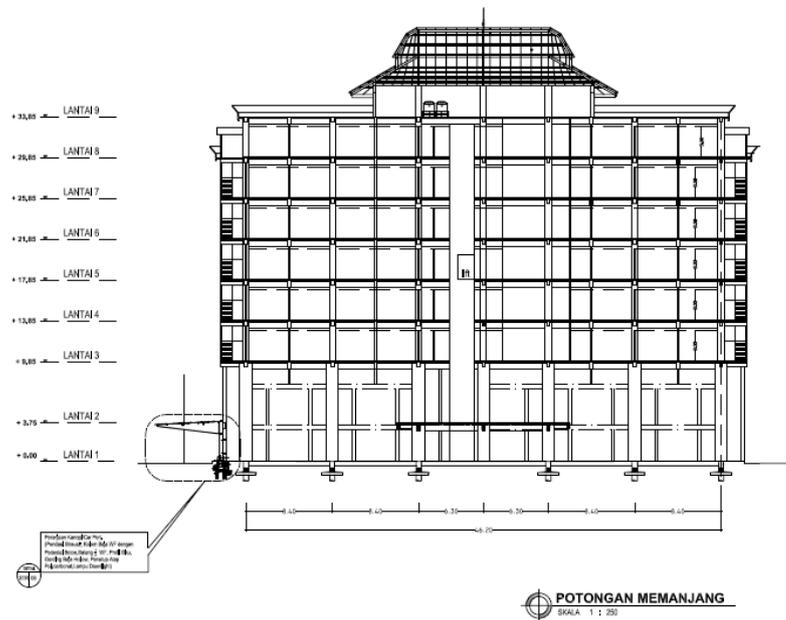
Gambar 4.16 Denah Lt.9 Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



Gambar 4.17 Potongan A-A Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



Gambar 4.18 Potongan B-B Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya



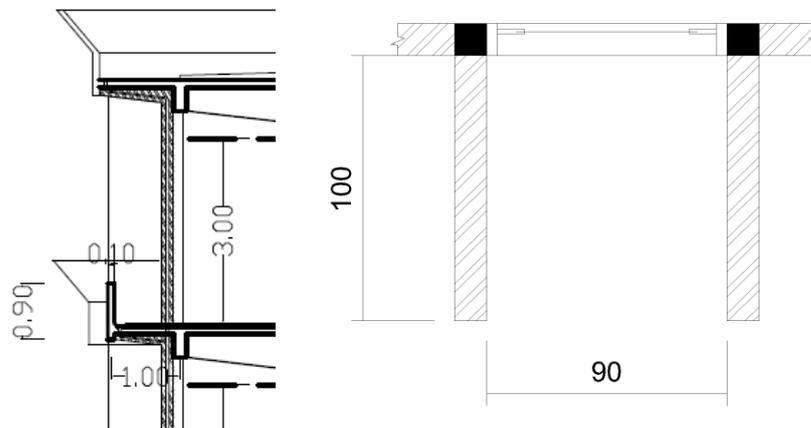
Gambar 4.19 Potongan Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya

4.1.3. Kondisi eksisting selubung bangunan

Hampir seluruh fasad Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya tidak memiliki *shading device* yang melindungi jendelanya. Bahkan pada sisi barat terdapat permukaan kaca yang besar tetapi tidak memiliki perlindungan *shading device* sama sekali. *Shading device* hanya terdapat pada fasad lantai 8 yang berupa sirip vertikal yang terletak di sisi setiap jendela yang menghadap barat dan timur. Selain itu juga terdapat *overhang* dari atap sehingga mendapatkan perlindungan tambahan.



Gambar 4.20 *Shading device* berupa sirip vertikal pada lantai 8
Sumber: tp.ub.ac.id

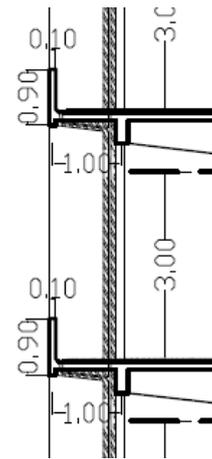


Gambar 4.21 Detail *shading device* pada fasad lantai 9

Walaupun sebagian besar fasad bangunan tidak memiliki *shading device*, tetapi sebagian besar jendela, terutama yang menghadap barat dan timur, berada di dinding yang menjorok masuk sehingga fasad bangunan dapat melakukan *self-shading*. Meski begitu, masuknya dinding tersebut tidak terlalu besar dan posisi jendela yang rendah sehingga masih ada bagian dinding dan jendela yang terkena sinar matahari langsung.



Gambar 4.22 *Self-shading* pada beberapa bagian dan sisi kaca tanpa *shading device*
Sumber: www.pictame.com



Gambar 4.23 Detail *self-shading*

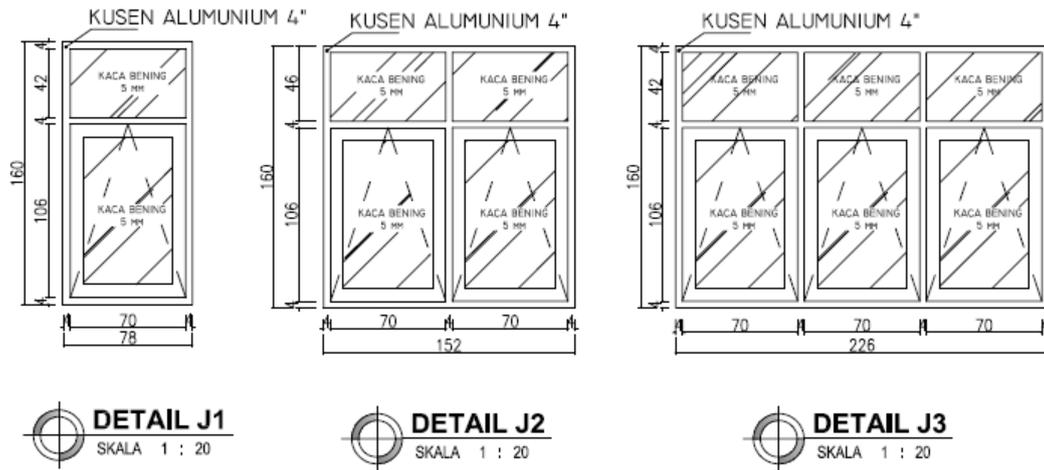
Bahan material yang digunakan pada atap bangunan menggunakan genteng tanah liat dan juga dak beton. Sementara dinding selubung bangunan menggunakan bata ringan dengan ketebalan 125 cm yang kemudian dilapisi plester. Selubung bangunan juga dilapisi dengan cat berwarna merah tua dan beberapa bagian tembok yang diberikan cat berwarna putih, terutama pada bagian yang memiliki bukaan jendela.



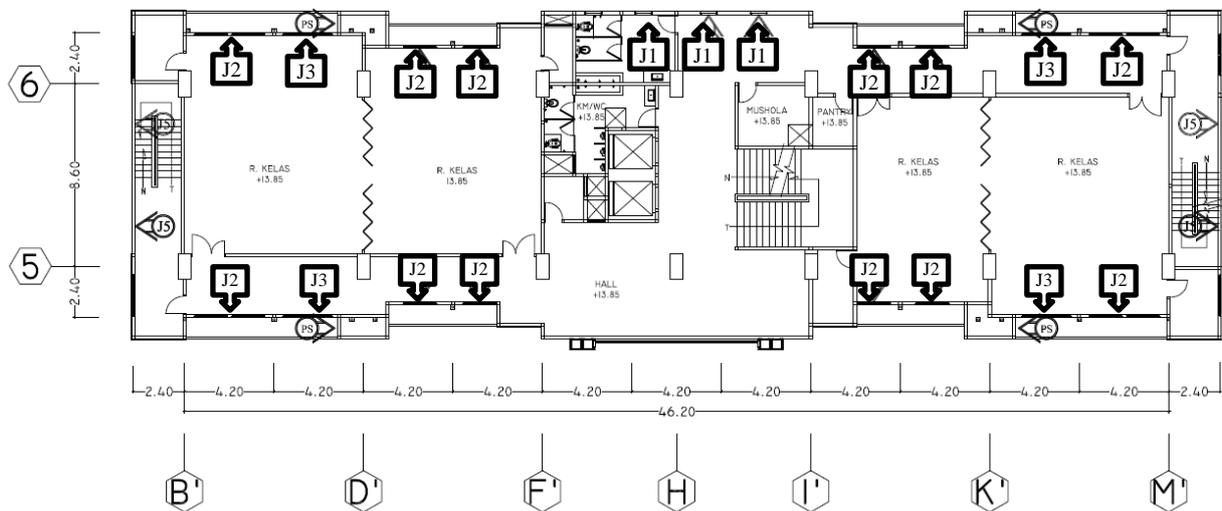
Gambar 4.24 Fasad bangunan yang memiliki cat merah tua dan putih
Sumber: prasetya.ub.ac.id

4.1.4. Kondisi eksisting bukaan jendela

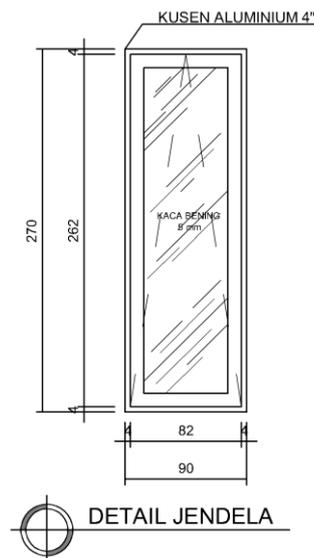
Sebagian besar bukaan jendela yang ada pada objek studi memiliki bentuk yang sama, hanya berbeda pada penyusunan setiap jendela. Bukaan jendela pada objek studi banyak yang menggunakan jenis jendela yang sama, yaitu jendela berjenis *awning* berukuran 70cm x 106cm serta memiliki kaca mati di bagian atasnya yang berukuran 70cm x 42cm dengan jenis kaca yang digunakan adalah kaca bening 5mm.



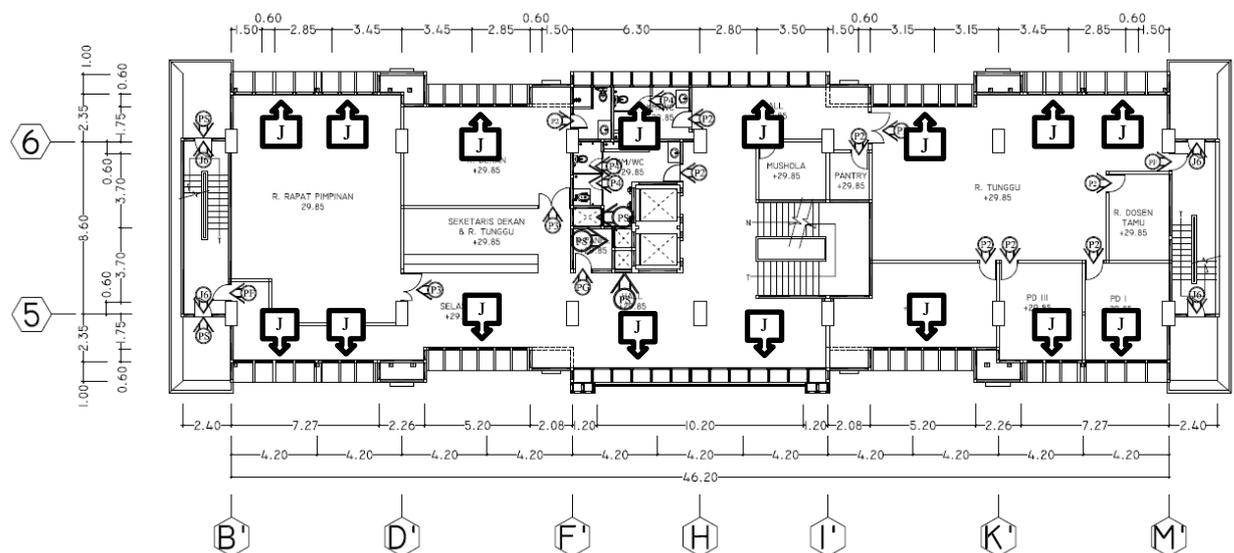
Gambar 4.25 Detail jendela umum

Gambar 4.26 Keyplan J1, J2 dan J3
tipikal lantai 4-7

Untuk jendela pada lantai 8 sedikit berbeda dari jendela lainnya. Menggunakan jenis yang sama tetapi tidak memiliki kaca mati di bagian atasnya. Tinggi jendelanya pun berbeda dari jendela umumnya dimana jendela ini lebih tinggi hampir memenuhi dinding dengan ukuran 90cm x 270cm dengan jenis kaca bening 5mm.

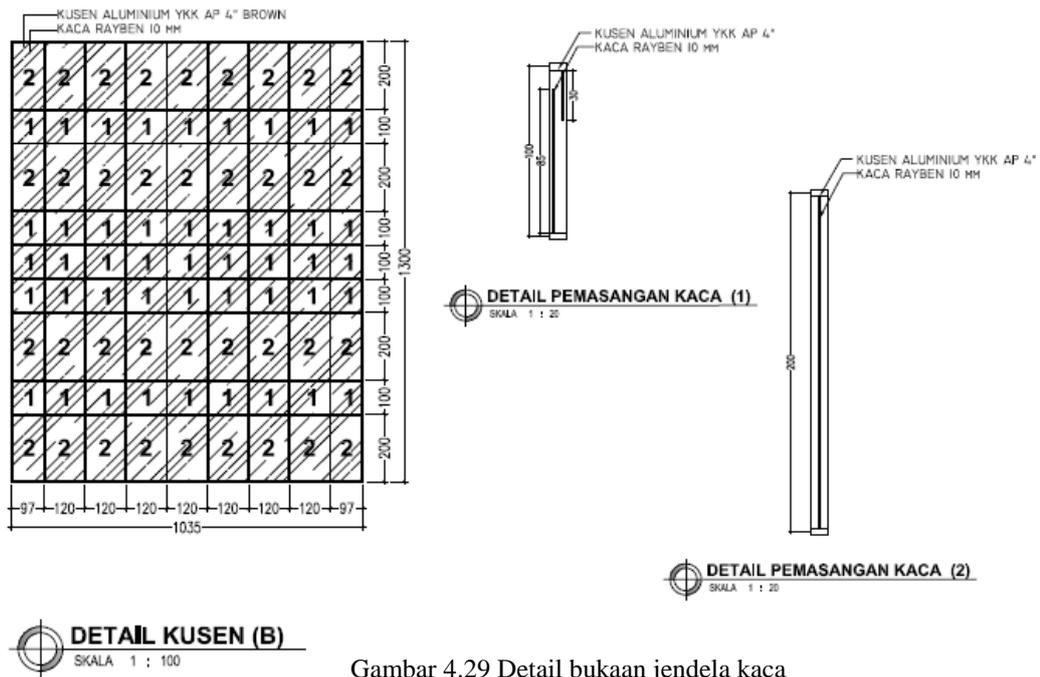


Gambar 4.27 Detail jendela lantai 8

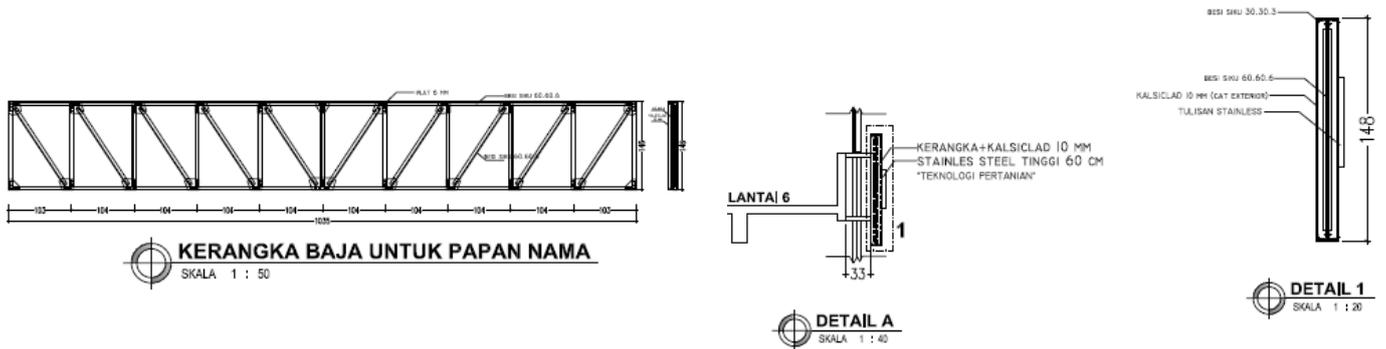


Gambar 4.28 Keyplan jendela lantai 8

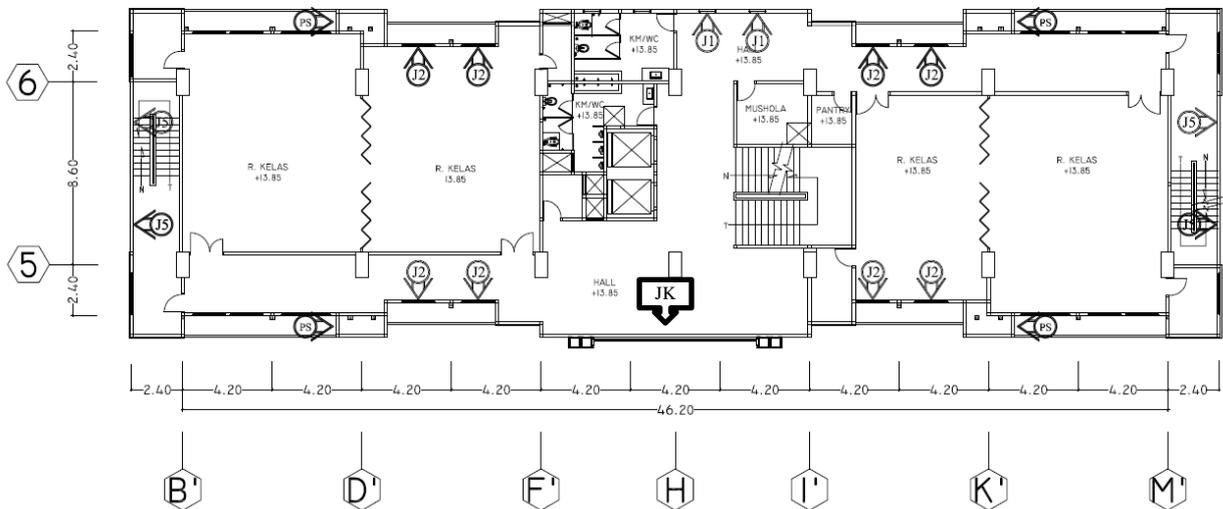
Pada sisi barat fasad objek studi terdapat dinding yang memiliki 2 bagian kaca yang sangat luas. Kaca tersebut berada pada dinding lantai 4 dan lantai 5 serta pada lantai 6 dan lantai 7. Kaca yang total berukuran 1300cm x 1035cm itu terbentuk dari modul-modul kaca sebesar 97cm x 200cm, 120cm x 200cm, 97cm x 100cm, dan 120cm x 100cm. Setiap modul menggunakan kaca rayben 10 mm. Pada bagian tengah kaca diberikan kerangka tambahan untuk dipasangkan papan nama sehingga kaca terbagi menjadi 2 bagian berukuran 600cm x 1035cm.



Gambar 4.29 Detail bukaan jendela kaca



Gambar 4.30 Detail pemasangan kerangka papan nama



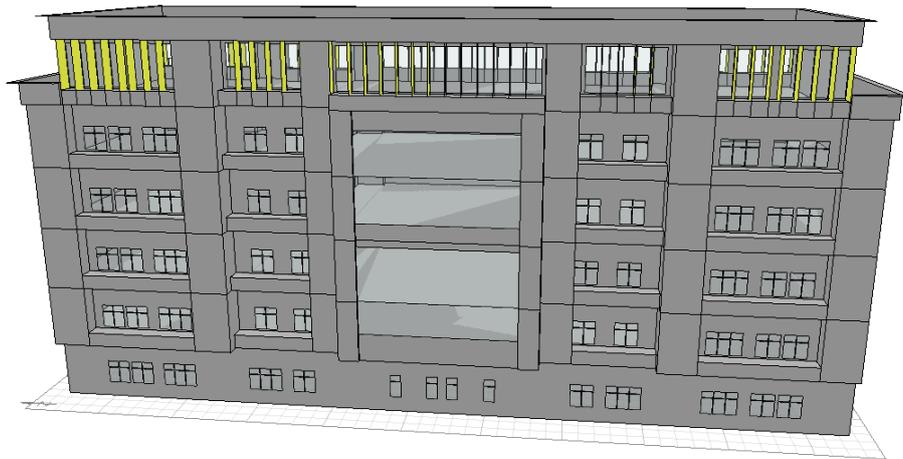
Gambar 4.31 Keyplan jendela kaca tipikal lantai 4-7

4.2. Simulasi Penerimaan Radiasi Matahari

4.2.1. Persiapan simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan program Autodesk Ecotect 2012. Program ini dapat melakukan perhitungan penerimaan radiasi matahari pada suatu fasad bangunan. Hasil yang ditampilkan dapat berupa penerimaan total radiasi matahari pada waktu tertentu, rata-rata penerimaan radiasi matahari setiap hari dan juga setiap jam, dan penerimaan radiasi maksimal pada waktu tertentu. Pada penelitian ini, akan dilakukan simulasi rata-rata penerimaan radiasi matahari per harinya pada fasad bangunan.

Sebelum dilakukannya simulasi, pertama dibuatkan terlebih dahulu model eksisting objek studi pada program Autodesk Ecotect 2012. Model yang dibuat berupa fasad lantai 3 sampai lantai 8 Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya. Sisi barat dan timur diutamakan dalam penelitian ini karena pada area barat dan timur objek studi terdapat ruang kelas dan kantor, sementara pada sisi utara dan selatan hanya digunakan untuk tangga darurat dan area servis. Model dibuat berdasarkan denah, tampak, potongan dan detail jendela yang sudah didapatkan.



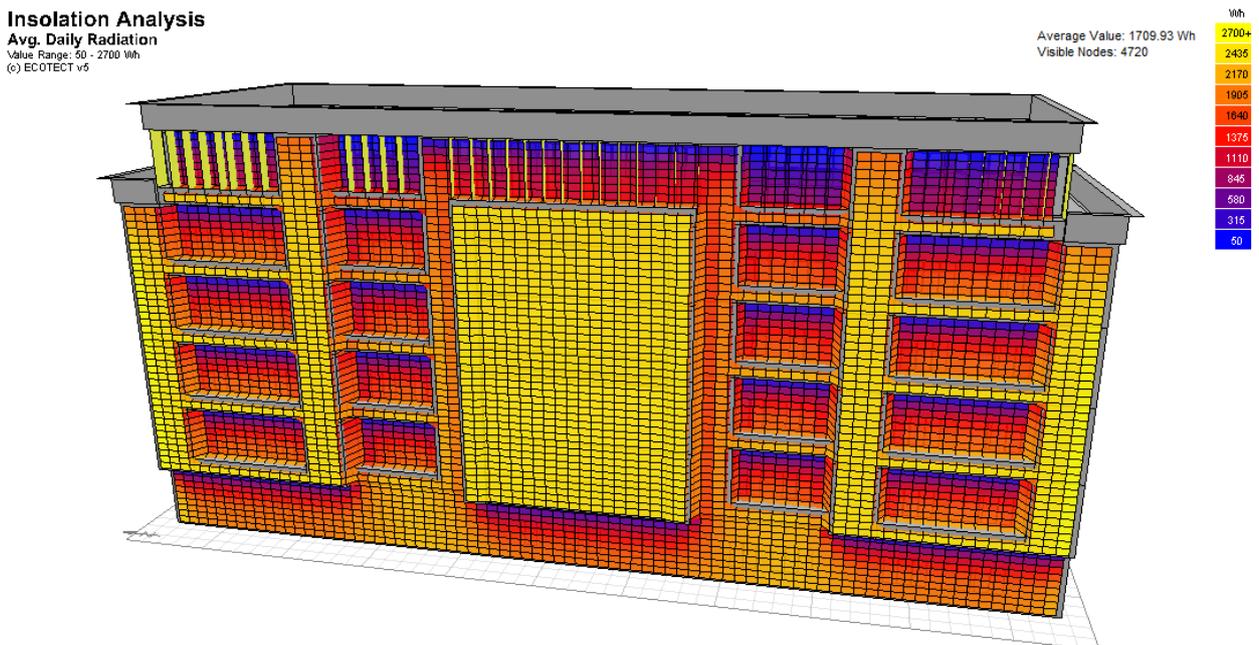
Gambar 4.32 Fasad sisi barat model studi



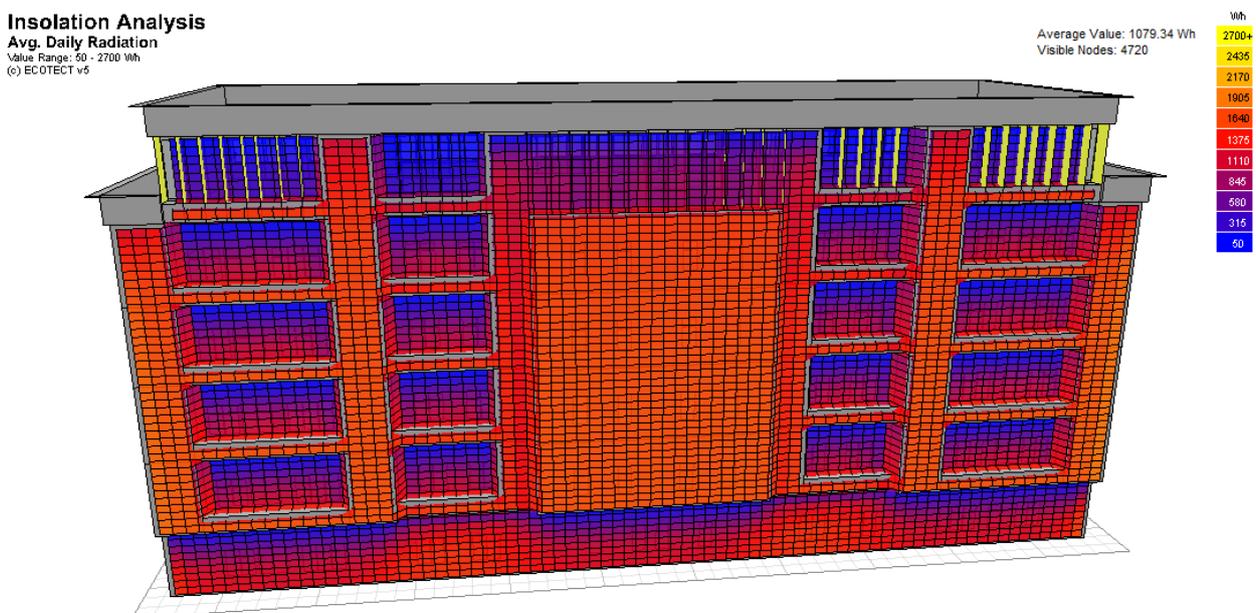
Gambar 4.33 Fasad sisi timur model studi

4.2.2. Hasil simulasi penerimaan radiasi matahari

Waktu yang digunakan untuk mengetahui besar rata-rata harian penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan dimulai dari jam 06.00 pagi sampai jam 18.00 sore dengan hari yang diambil adalah setiap hari dalam satu tahun. Simulasi dilakukan secara satu-persatu pada sisi timur dan barat.



Gambar 4.34 Hasil simulasi pada fasad sisi barat model studi



Gambar 4.35 Hasil simulasi pada fasad sisi timur model studi

Dari hasil simulasi dapat dilihat sisi barat menerima radiasi matahari yang lebih besar dengan rata-rata penerimaan panas per harinya sebesar 1709,93 Wh dibandingkan dengan sisi timur yang menerima rata-rata sebesar 1079,34 Wh. Hal ini dikarenakan besar radiasi matahari pada siang dan sore hari jauh lebih besar dari radiasi matahari disaat pagi hari. Adanya bagian fasad yang dapat melakukan *self-shading* terlihat cukup membantu dalam mengurangi penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan. Sementara pada bagian fasad sisi barat yang memiliki bentang kaca yang luas dan tidak terlindungi sama sekali, radiasi matahari yang didapatkan sangat besar.

4.3. Perhitungan OTTV

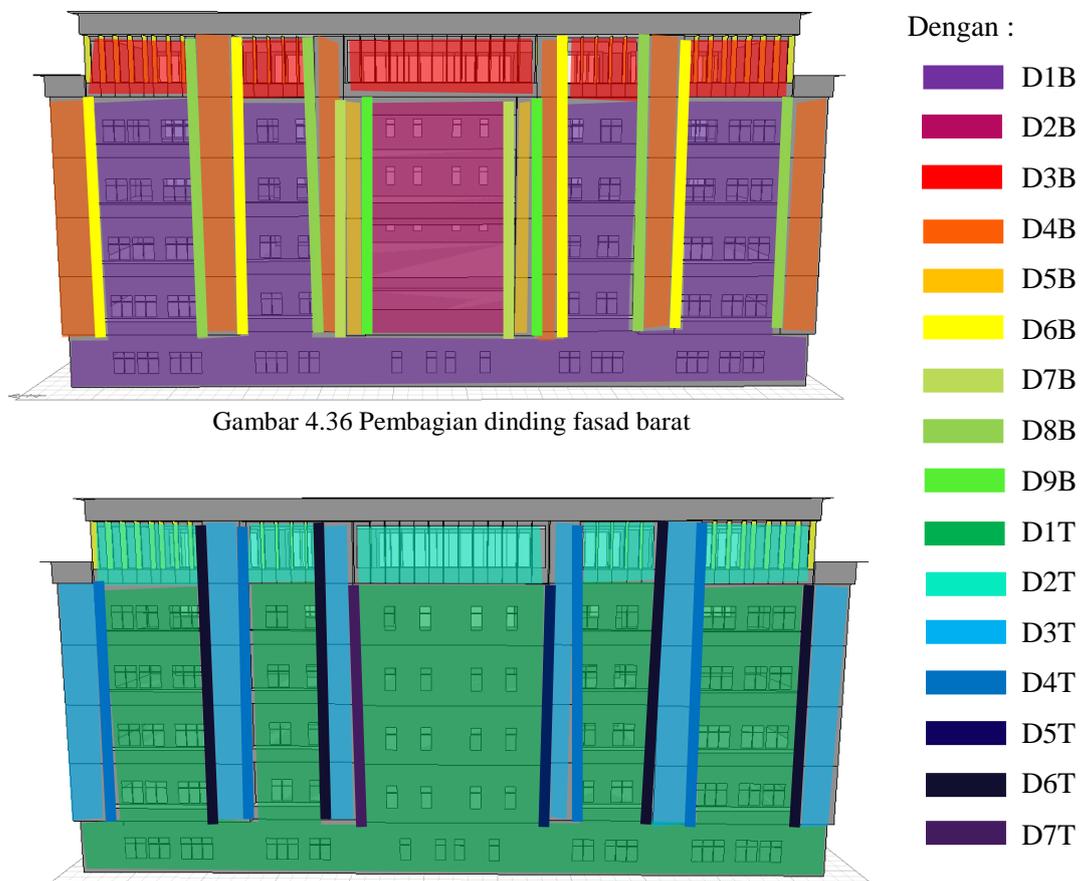
Perhitungan dilakukan sesuai dengan SNI 6389-2011. Rumus tersebut digunakan untuk menghitung nilai OTTV pada satu sisi dinding yang sama. Karena pada kedua sisi objek studi memiliki 3 jenis dinding yang memiliki nilai SC, warna dinding dan orientasi yang berbeda, maka perhitungan OTTV akan dilakukan dengan menghitung setiap sisi dinding tersebut secara terpisah. Sehingga akan ada 16 perhitungan OTTV yang dilakukan pada objek studi. Semua perhitungan tersebut kemudian dimasukkan pada rumus perhitungan total yang kemudian akan menjadi nilai OTTV total.

4.3.1. Variabel perhitungan

Perhitungan OTTV akan dibagi menjadi 16 bagian dinding berdasarkan orientasi dinding, warna cat dinding dan juga keadaan *shading device* eksistingnya. Pembagiannya menjadi seperti berikut:

1. D1B, semua area dinding yang berorientasi ke barat warna cat putih kecuali dinding lantai 8 dan sisi yang memiliki permukaan kaca besar
2. D2B, area dinding yang berorientasi ke barat warna cat putih dan memiliki permukaan kaca yang besar
3. D3B, semua area dinding lantai 8 yang berorientasi ke barat warna cat putih
4. D4B, semua area dinding yang berorientasi barat warna cat merah
5. D5B, semua area dinding yang berorientasi barat warna cat putih dan tidak memiliki *shading device*
6. D6B, semua area dinding pada fasad barat berorientasi utara warna cat merah
7. D7B, semua area dinding pada fasad barat berorientasi utara warna cat putih
8. D8B, semua area dinding pada fasad barat berorientasi selatan warna cat merah

9. D9B, semua area dinding pada fasad barat berorientasi selatan warna cat putih
10. D1T, semua area dinding yang berorientasi ke timur warna cat putih kecuali dinding lantai 8
11. D2T, semua area dinding lantai 8 yang berorientasi ke timur warna cat putih
12. D3T, semua area dinding yang berorientasi timur warna cat merah
13. D4T, semua area dinding pada fasad timur berorientasi utara warna cat merah
14. D5T, semua area dinding pada fasad timur berorientasi utara warna cat putih
15. D6T, semua area dinding pada fasad timur berorientasi selatan warna cat merah
16. D7T, semua area dinding pada fasad timur berorientasi selatan warna cat putih



Gambar 4.36 Pembagian dinding fasad barat

Gambar 4.37 Pembagian dinding fasad timur

Nilai absorptansi dinding (α) untuk setiap dinding ditentukan dengan menggunakan tabel 2.1 dan dikalikan dengan nilai absorptansi pelapis dindingnya.

Tabel 4.1 Nilai α

Dinding	Nilai absortansi bahan	Nilai absortansi pelapis	α
D1B, D2B, D3B, D5B, D7B, D9B, D1T, D2T, D5T, D7T	0,86	0,3	0,258
D4B, D6B, D8B, D3T, D4T, D6T	0,86	0,84	0,722

Sumber : SNI 6389 2011

Nilai transmitansi termal dinding tak tembus cahaya (U_w) semua dinding juga memiliki nilai yang sama karena bahan yang sama. Terdapat 2 nilai t dan k untuk perhitungan R_k dimana t_1 adalah tebal bata ringan dan k_1 adalah nilai k bata ringan, sedangkan t_2 tebal plester dan k_2 nilai k plester. R_k plester dihitung 2 kali karena bata ringan diplester pada bagian luar dan dalam bangunan.

Tabel 4.2 Nilai U_w

Dinding	R_{up} ($m^2 \cdot K/W$)	R_{ul} ($m^2 \cdot K/W$)	t_1 (m)	k_1 ($W/m \cdot K$)	t_2 (m)	k_2 ($W/m \cdot K$)	U_w ($W/m^2 K$)
Semua dinding	0,12	0,044	0,125	0,16	0,02	0,533	1,018

Sumber : SNI 6389 2011

Nilai perbandingan luas bukaan jendela dengan luas seluruh dinding (WWR) berbeda pada semua dinding. Untuk dinding D4B-D9B dan D3T-D7T yang tidak memiliki jendela tidak dihitung.

Tabel 4.3 Nilai WWR

Dinding	Luas Jendela (m^2)	Luas Permukaan (m^2)	WWR
D1B	120,176	600,8	0,2
D2B	115,2	160	0,72
D3B	89,91	149,6	0,601
D1T	139,72	802,4	0,174
D2T	89,91	149,6	0,601

Nilai beda temperatur ekuivalen (TD_{Ek}) untuk semua dinding memiliki nilai yang sama karena menggunakan bahan yang sama. Sesuai dengan tabel 2.2 maka nilai $TD_{Ek} = 15$.

Fasad objek studi memiliki 3 jenis nilai koefisien peneduh fenetrasi (SC) yang berbeda. D1B dengan D1T serta D3B dan D2T masing-masing memiliki nilai yang sama

karena memiliki jenis *shading device* yang sama. Semua jendela mempunyai nilai $SC_K = 0,95$ kecuali jendela rayben D2B dengan nilai $SC_K = 0,69$ (Habitat, 1990).

1. SC_{EF} *self-shading* D1B dan D1T

SC_{EF} pada D1B dan D1T didapatkan dengan rumus perbandingan yang diterangkan dalam contoh pada SNI 6389-2011.

$$SC_2 = \frac{(SC \times h) - (SC_1 \times h_1)}{h_2}$$

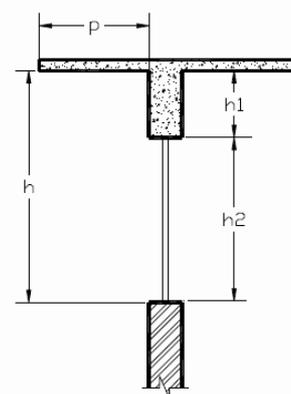
.Dengan begitu SC_{EF} D1B dan D1T didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4.4 Nilai SC dan SC_1

p (m)	h (m)	R	SC	h_1 (m)	R_1	SC_1
1	3	0,333	0,823	1,48	0,675	0,657

Tabel 4.5 Nilai SC_{EF} D1B dan D1T

Dinding	SC	h (m)	SC_1	h_1 (m)	h_2 (m)	SC_{EF}
D1B dan D1T	0,823	3	0,657	1,48	1,52	0,984



Gambar 4.38 Diagram contoh perhitungan SC_{EF}
Sumber: SNI 6389-2011

2. SC_{EF} pada D3B dan D2T

Shading device pada D3B dan D2T dianggap menggunakan jenis *shading egg crate* dengan panjang bidang vertikal dan horizontal yang berbeda. Maka dilakukan dua perhitungan kunci untuk *shading device* horizontal dan vertikal yang kemudian akan dibandingkan dengan tabel pada lampiran A SNI 6389-2011.

Tabel 4.6 Nilai SC_{EF} D3B dan D2T

Dinding	P_1 (m)	H (m)	P_2 (m)	W (m)	R_1	R_2	SC_{EF}
D3B dan D2T	1	3,1	1,2	0,94	0,323	1,28	0,657

3. SC_{EF} pada D2B

D2B tidak memiliki *shading device* maka nilai SC_{EF} nya dianggap 1.

Nilai semua SC_{EF} sudah ditemukan dilanjutkan menghitung SC untuk semua dinding yang memiliki bukaan jendela.

Tabel 4.7 Nilai SC

Dinding	SC _K	SC _{EF}	SC
D1B dan D1T	0,95	0,9984	0,935
D3B dan D2T	0,95	0,657	0,624
D2B	0,69	1	0,69

Nilai faktor radiasi matahari (SF) menggunakan nilai yang sudah ditetapkan pada SNI 6389-2011, yaitu sebesar 243 W/m² untuk dinding yang berorientasi barat dan 112 W/m² untuk dinding yang berorientasi timur.

Nilai transmitansi termal fenetrasi (Uf) semua kaca sama karena memiliki bahan dan ketebalan yang sama kecuali kaca pada D2B.

Tabel 4.8 Nilai Uf

Dinding	R _{up} (m ² .K/W)	R _{ul} (m ² .K/W)	t ₁ (m)	k ₁ (W/m.K)	t ₂ (m)	k ₂ (W/m.K)	Uf (W/m ² K)
D1B, D3B, D1T, dan D2T	0,12	0,044	0,05	1,053	-	-	4,728
D2B	0,12	0,044	0,1	1,053	0,001	0,15	3,672

Nilai beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (ΔT) sesuai dengan SNI 6389-2011 diambil sama yaitu $\Delta T = 5K$

4.3.2. Hasil perhitungan OTTV

Setelah mendapatkan nilai-nilai yang dibutuhkan untuk perhitungan OTTV setiap dinding, nilai tersebut dimasukkan ke dalam rumus yang sudah ditetapkan. Perhitungan dibagi menjadi 3 bagian, yaitu perhitungan konduksi melalui dinding, konduksi melalui kaca, dan radiasi melalui kaca.

Tabel 4.9 Perhitungan Konduksi Melalui Dinding Eksisting

Dinding	α	U _w	WWR	TD _{Ek}	Konduksi melalui dinding
D1B	0,258	1,018	0,2	15	3,15
D2B	0,258	1,018	0,72	15	1,103
D3B	0,258	1,018	0,601	15	1,571
D4B	0,722	1,018	-	15	11,026
D5B	0,258	1,018	-	15	3,938
D6B	0,722	1,018	-	15	11,026
D7B	0,258	1,018	-	15	3,938

D8B	0,722	1,018	-	15	11,026
D9B	0,258	1,018	-	15	3,938
D1T	0,258	1,018	0,174	15	3,252
D2T	0,258	1,018	0,601	15	1,571
D3T	0,722	1,018	-	15	11,026
D4T	0,722	1,018	-	15	11,026
D5T	0,258	1,018	-	15	3,938
D6T	0,722	1,018	-	15	11,026
D7T	0,258	1,018	-	15	3,938

Nilai konduksi melalui dinding paling besar datang dari dinding yang tidak memiliki jendela sehingga perbandingan jendela dengan tembok (WWR) dianggap nol dan memiliki cat yang gelap seperti dinding D4B, D6B, D8B, D3T, D4T, dan D6T.

Tabel 4.10 Perhitungan Konduksi Melalui Kaca Eksisting

Dinding	Uf	WWR	ΔT	Konduksi melalui kaca
D1B	4,728	0,2	5	4,729
D2B	3,672	0,72	5	13,221
D3B	4,728	0,601	5	14,209
D1T	4,728	0,174	5	4,117
D2T	4,728	0,601	5	14,209

Pada perhitungan konduksi melalui kaca yang tidak memiliki jendela tidak dihitung karena nilai WWR-nya nol. Nilai konduksi paling besar didapat pada dinding D3B dan D2T yang memiliki nilai WR yang besar.

Tabel 4.11 Perhitungan Radiasi Melalui Kaca Eksisting

Dinding	SC	WWR	SF	Radiasi melalui kaca
D1B	0,93	0,2	243	45,43
D2B	0,69	0,72	243	120,722
D3B	0,62	0,601	243	91,153
D1T	0,93	0,174	112	18,228
D2T	0,62	0,601	112	42,013

Nilai radiasi melalui kaca paling besar diterima pada dinding D2B karena memiliki nilai WWR yang besar dan nilai koefisien pembayang (SC) yang besar juga.

Tabel 4.12 Perhitungan OTTV Setiap Dinding Eksisting

Dinding	Konduksi melalui dinding	Konduksi melalui kaca	Radiasi melalui kaca	OTTV
D1B	3,15	4,729	45,43	53,31
D2B	1,103	13,221	120,722	134,764
D3B	1,571	14.209	91,153	106,532
D4B	11,026	-	-	11,026
D5B	3,938	-	-	3,938
D6B	11,026	-	-	11,026
D7B	3,938	-	-	3,938
D8B	11,026	-	-	11,026
D9B	3,938	-	-	3,938
D1T	3,252	4,117	18,228	25,597
D2T	1,571	14,209	42,013	57,392
D3T	11,026	-	-	11,026
D4T	11,026	-	-	11,026
D5T	3,938	-	-	3,938
D6T	11,026	-	-	11,026
D7T	3,938	-	-	3,938

Nilai yang berkontribusi paling besar pada perhitungan OTTV didapatkan besarnya nilai radiasi melalui kaca. Nilai OTTV paling besar terjadi pada dinding D2B yang memiliki nilai radiasi paling besar.

Tabel 4.13 Perhitungan Total OTTV Eksisting

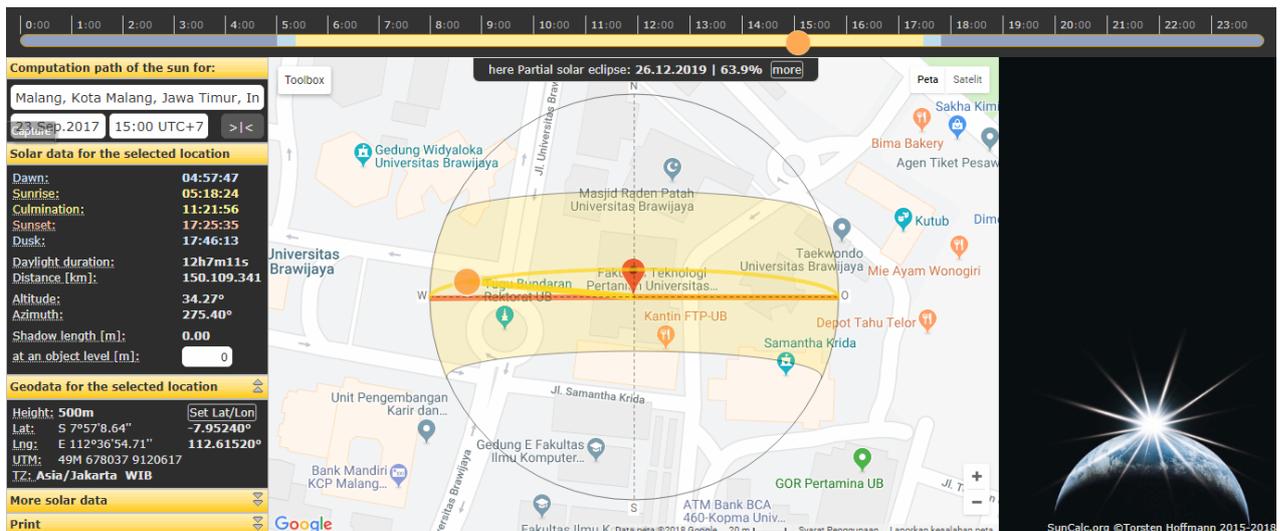
Dinding	OTTV	A (m ²)	OTTV X A
D1B	53,31	600,8	32.028,38
D2B	134,764	160	21.562,19
D3B	106,53	149.6	15.937,15
D4B	11,026	252.8	2.787,36
D5B	3,938	41.6	163,81
D6B	11,026	92	1.014,39
D7B	3,938	22.4	88,21
D8B	11,026	92	1.014,39
D9B	3,938	22.4	88,21
D1T	25,597	802.4	20.538,93
D2T	57,39	149.6	8585,78
D3T	11,026	252.8	2.787,36
D4T	11,026	88	970,28
D5T	3,938	9.6	37,80
D6T	11,026	88	970,28
D7T	3,938	9.6	37,80
Total		2.833,6	104913,69
OTTV Total			37.02

Dari hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya masih melebihi standar nasional yang diberikan, yaitu sebesar 35 Watt/m^2 . Dengan begitu bangunan ini harus menurunkan besar nilai OTTV. Salah satu caranya adalah dengan meningkatkan nilai SC dengan memberikan *shading device* yang lebih memadai pada D1B, D2B, D3B, D1T dan D2T.

4.4. Rekomendasi *Shading Device*

4.4.1. Perhitungan rekomendasi *shading device*

Untuk mendapatkan besar *shading device* yang sesuai, dilakukan pencarian besar sudut bayangan vertikal (SBV). Nilai SBV dapat ditemukan dengan menggunakan situs web <https://www.suncalc.org>. Pada situs ini mencari posisi bangunan objek studi pada peta yang disediakan. Ketika sudah ditemukan, klik pada lokasi bangunan. Lalu tentukan tanggal dan jam yang ingin digunakan untuk perhitungan, maka secara otomatis akan keluar hasil dari SBV pada posisi tersebut (lihat gambar 4.39).



Gambar 4.39 Hasil kemiringan sinar datang matahari
Sumber: SunCalc.org (diakses 20 Maret 2018)

Untuk penelitian ini waktu yang diambil dari bulan yang memiliki intensitas tertinggi, yaitu pada bulan September dan Oktober. Diantara kedua bulan tersebut, dicari tanggal yang memiliki nilai SBV tertinggi pada pukul 15.00 sore. Didapatkan bahwa pada tanggal 23 September memiliki nilai SBV yang paling kecil pada jam 15.00 sore dengan besar SBV 34.27° . Jam 15.00 sore diambil karena pada jam tersebut sudut kedatangan cahaya matahari cukup besar agar mendapatkan ukuran *shading device* yang besar juga.

Perhitungan untuk mendapatkan besar *shading device* kemudian dilanjutkan dengan menggunakan perhitungan trigonometri.

Tabel 4.13 Perhitungan Besar *Shading Device* Minimal

Dinding	θ°	$\cot \theta^\circ$	Y_d (m)	X_d (m)
D1B	34,27	1,468	1,6	2,35
D2B	34,27	1,468	6	8,81
D3B	34,27	1,468	2,7	3,96
D1T	34,27	1,468	1,6	2,35
D2T	34,27	1,468	2,7	3,96

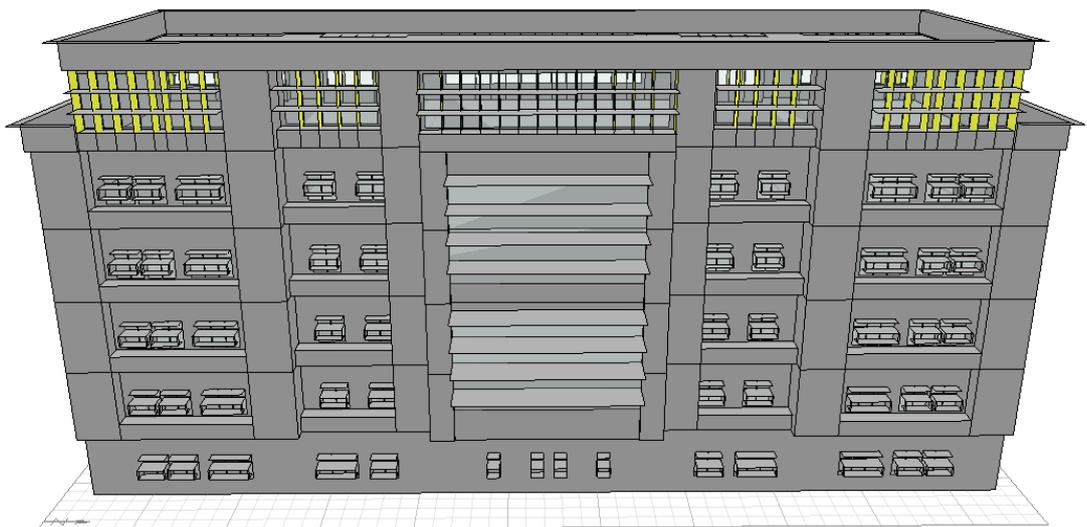
Dengan ditetapkannya besar *shading device* minimal untuk membayangi jendela pada fasad bangunan. Berikutnya dilakukan analisa bentuk *shading device* yang dapat secara efektif menurunkan besar penerimaan panas radiasi matahari pada fasad objek penelitian.

4.4.2. Simulasi bentuk pembayang *horizontal*

Dilakukan simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan dengan 2 jenis bentuk *shading device* horizontal untuk mengetahui jenis yang lebih baik dalam menurunkan penerimaan radiasi matahari pada fasad objek penelitian.

a. Horizontal 1

Pada jenis horizontal 1 digunakan *shading device* yang memiliki panel yang besar sehingga dapat membayangi area yang besar. *Shading device* didesain agar dapat memantulkan sinar matahari masuk ke dalam bangunan, terutama ke dalam ruang kelas dan ruang kantor.

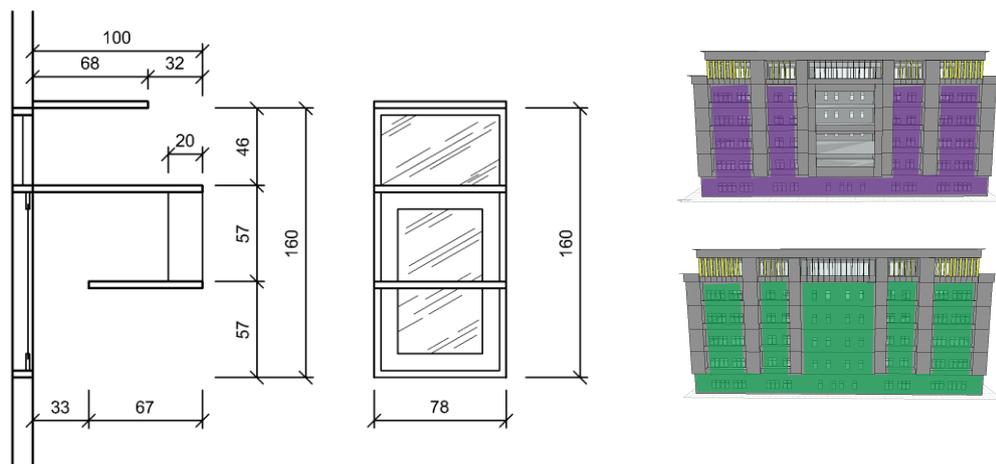


Gambar 4.40 Tampak barat jenis horizontal 1



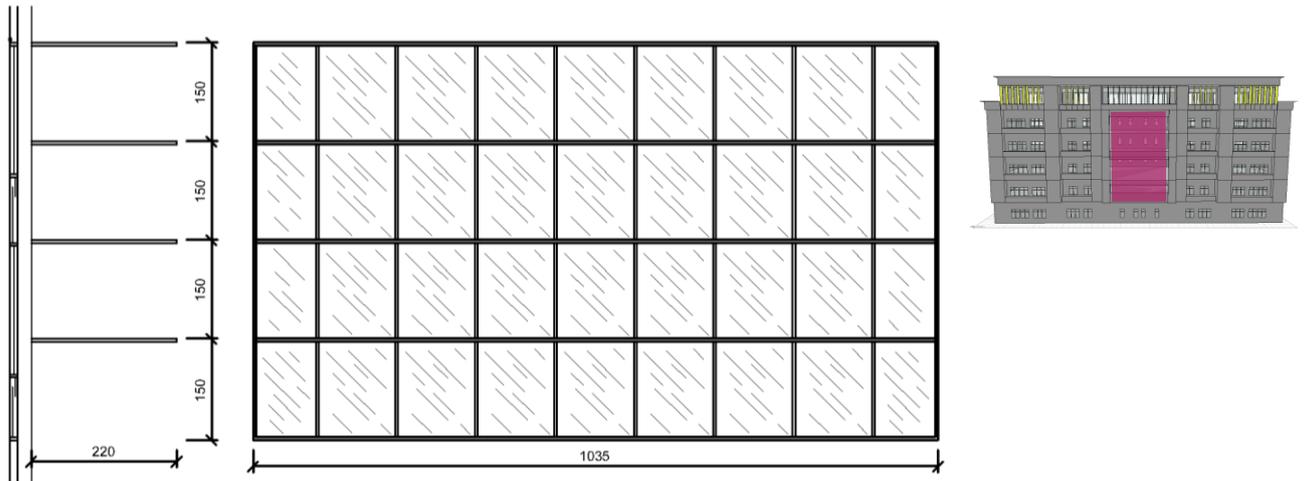
Gambar 4.41 Tampak timur jenis horizontal 1

Untuk dinding D1B dan D1T *shading device* didesain dengan 3 panel horizontal dengan panjang masing-masing 68 cm, 100 cm dan 67 cm. Panel ketiga digantung pada ujung panel ke dua. Lebar dari panel tersebut mengikuti lebar dari jendela bukaan yaitu sebesar 78 cm. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.



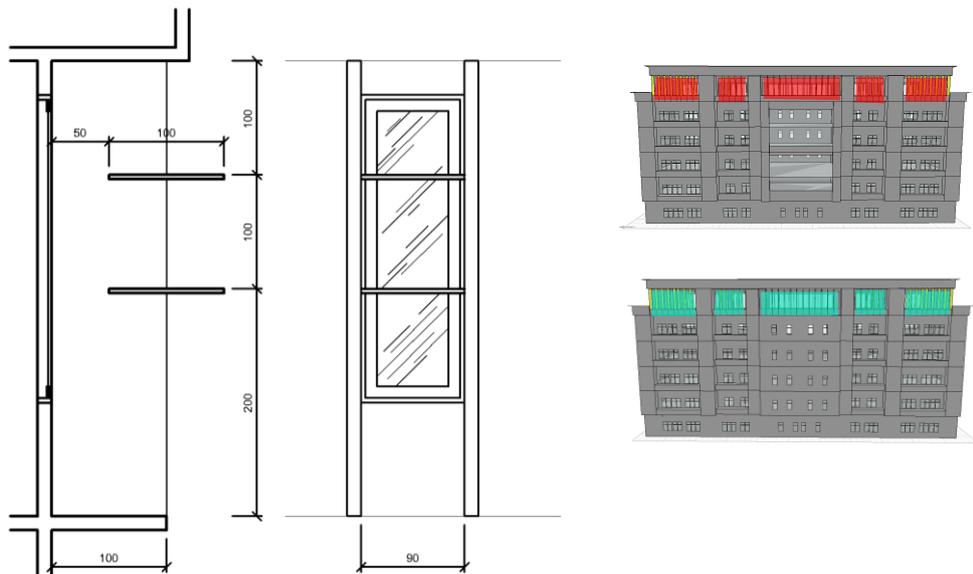
Gambar 4.42 Detail *shading device* D1B dan D1T pada horizontal 1

Pada D2B *shading device* memiliki ukuran panel 220 cm x 1035cm dengan jarak antar panel sebesar 150 cm. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.



Gambar 4.43 Detail *shading device* D2B pada horisontal 1

Pada D3B dan D2T ditambahkan juga panel horizontal yang menempel pada *shading device* eksisting dengan ukuran 100 cm X 90 cm. Panel diberikan jarak sebesar 100 cm dari atap dan juga panel berikutnya. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.



Gambar 4.44 Detail *shading device* D3B dan D2T pada horisontal 1

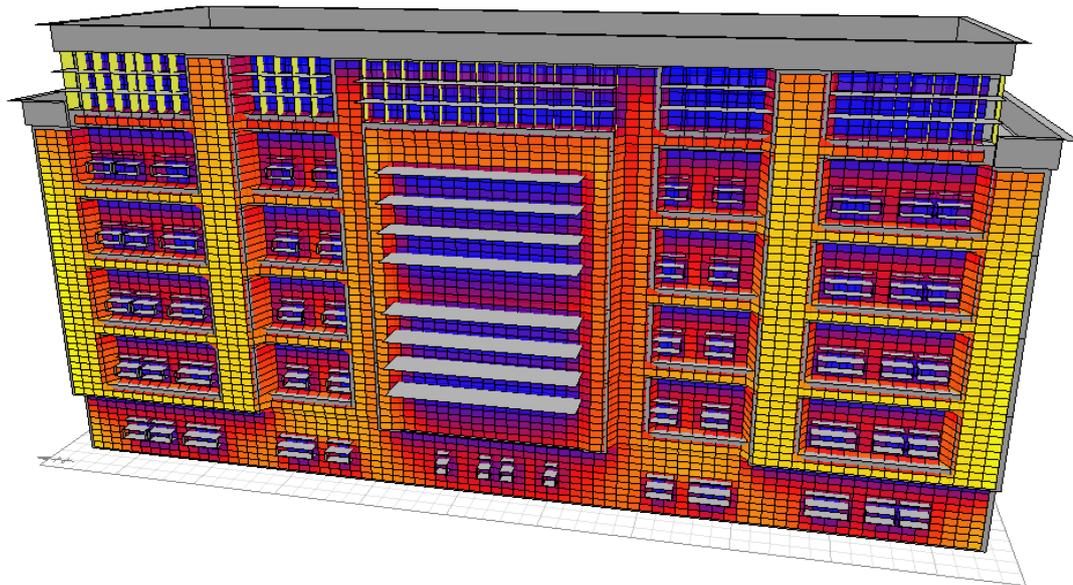
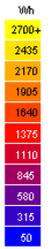
Berikut adalah hasil dari simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad barat dan timur horizontal 1.

Insolation Analysis

Avg. Daily Radiation

Value Range: 50 - 2700 Wh
(c) ECOTECH v5

Average Value: 1172.82 Wh
Visible Nodes: 4720



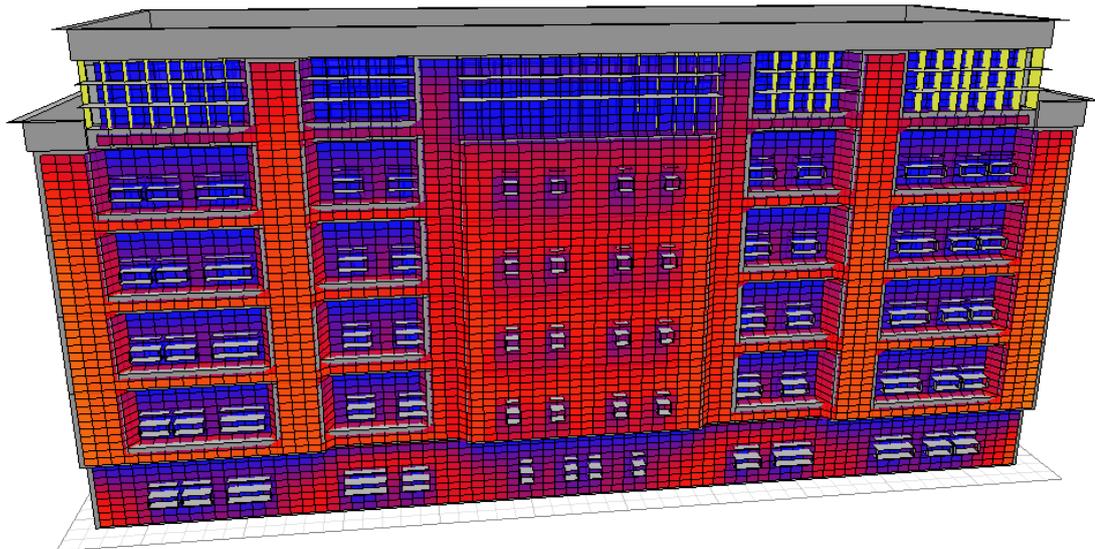
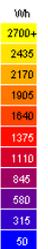
Gambar 4.45 Hasil simulasi tampak barat horizontal 1

Insolation Analysis

Avg. Daily Radiation

Value Range: 50 - 2700 Wh
(c) ECOTECH v5

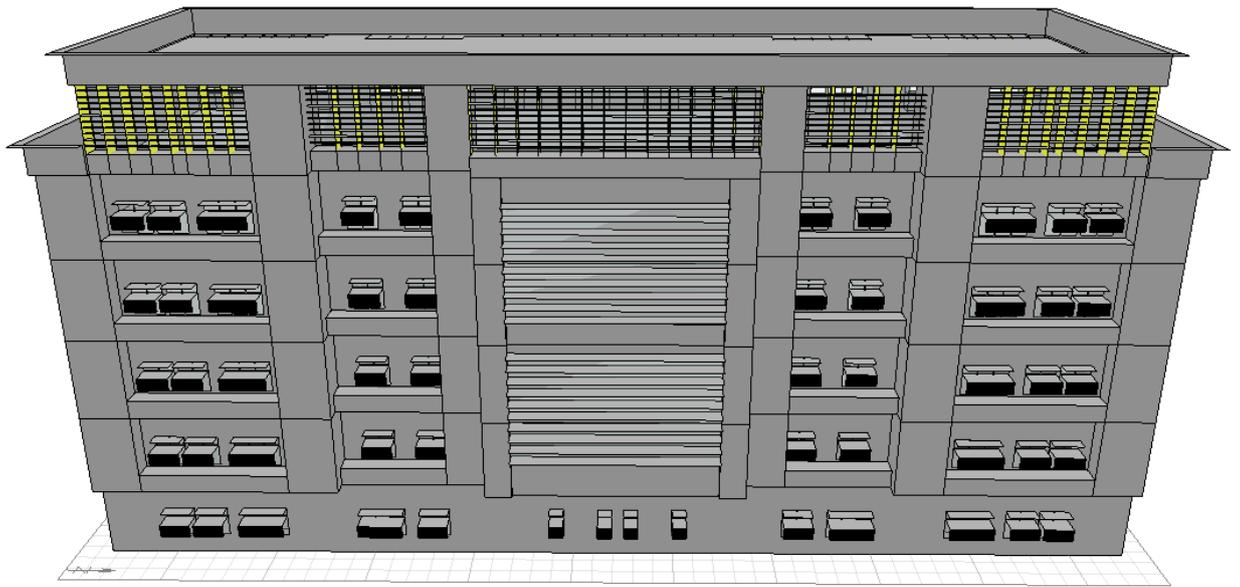
Average Value: 824.16 Wh
Visible Nodes: 4720



Gambar 4.46 Hasil simulasi tampak timur horizontal 1

b. Horizontal 2

Pada jenis horizontal 2 *shading device* yang digunakan menggunakan panel horizontal yang berukuran lebih kecil tetapi berjumlah lebih banyak dari horizontal 1 dengan total panjang yang sama. Sama seperti horizontal 1, *shading device* didesain untuk memasukkan cahaya ke dalam ruangan.

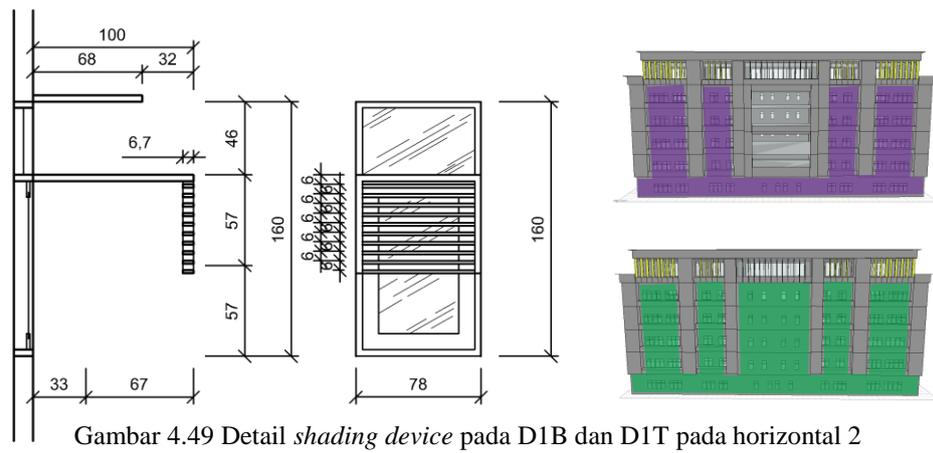


Gambar 4.47 Tampak barat horizontal 2

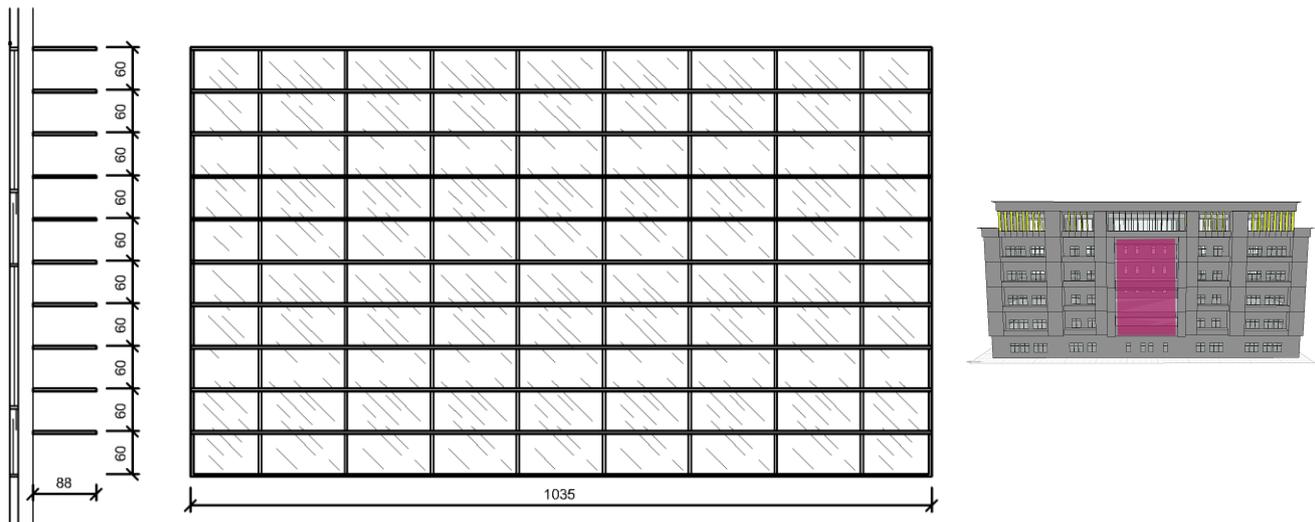


Gambar 4.48 Tampak timur horizontal 2

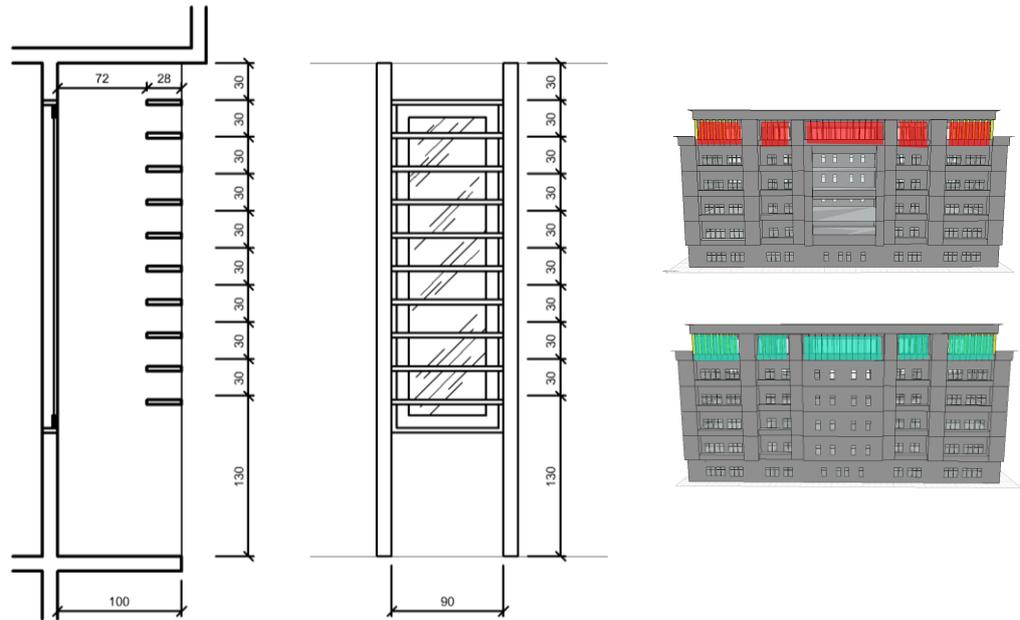
Pada D1B dan D2B *shading device* di desain dengan 2 panel utama berukuran 68 cm dan 100 cm dengan lebar yang sama yaitu 78 cm. Lalu ditambahkan panel-panel kecil yang digantung di ujung panel ke dua yang memiliki ukuran 6,7 cm X 78 cm dengan jarak antar panel sebesar 6 cm. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm kecuali panel-panel kecil yang memiliki ketebalan 2 cm.



Pada D2B desain *shading device* diberikan ukuran panel yang lebih kecil yaitu sebesar 88 cm X 1035 cm dengan jarak antar panel 60 cm. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.



Pada D3B dan D2T diberikan panel-panel yang berukuran 28 cm X 90cm dengan jarak antar panel sebesar 30 cm. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.

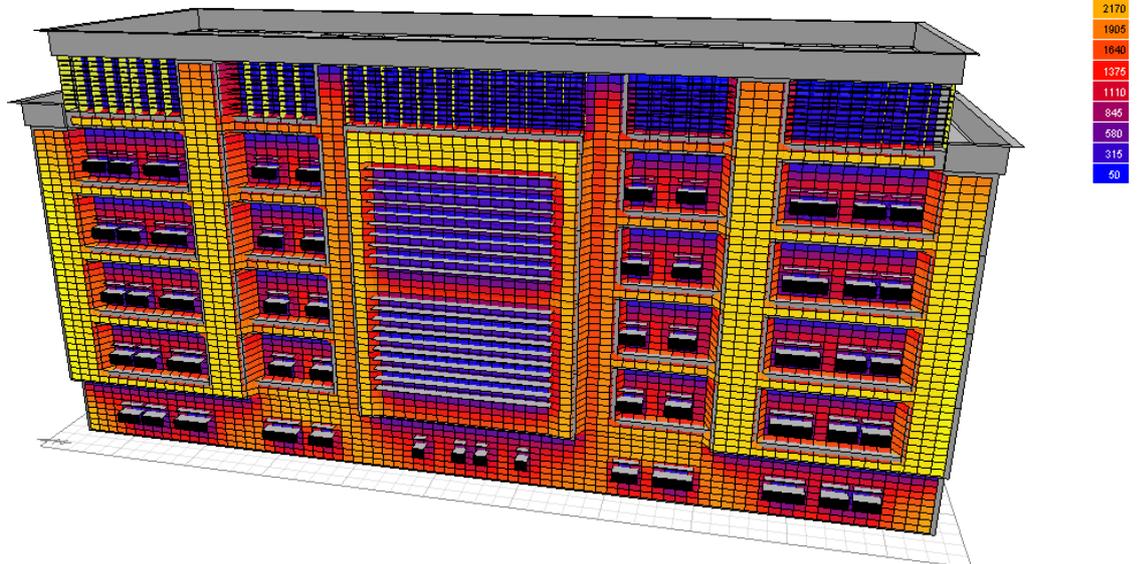


Gambar 4.51 Detail *shading device* pada D3B dan D2T pada horizontal 2

Berikut adalah hasil dari simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad barat dan timur horizontal 2.

Insolation Analysis
 Avg. Daily Radiation
 Value Range: 50 - 2700 Wh
 (c) ECOTECH v6

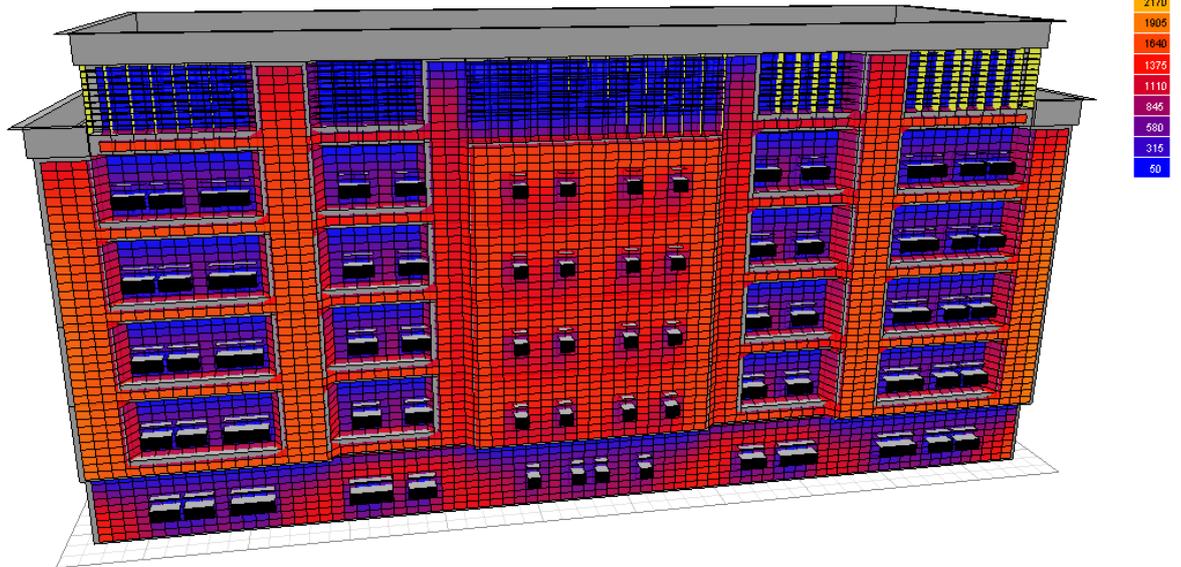
Average Value: 1247.96 Wh
 Visible Nodes: 4720



Gambar 4.52 Hasil simulasi tampak barat horizontal 2

Insolation Analysis
Avg. Daily Radiation
 Value Range: 50 - 2700 Wh
 (c) ECOTECH v5

Average Value: 879.86 Wh
 Visible Nodes: 4720



Gambar 4.53 Hasil simulasi tampak timur horizontal 2

Berikut adalah perbandingan besar penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan.

Tabel 4.14 Perbandingan Penerimaan Radiasi Matahari *Shading Device* Jenis Horizontal (Wh)

	Horizontal 1		Horizontal 2	
	Barat	Timur	Barat	Timur
	1172,82	824,16	1247,96	879,86
Eksisting	1709,93	1079,34	1709,93	1079,34
Selisih	537,11	255,18	461,97	199,48

Jenis horizontal 1 memiliki nilai penerimaan radiasi matahari yang lebih kecil daripada horizontal 2. Karena ukuran panelnya yang besar, *shading device* horizontal 1 dapat membayangi area yang lebih luas.

4.4.3. Simulasi bentuk pembayang *egg crate*

Dilakukan simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan dengan 2 jenis bentuk *shading device egg crate* untuk mengetahui jenis yang lebih baik dalam menurunkan penerimaan radiasi matahari pada fasad objek penelitian.

a. *Egg crate 1*

Jenis *shading device egg crate 1* merupakan jenis horizontal 1 yang diberikan sirip vertikal yang panjangnya mengikuti panjang panel horizontal 1. Sama seperti horizontal 1, *egg crate 1* juga didesain untuk dapat memantulkan sinar matahari masuk ke dalam ruangan.



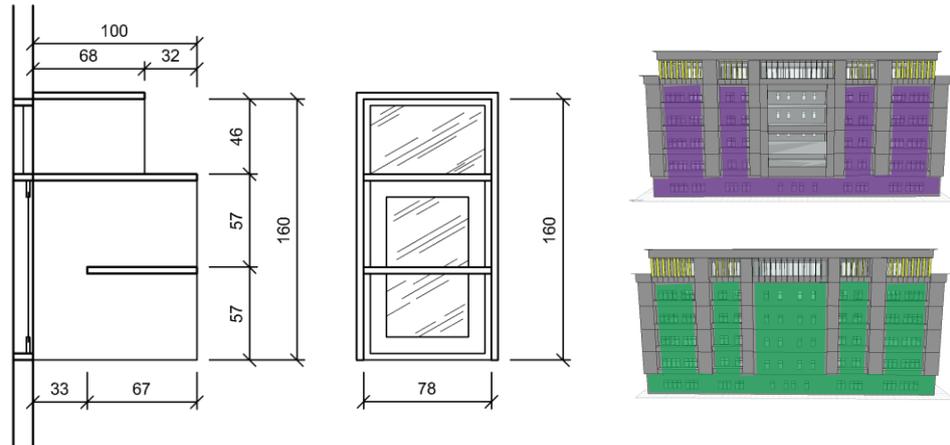
Gambar 4.54 Tampak barat *egg crate 1*



Gambar 4.55 Tampak timur *egg crate 1*

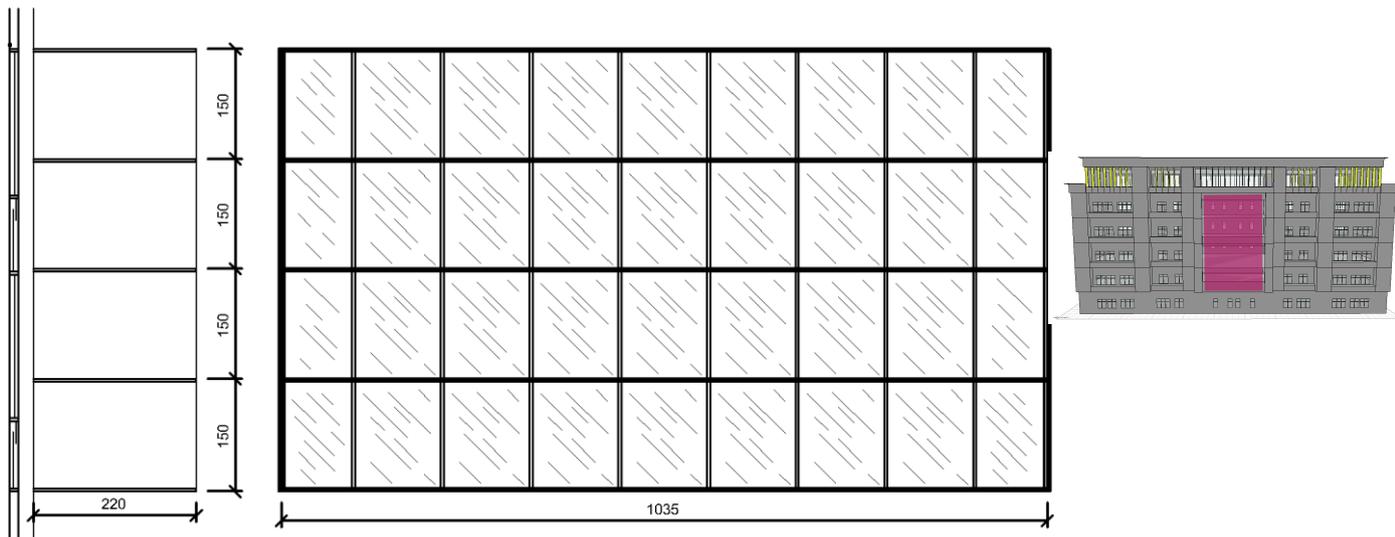
Untuk dinding D1B dan D1T *shading device* didesain dengan 3 panel horizontal dengan panjang masing-masing 68 cm, 100 cm dan 67 cm. Panel ketiga digantung pada ujung panel ke dua. Lebar dari panel tersebut mengikuti lebar dari jendela

bukaan yaitu sebesar 78 cm. Sirip vertikal ditambahkan pada sisi kanan dan kiri dengan panjang yang menyesuaikan tiap panel horizontal dan tinggi 46 cm dan 114 cm. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.



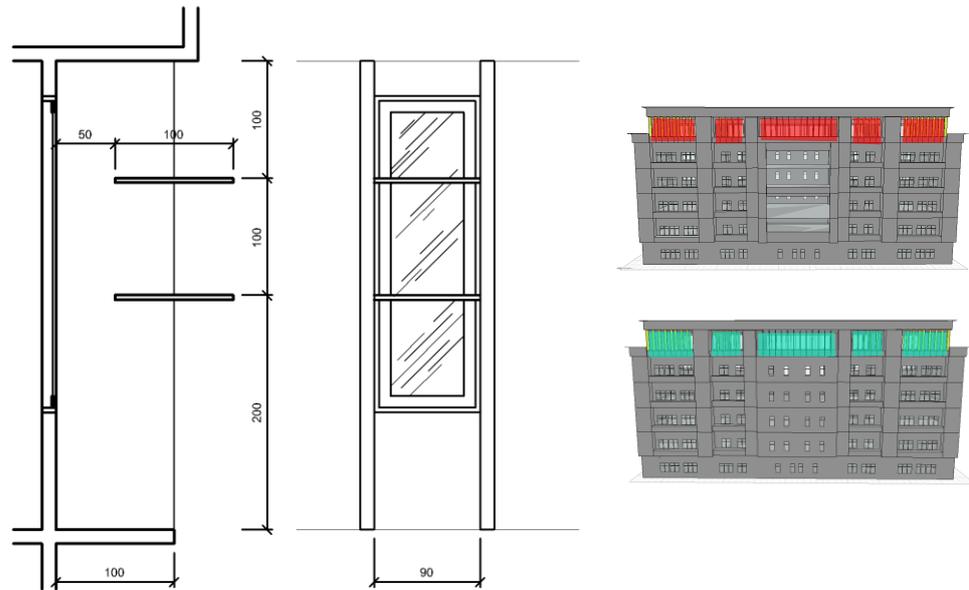
Gambar 4.56 Detail *shading device* pada D1B dan D1T pada *egg crate 1*

Pada D2B *shading device* memiliki ukuran panel 220 cm x 1035cm dengan jarak antar panel sebesar 150 cm. diberikan juga sirip vertikal di bagian kiri dan kanan *shading device* dengan panjang 220 cm dan tinggi 600 cm. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.



Gambar 4.57 Detail *shading device* pada D2B pada *egg crate 1*

Pada D3B dan D2T ditambahkan juga panel horizontal yang menempel pada *shading device* eksisting dengan ukuran 100 cm X 90 cm. Panel diberikan jarak sebesar 100 cm dari atap dan juga panel berikutnya. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.

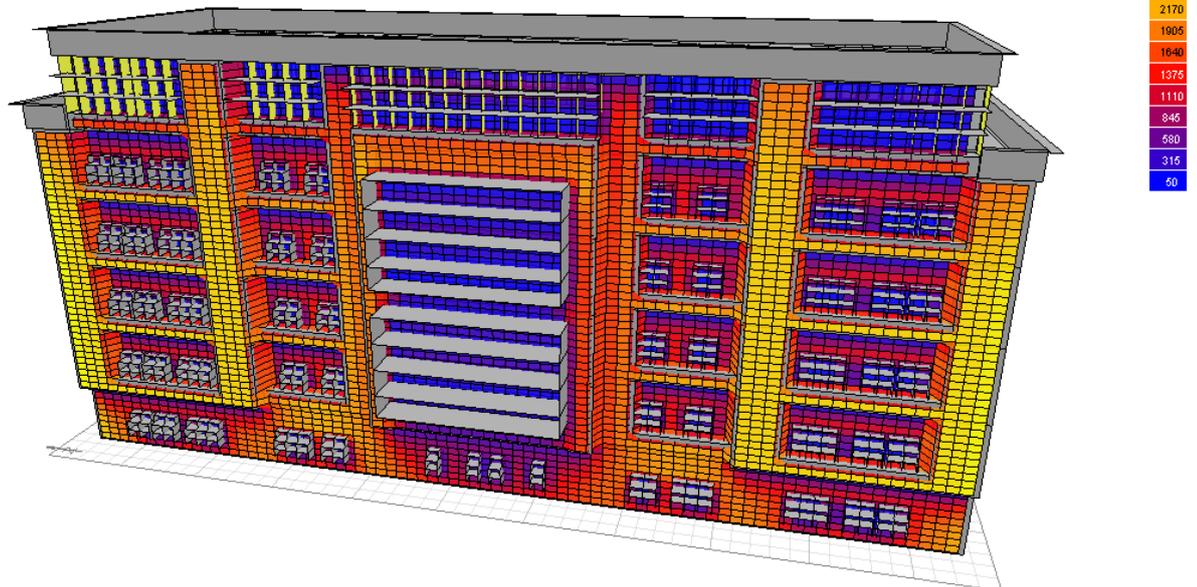


Gambar 4.58 Detail *shading device* pada D3B dan D2T pada *egg crate* 1

Berikut adalah hasil dari simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad barat dan timur *egg crate* 1.

Insolation Analysis
Avg. Daily Radiation
 Value Range: 50 - 2700 Wh
 (c) ECOTECH v6

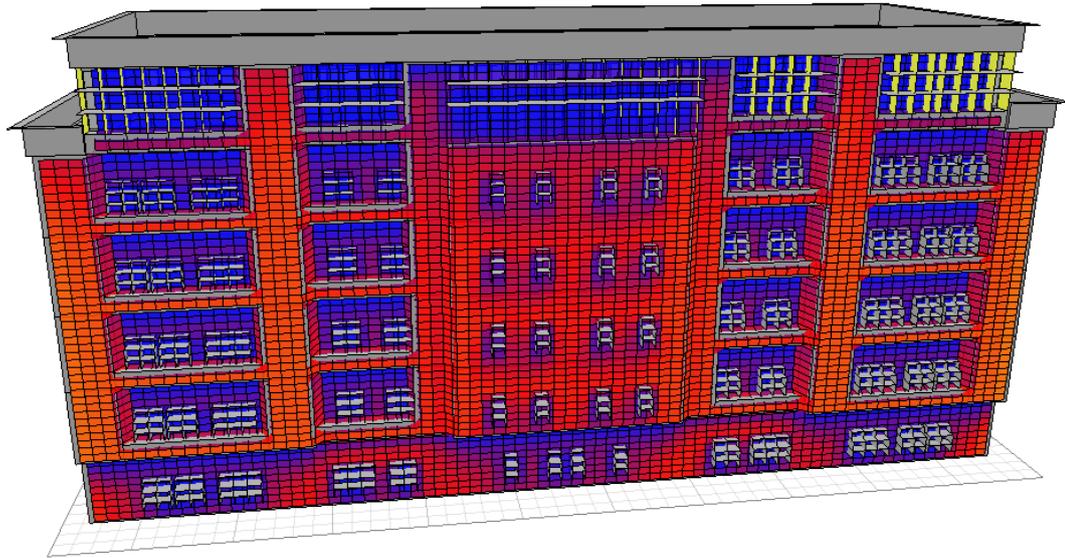
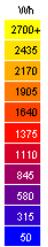
Average Value: 1105.92 Wh
 Visible Nodes: 4720



Gambar 4.59 Hasil simulasi tampak barat *egg crate* 1

Insolation Analysis
 Avg. Daily Radiation
 Value Range: 50 - 2700 Wh
 (c) ECOTECH v5

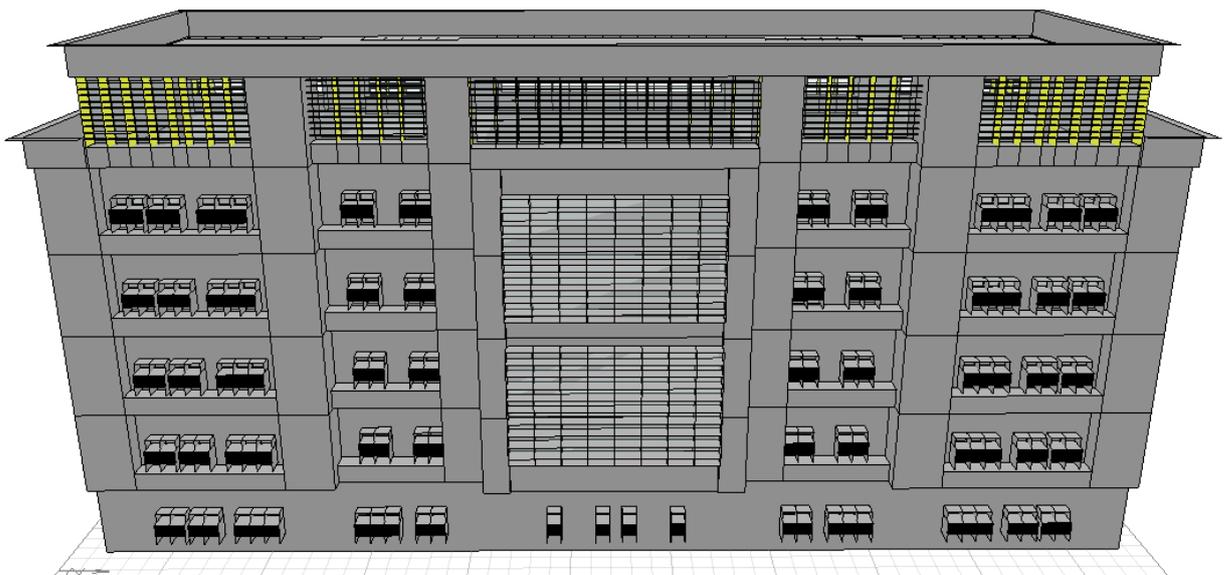
Average Value: 791.38 Wh
 Visible Nodes: 4720



Gambar 4.60 Hasil simulasi tampak timur *egg crate* 1

b. *Egg crate* 2

Jenis *egg crate* 2 merupakan jenis horizontal 2 yang diberikan sirip vertikal yang panjangnya mengikuti dari panjang panel horizontal 2. Sama seperti horizontal 2, *egg crate* 2 juga didesain agar dapat memantulkan cahaya matahari masuk ke dalam ruangan.

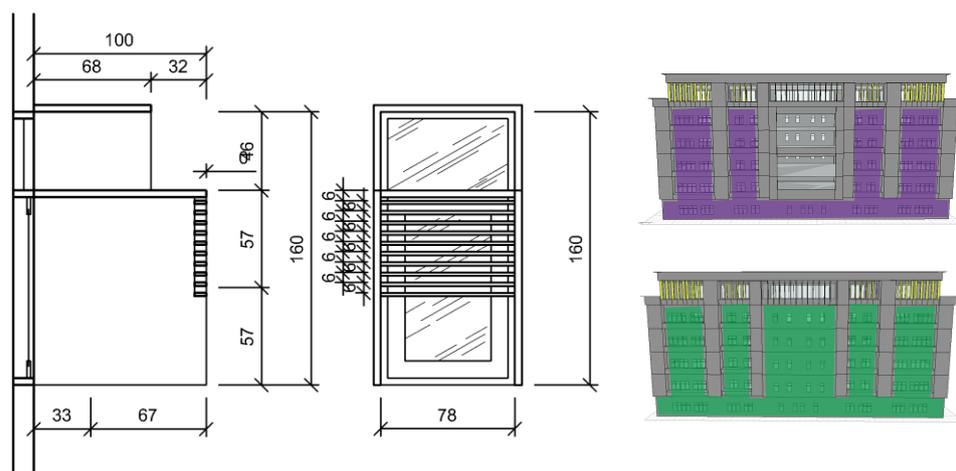


Gambar 4.61 Tampak barat *egg crate* 2



Gambar 4.63 Tampak timur *egg crate 2*

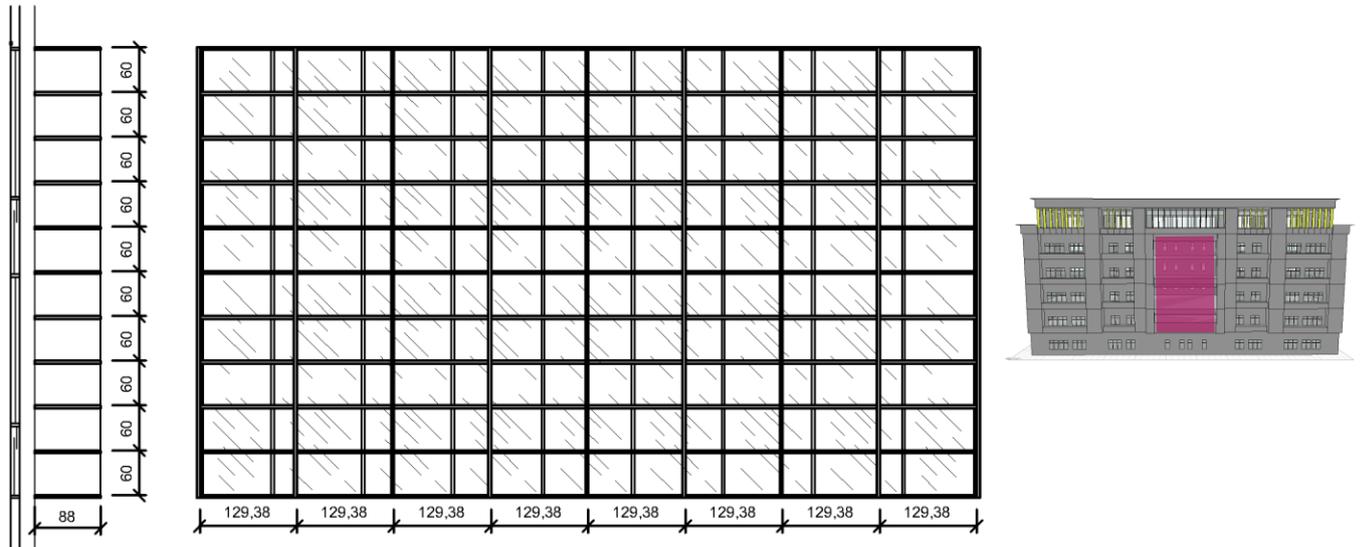
Pada D1B dan D2B *shading device* di desain dengan 2 panel utama berukuran 68 cm dan 100 cm dengan ebar yang sama yaitu 78 cm. Lalu ditambahkan panel-panel kecil yang digantung di ujung panel ke dua yang memiliki ukuran 6,7 cm X 78 cm dengan jarak antar panel sebesar 6 cm. Kemudian diberikan sirip vertikal dengan panjang menyesuaikan panjang panel horizontal. Sirip vertikal memiliki tinggi 46 cm dan 114 cm.



Gambar 4.64 Detail *shading device* pada D1B dan D1T pada *egg crate 2*

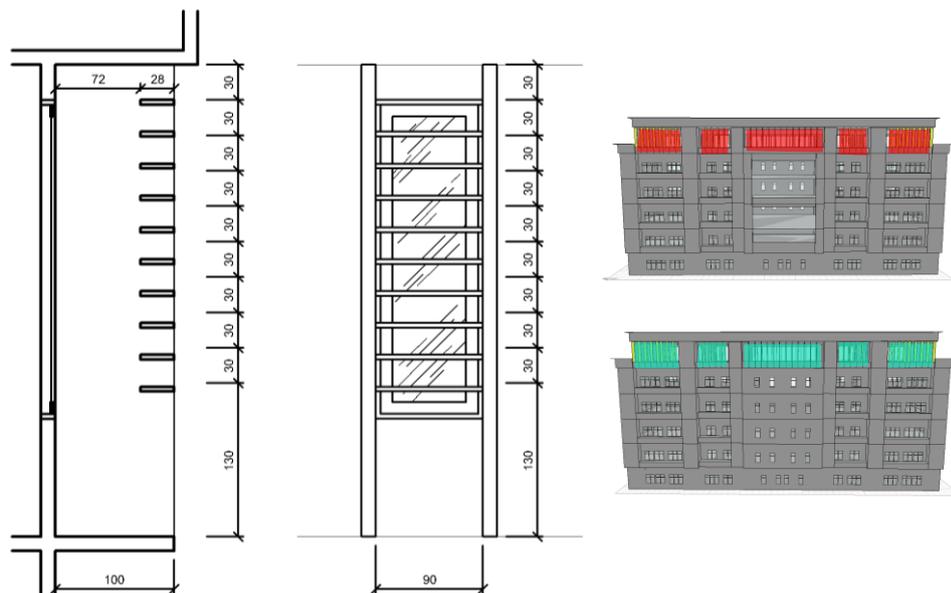
Pada D2B desain *shading device* diberikan ukuran panel yang lebih kecil yaitu sebesar 88 cm X 1035 cm dengan jarak antar panel 60 cm. Diberikan sirip-sirip

vertikal dengan panjang 88 cm dan tinggi 600 cm dan berjarak 129,38 cm antar sirip vertikal. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.



Gambar 4.65 Detail *shading device* pada D2B pada *egg crate 2*

Pada D3B dan D2T diberikan panel-panel yang berukuran 28 cm X 90cm dengan jarak antar panel sebesar 30 cm. Ketebalan setiap panel adalah 4 cm.

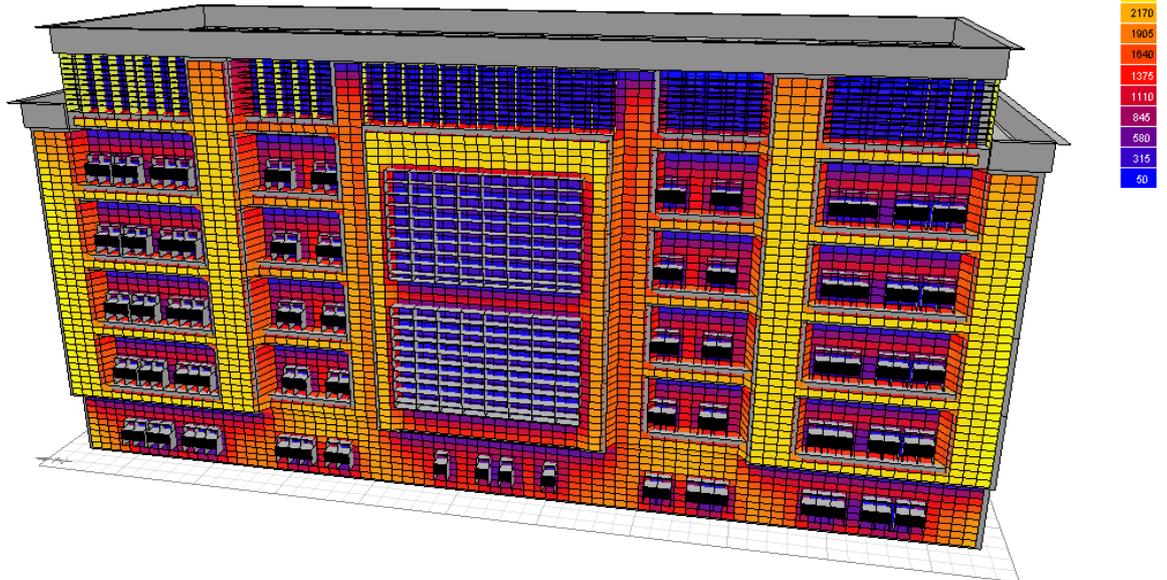


Gambar 4.66 Detail *shading device* pada D3B dan D2T pada *egg crate 2*

Berikut adalah hasil dari simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad barat dan timur *egg crate 2*.

Insolation Analysis
Avg. Daily Radiation
 Value Range: 50 - 2700 Wh
 (c) ECOTECH v5

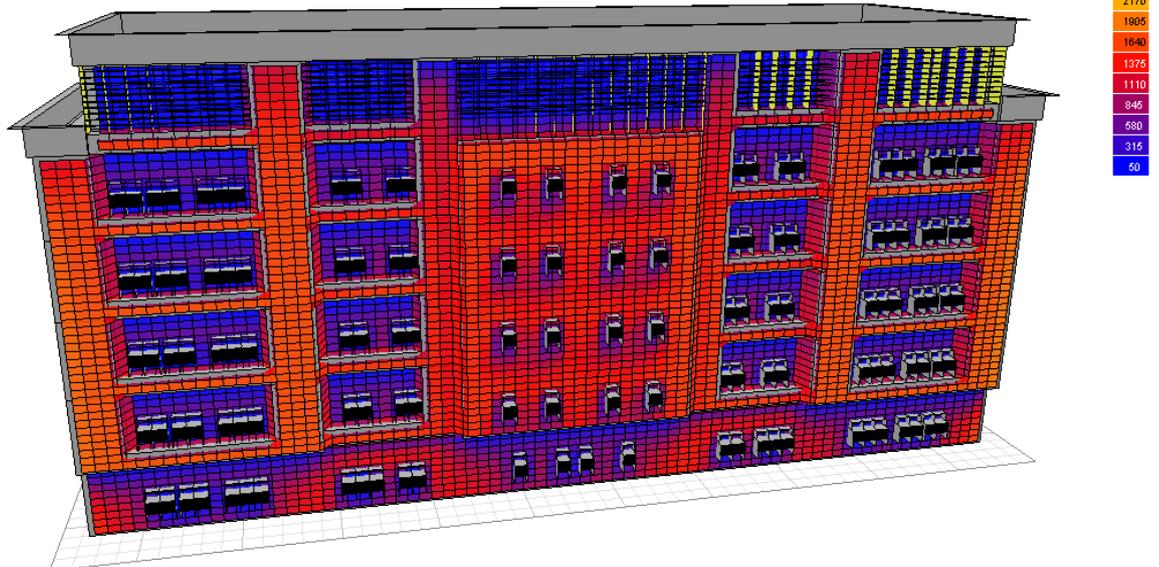
Average Value: 1193.08 Wh
 Visible Nodes: 4720



Gambar 4.67 Hasil simulasi tampak barat *egg crate 2*

Insolation Analysis
Avg. Daily Radiation
 Value Range: 50 - 2700 Wh
 (c) ECOTECH v5

Average Value: 835.03 Wh
 Visible Nodes: 4720



Gambar 4.68 Hasil simulasi tampak timur *egg crate 2*

Berikut adalah perbandingan besar penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan.

Tabel 4.15 Perbandingan Penerimaan Radiasi Matahari *Shading Device* Jenis *Egg Crate*
(Wh)

	Egg Crate 1		Egg Crate 2	
	Barat	Timur	Barat	Timur
	1105,92	791,38	1193,08	835,03
Eksisting	1709,93	1079,34	1709,93	1079,34
Selisih	604,01	287,96	516,85	244,31

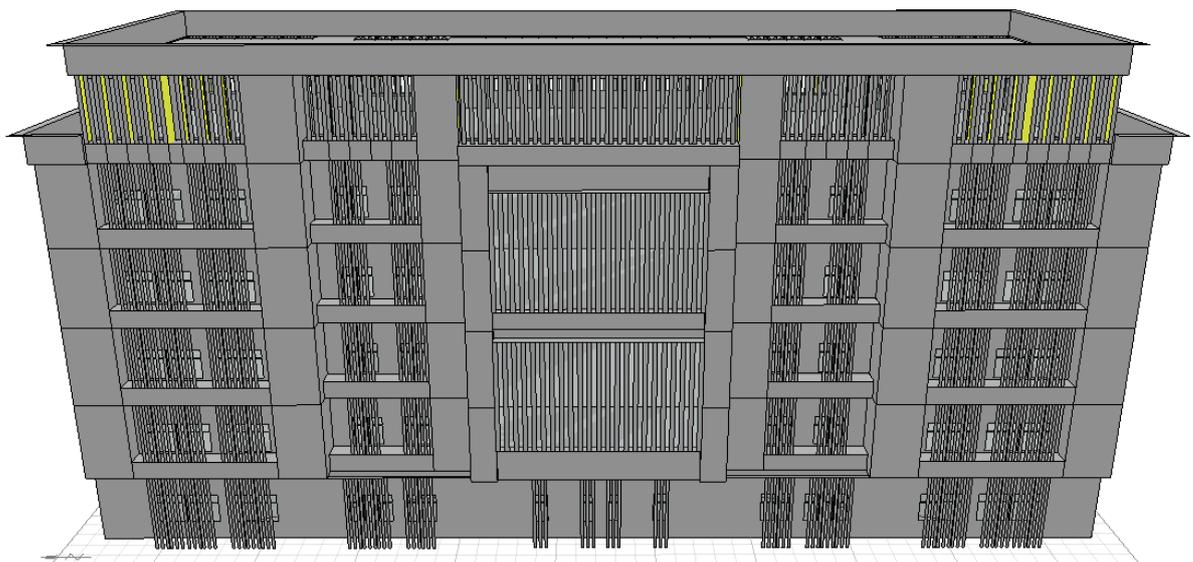
Jenis *egg crate* 1 memiliki nilai penerimaan radiasi matahari yang lebih kecil karena sama seperti horizontal 1, desain *egg crate* 1 memiliki ukuran panel yang lebih besar daripada *egg crate* 2.

4.4.4. Simulasi bentuk pembayang *secondary skin*

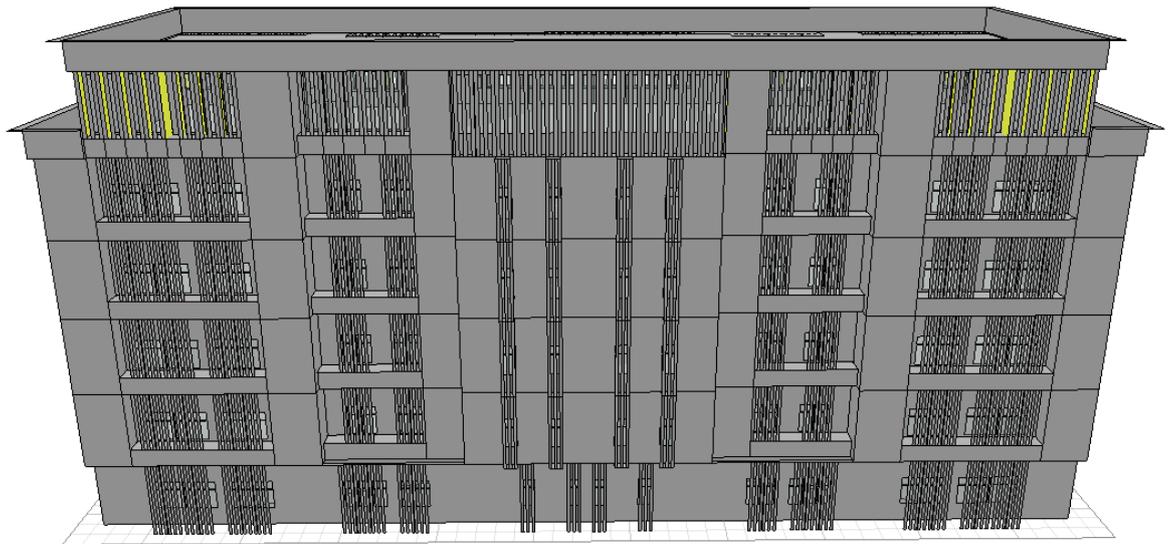
Dilakukan simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan dengan 3 jenis bentuk *shading device secondary skin* untuk mengetahui jenis yang lebih baik dalam menurunkan penerimaan radiasi matahari pada fasad objek penelitian. Untuk tipe ini, luas panel semua jenis *secondary skin* dibuat sebesar 60% dari bukaan jendela yang dibayangkannya untuk menyesuaikan nilai SC_{EF} dengan tipe *shading device* lainnya.

a. *Secondary skin* 1

Jenis *secondary skin* 1 memiliki desain berupa panel-panel vertikal yang dipasang dihadapan jendela dengan jarak yang disesuaikan. Diberikan celah antara panel untuk visibilitas dari dalam keluar bangunan dan sinar matahari dapat tetap masuk ke dalam bangunan.

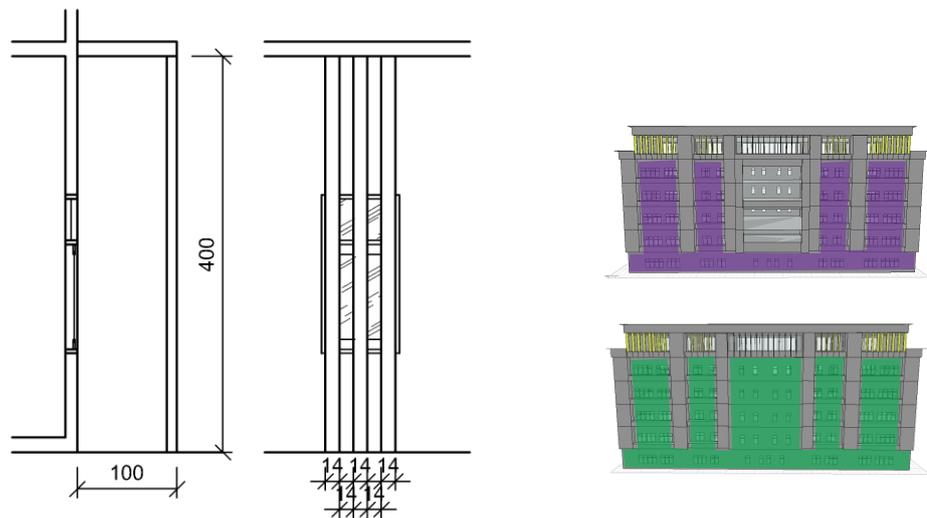


Gambar 4.69 Tampak barat *secondary skin* 1



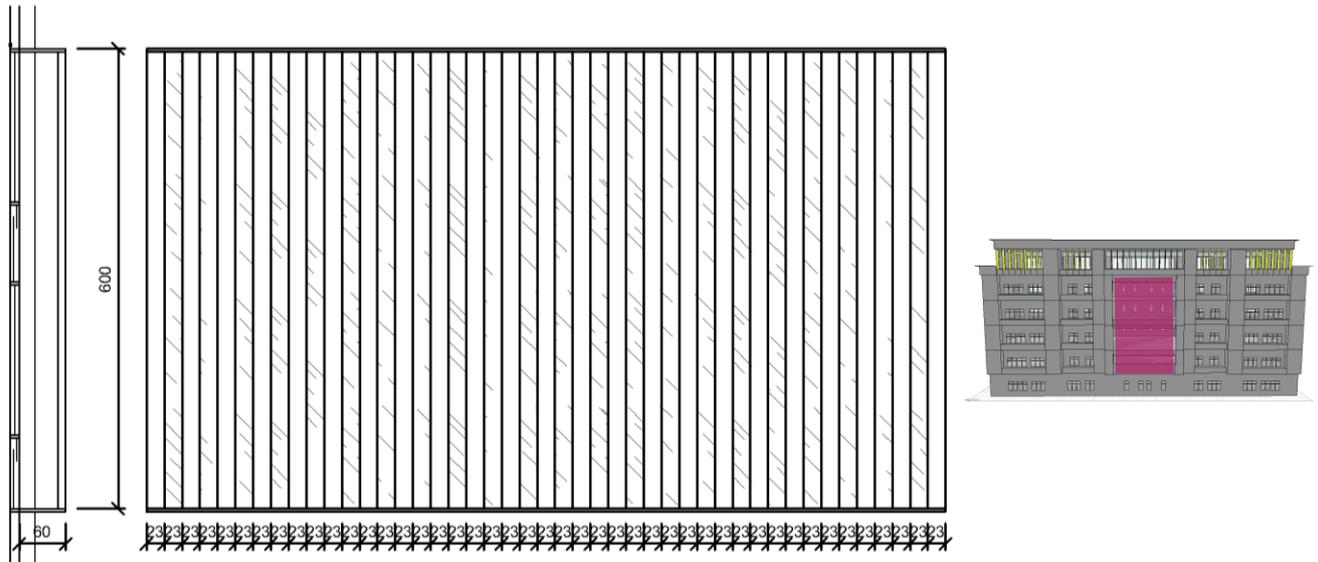
Gambar 4.70 Tampak timur *secondary skin* 1

Untuk D1B dan D1T panel memiliki lebar 14 cm dengan tinggi menyesuaikan dengan tinggi lantai. Panel diberi jarak 1 m dari jendela dan memiliki celah selebar 14 meter antar panel.



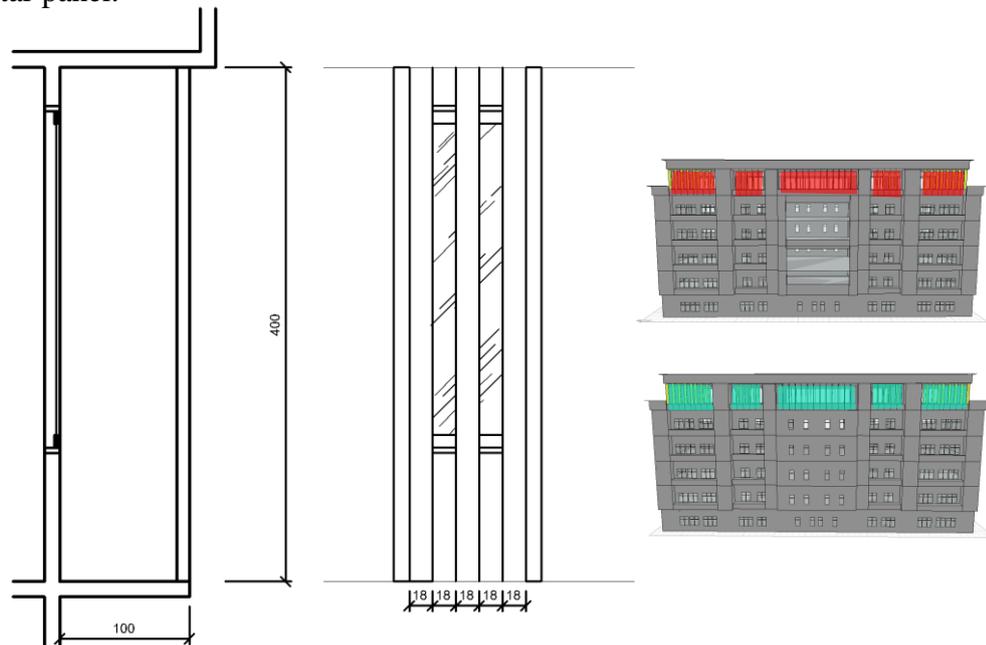
Gambar 4.71 Detail *shading device* pada D1B dan D1T pada *secondary skin* 1

Pada D2B panel memiliki ukuran 23 cm X 600 cm. Jarak antar panel dengan jendela sebesar 50 cm dan jarak antar panel sebesar 23 cm.



Gambar 4.72 Detail *shading device* pada D2B pada *secondary skin 1*

Pada D3B dan D2T panel memiliki lebar 18 cm dengan tinggi menyesuaikan dengan tinggi lantai. Panel diberi jarak 1 m dari jendela dan memiliki celah selebar 18 meter antar panel.



Gambar 4.73 Detail *shading device* pada D3B dan D2T pada *secondary skin 1*

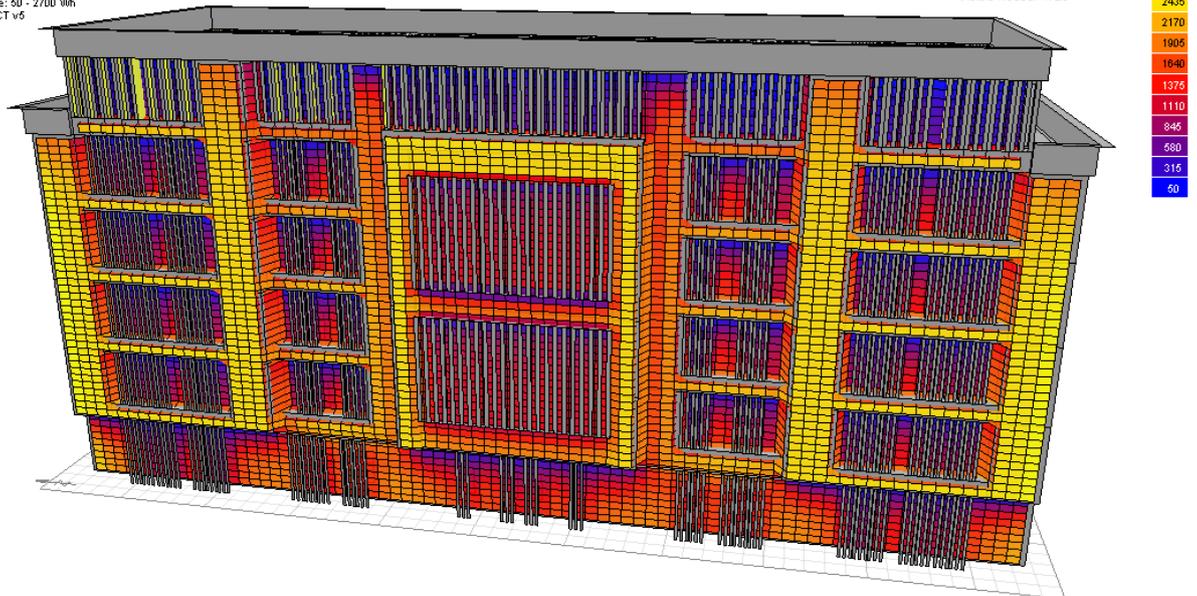
Berikut adalah hasil dari simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad barat dan timur *secondary skin 1*.

Insolation Analysis

Avg. Daily Radiation

Value Range: 50 - 2700 Wh
(c) ECOTECH v6

Average Value: 1335.72 Wh
Visible Nodes: 4720



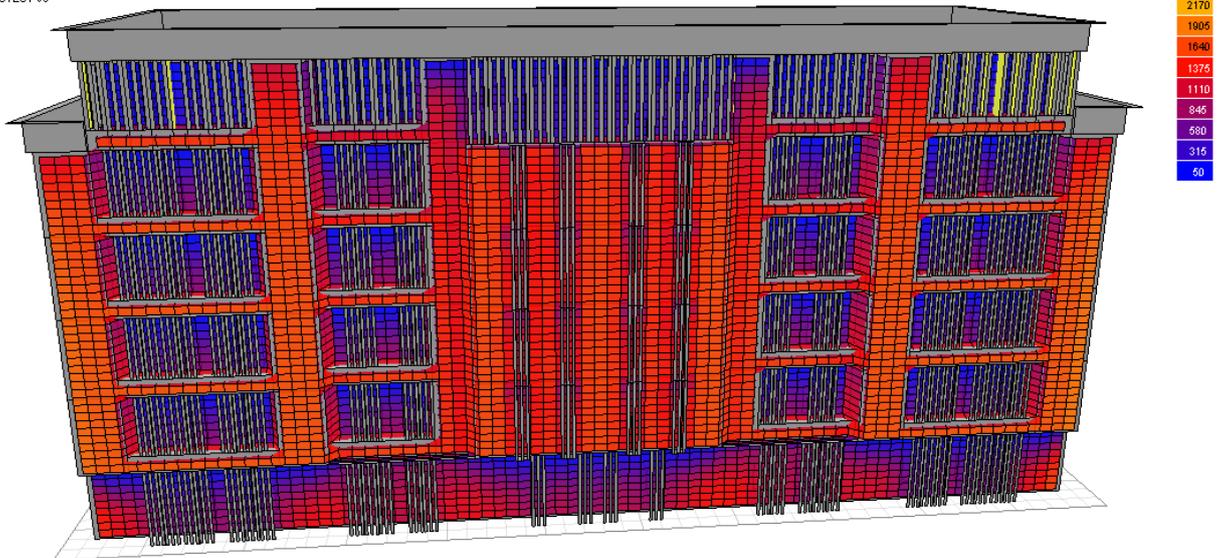
Gambar 4.74 Hasil simulasi tampak barat *secondary skin 1*

Insolation Analysis

Avg. Daily Radiation

Value Range: 50 - 2700 Wh
(c) ECOTECH v6

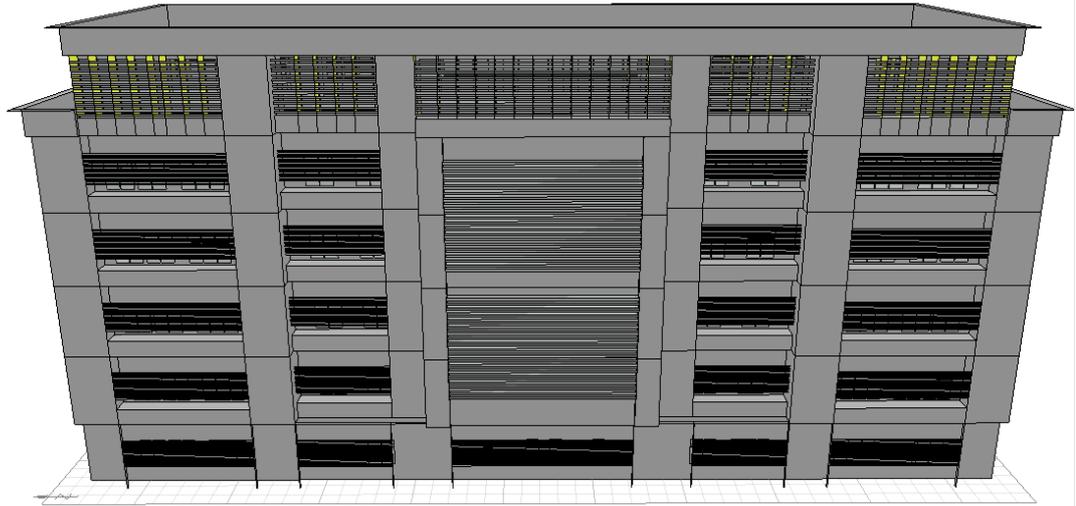
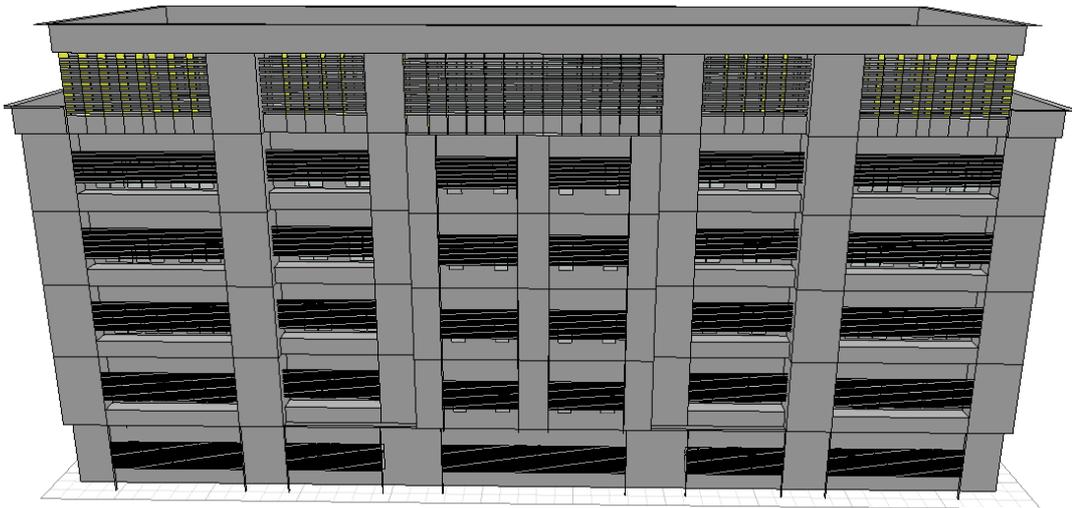
Average Value: 911.84 Wh
Visible Nodes: 4720



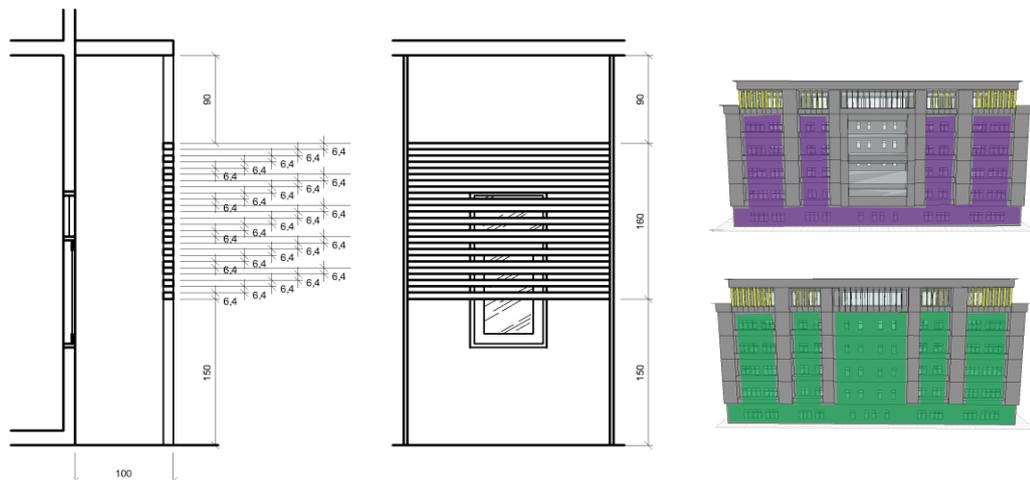
Gambar 4.75 Hasil simulasi tampak timur *secondary skin 1*

b. *Secondary skin 2*

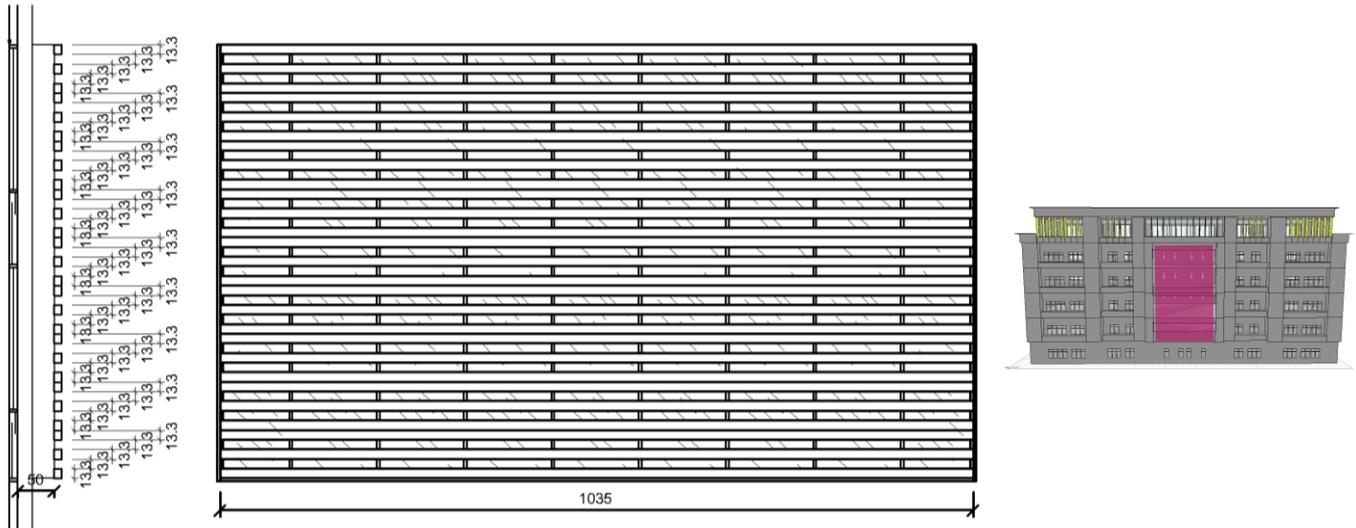
Desain *secondary skin 2* berupa panel-panel horizontal yang dipasang dihadapan jendela yang diposisikan lebih tinggi dari jendela agar bukaan dapat terbayangi dengan lebih efektif. Diberikan celah antar panel agar sinar matahari tetap dapat masuk ke dalam bangunan.

Gambar 4.76 Tampak barat *secondary skin 2*Gambar 4.77 Tampak timur *secondary skin 2*

Pada dinding D1B dan D1T panel memiliki ukuran 6,4 cm dengan panjang yang menyesuaikan dengan fasad bangunan. Antar panel diberi celah sebesar 6,4 cm. Panel lebih tinggi 50 cm dari kusen bawah jendela agar dapat membayangi jendela lebih baik. Panel-panel berjarak 1 m dari jendela.

Gambar 4.78 Detail *shading device* pada D1B dan D1T pada *secondary skin 2*

Pada dinding D2B panel memiliki ukuran 13,3 cm X 1035 cm dengan jarak antar panel 13,3 cm. Panel berjarak 50 cm dari jendela.



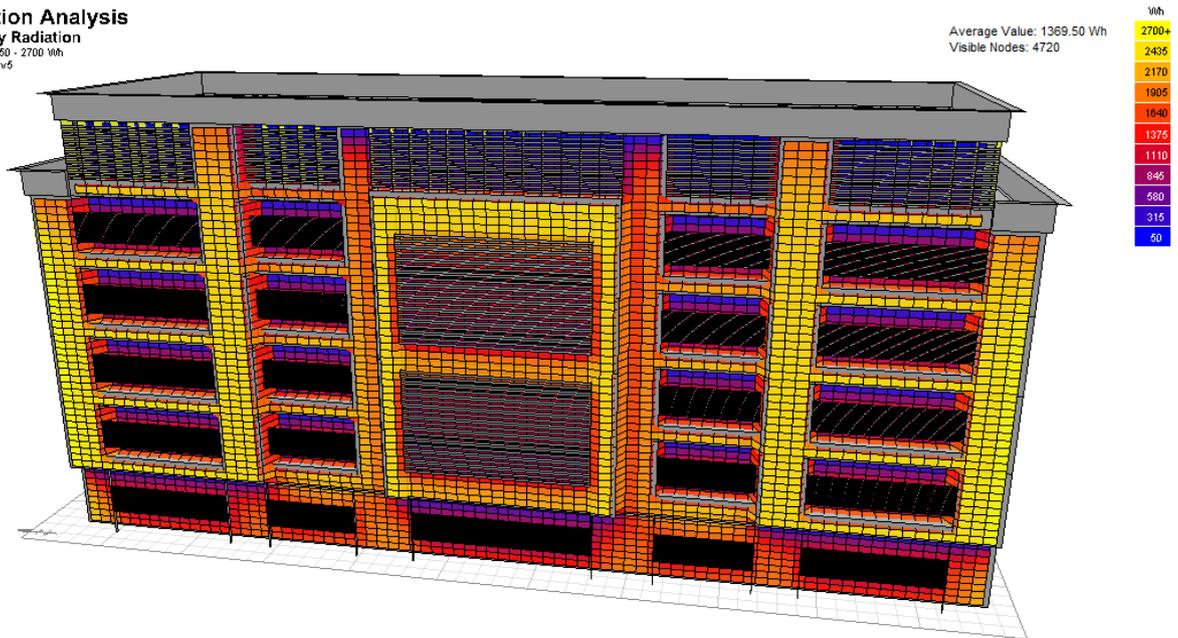
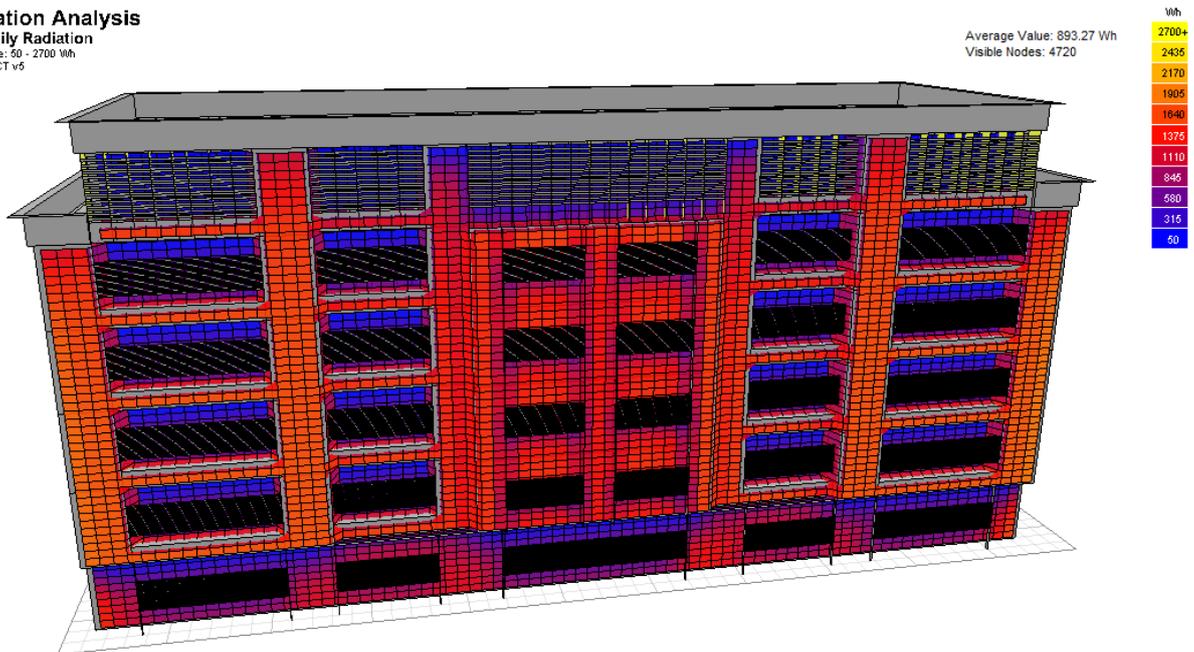
Gambar 4.79 Detail *shading device* pada D2B pada *secondary skin 2*

Pada D3B dan D2T panel memiliki ukuran 10,6 cm X 90 cm dengan jarak antar panel 10,6 cm. Panel berjarak 1 m dari jendela dan 30 cm dari atap.



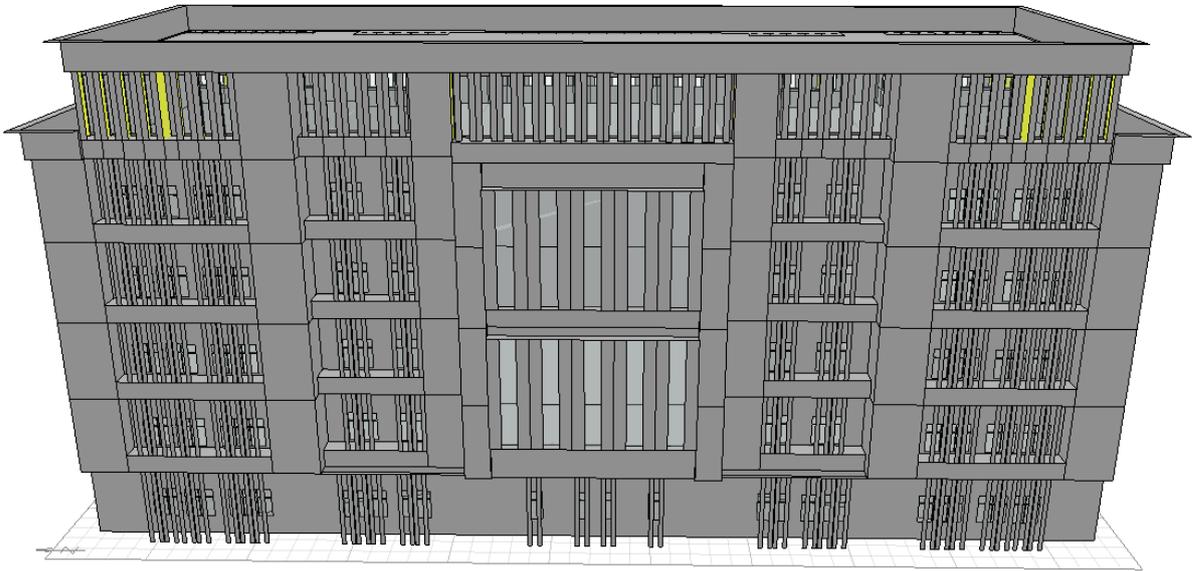
Gambar 4.80 Detail *shading device* pada D3B dan D2T pada *secondary skin 2*

Berikut adalah hasil dari simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad barat dan timur *secondary skin 2*.

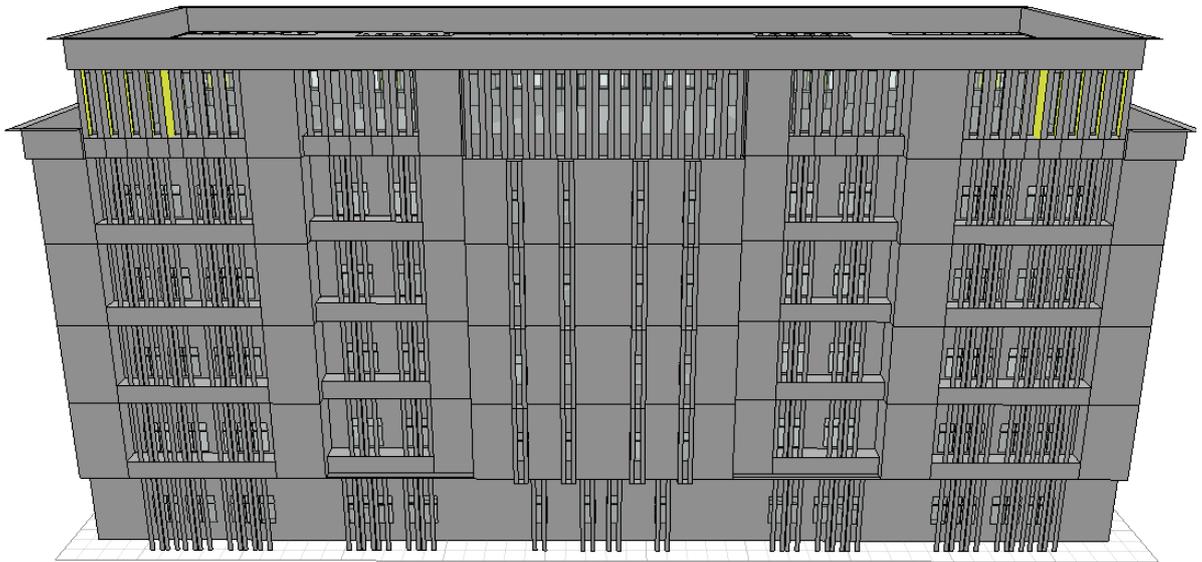
Insolation Analysis**Avg. Daily Radiation**Value Range: 50 - 2700 Wh
(c) ECOTECH v6Average Value: 1369.50 Wh
Visible Nodes: 4720Gambar 4.81 Hasil simulasi tampak barat *secondary skin 2***Insolation Analysis****Avg. Daily Radiation**Value Range: 50 - 2700 Wh
(c) ECOTECH v6Average Value: 893.27 Wh
Visible Nodes: 4720Gambar 4.82 Hasil simulasi tampak timur *secondary skin 2*c. *Secondary skin 3*

Dari tipe-tipe sebelumnya, setiap tipe yang memiliki ukuran panel yang lebih luas memiliki nilai penerimaan radiasi matahari yang kecil juga. Maka dari itu *Secondary skin 3* merupakan desain tipe *secondary skin 1* dengan ukuran panel yang lebih besar dan tetap memiliki ukuran total yang sama untuk mengetahui apa besar

panel berpengaruh atau tidak. Diberikan celah antar panel untuk visibilitas dari dalam ke luar dan agar sinar matahari tetap masuk ke dalam bangunan.

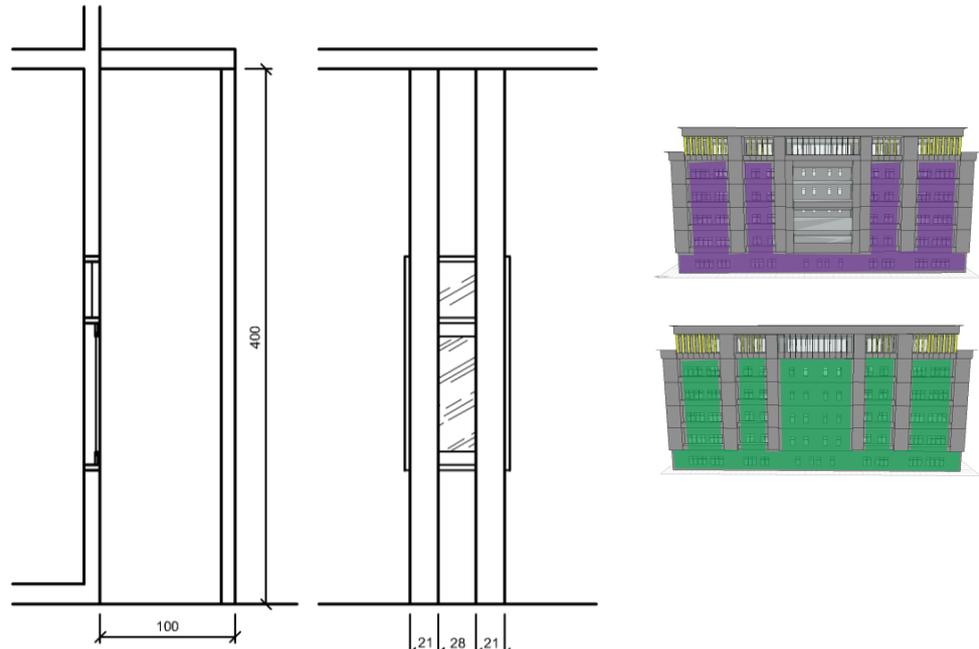


Gambar 4.83 Tampak barat *secondary skin 3*



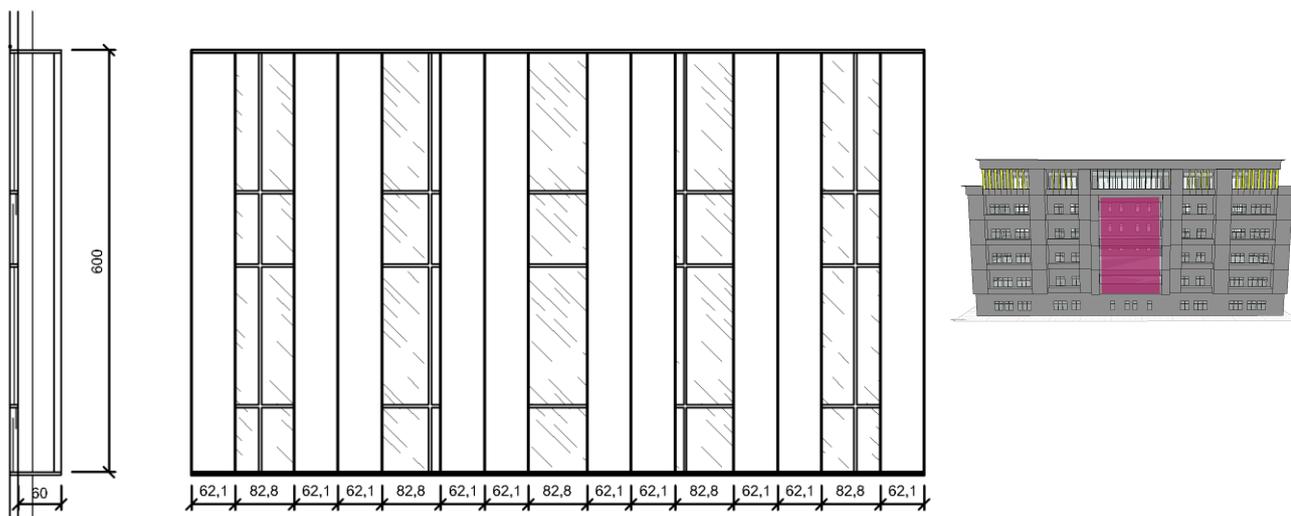
Gambar 4.84 Tampak timur *secondary skin 3*

Untuk D1B dan D1T panel memiliki lebar 21 cm dengan tinggi menyesuaikan dengan tinggi lantai. Panel diberi jarak 1 m dari jendela dan memiliki celah selebar 28 meter antar panel.



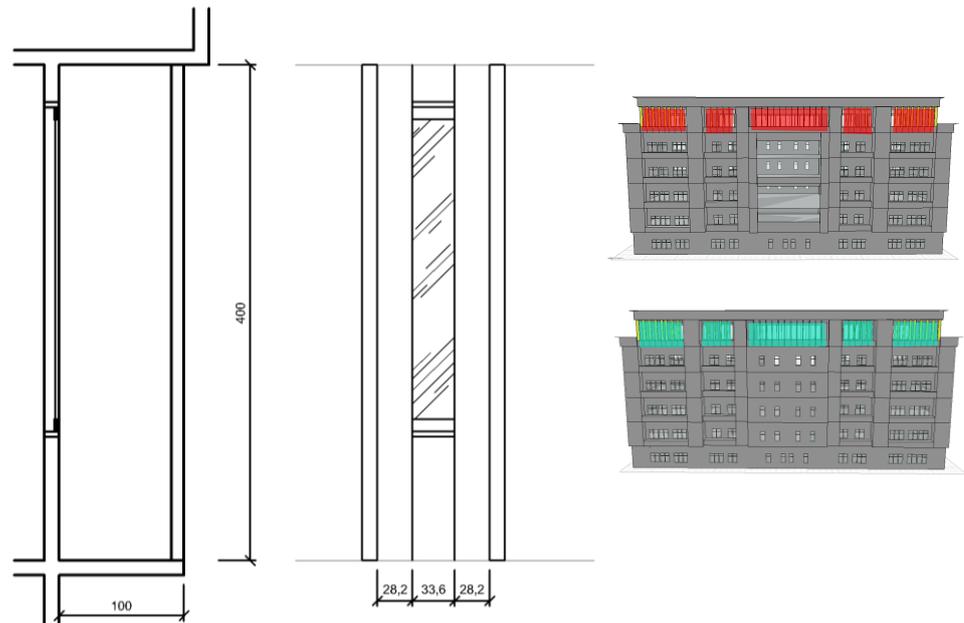
Gambar 4.85 Detail *shading device* pada D1B dan D1T pada *secondary skin 3*

Pada D2B panel memiliki ukuran 62,1 cm X 600 cm. Jarak antar panel dengan jendela sebesar 50 cm dan jarak antar panel sebesar 82,8 cm.



Gambar 4.86 Detail *shading device* pada D2B pada *secondary skin 3*

Pada D3B dan D2T panel memiliki lebar 18 cm dengan tinggi menyesuaikan dengan tinggi lantai. Panel diberi jarak 1 m dari jendela dan memiliki celah selebar 18 meter antar panel.

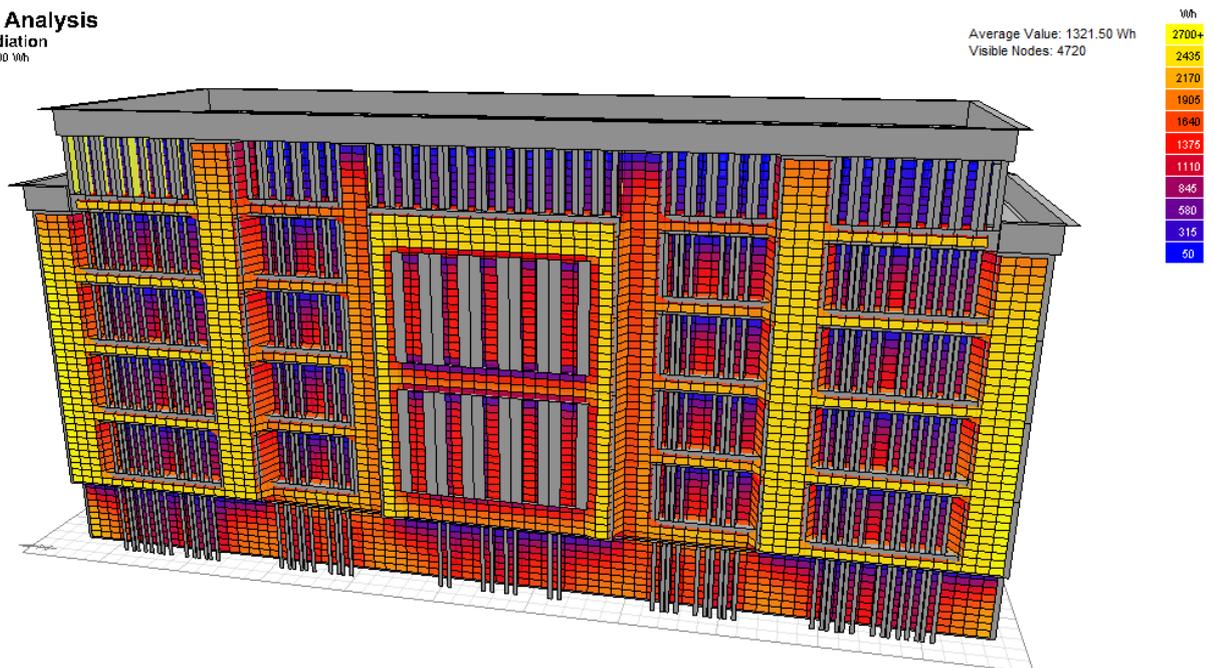


Gambar 4.87 Detail *shading device* pada D3B dan D2T pada *secondary skin 3*

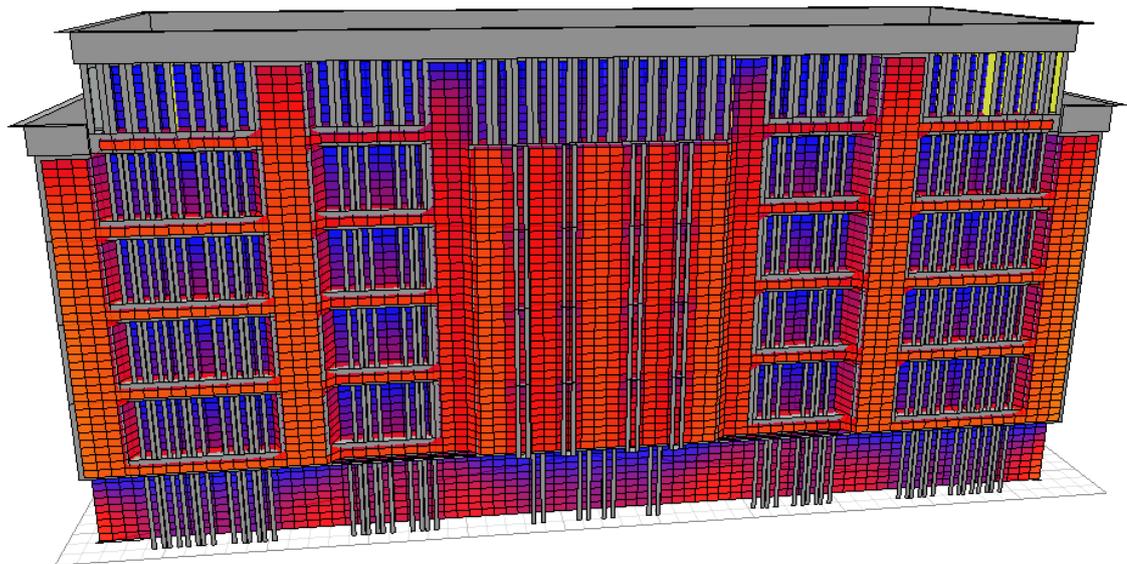
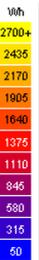
Berikut adalah hasil dari simulasi penerimaan radiasi matahari pada fasad barat dan timur *secondary skin 3*.

Insolation Analysis
Avg. Daily Radiation
 Value Range: 50 - 2700 Wh
 (c) ECOTECH v6

Average Value: 1321.50 Wh
 Visible Nodes: 4720



Gambar 4.88 Hasil simulasi tampak barat *secondary skin 3*

Insolation Analysis**Avg. Daily Radiation**Value Range: 50 - 2700 Wh
(c) ECOTECH v5Average Value: 912.38 Wh
Visible Nodes: 4720Gambar 4.89 Hasil simulasi tampak timur *secondary skin 3*

Berikut adalah perbandingan besar penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan.

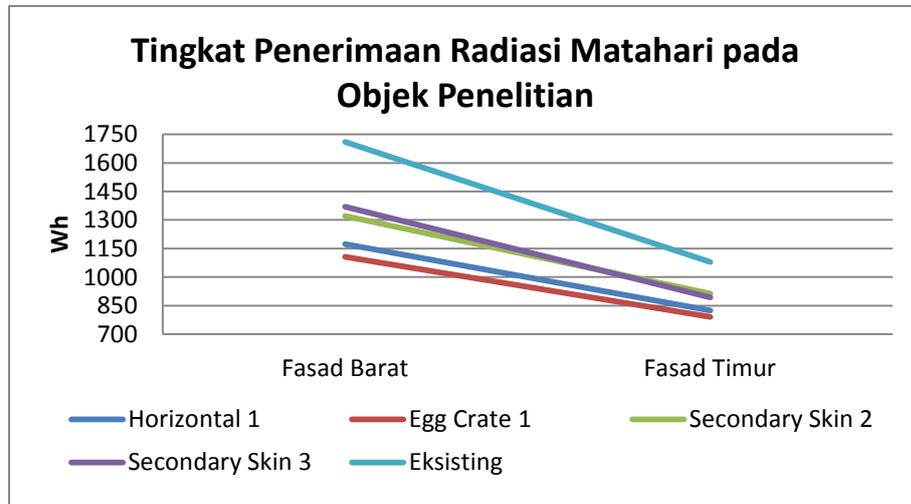
Tabel 4.16 Perbandingan Penerimaan Radiasi Matahari *Shading Device*Jenis *Secondary skin* (Wh)

	Secondary Skin 1		Secondary Skin 2		Secondary Skin 3	
	Barat	Timur	Barat	Timur	Barat	Timur
		1335,72	911,84	1369,5	893,27	1321,5
Eksisting	1709,93	1079,34	1709,93	1079,34	1709,93	1079,34
Selisih	374,21	167,5	340,43	186,07	388,43	166,96

Pada tipe *secondary skin*, penurunan penerimaan radiasi matahari paling besar dari kedua orientasi tidak berasal dari tipe yang sama. Pada fasad barat penurunan paling besar terjadi pada *secondary skin 3* sedangkan pada fasad timur pada *secondary skin 2*. Hal ini bisa terjadi karena desain yang digunakan pada fasad timur dapat membayangi lebih baik pada dinding yang tidak mendapatkan *self-shading*. Meski begitu, *secondary skin* dengan panel vertikal dapat menurunkan nilai penerimaan radiasi matahari lebih besar dari *secondary skin* dengan panel horizontal.

4.4.5. Perbandingan bentuk pembayang

Dari hasil simulasi yang sudah didapatkan dipilihlah jenis *shading device* yang menerima radiasi matahari paling rendah dari setiap tipe.



Gambar 4.90 Grafik perbandingan penurunan tingkat penerimaan radiasi pada fasad Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya

Didapatkan bahwa dari semua jenis dan tipe *shading device* yang disimulasikan, jenis *egg crate 1* dapat menurunkan nilai penerimaan radiasi matahari paling besar pada fasad barat dan timur objek penelitian dengan penurunan sebesar 604,01 Wh pada sisi barat dan 287,96 Wh pada sisi timur.

4.4.6. Analisis estetika alat pembayang

Analisis estetika dilakukan untuk mengetahui kesesuaian desain dari tipe dan jenis *shading device* yang sudah disimulasikan dengan desain lingkungan sekitar Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya sehingga desain rekomendasi tidak memiliki desain yang mencolok dan tidak sesuai dengan lingkungan sekitar.

Pada lingkungan sekitar gedung objek penelitian memiliki banyak gedung bertingkat menengah dan tinggi. Objek bangunan yang akan digunakan sebagai pembanding adalah gedung yang dapat terlihat dengan jelas dari lingkungan sekitar objek penelitian dan memiliki fungsi yang sama yaitu sebagai gedung kuliah dan gedung kantor. Gedung yang dipilih adalah Gedung Rektorat, Gedung Fakultas Ekonomi, Gedung Fakultas Ilmu Komputer, Gedung Pusat Perkembangan Akutansi dan Gedung D Fakultas Teknik Pertanian.



Gambar 4.91 Keyplan gedung sekitar objek penelitian

Sebagian besar gedung tingkat tinggi yang ada pada lingkungan sekitar objek penelitian tidak memiliki strategi pembayang yang sama dengan gedung objek penelitian, yaitu *self shading*. Hal ini terlihat dari fasad Gedung Pusat Perkembangan Akutansi dan

Gedung Fakultas Ilmu Komputer. Tidak hanya *self shading*, gedung tersebut juga memiliki *shading device* berupa sirip horizontal yang berukuran kecil di atas jendelanya.



Gambar 4.92 Gedung Pusat Perkembangan Akutansi (kiri) dan Gedung Fakultas Ilmu Komputer (kanan)

Gedung Rektorat Universitas Brawijaya memiliki fasad yang sama dengan objek penelitian dimana terdapat sisi kaca yang luas. Pada fasadnya juga tidak memiliki *shading device* yang membayangi sisi kaca tersebut. Akan tetapi karena lebarnya sosoran atap pada puncak gedung, membuat sisi tersebut terbayang dari sinar matahari pada waktu-waktu tertentu.



Gambar 4.93 Sisi utara Gedung Rektorat (kanan) yang memiliki area kaca yang luas dan area kaca sisi barat Gedung Rektorat (kiri) terbayangi sosoran atap

Pada Gedung Fakultas Ekonomi terdapat dua jenis pembayang yang digunakan, yaitu berupa *shading device egg crate* dan *secondary skin*. Desain *egg crate* yang digunakan menggunakan berupa sirip vertikal dan horizontal dengan panel yang sejajar dengan dinding di dalamnya. *Secondary skin* pada Gedung Fakultas Ekonomi berupa

sebuah lapisan dinding dimana diberikan jarak dengan fasad bangunan dan lubang bukaan pada area jendela.



Gambar 4.94 Penggunaan *shading device egg crate* (kiri) dan *secondary skin* (kanan) pada Gedung Fakultas Ekonomi

Gedung D Fakultas Teknik Pertanian tidak memiliki *shading device* pada fasadnya, tetapi di setiap lantainya terdapat sosoran atap yang cukup lebar sehingga dapat membayangi fasad bangunan. Di salah satu sisi bangunan juga terdapat banyak pohon yang difungsikan sebagai pembayang.

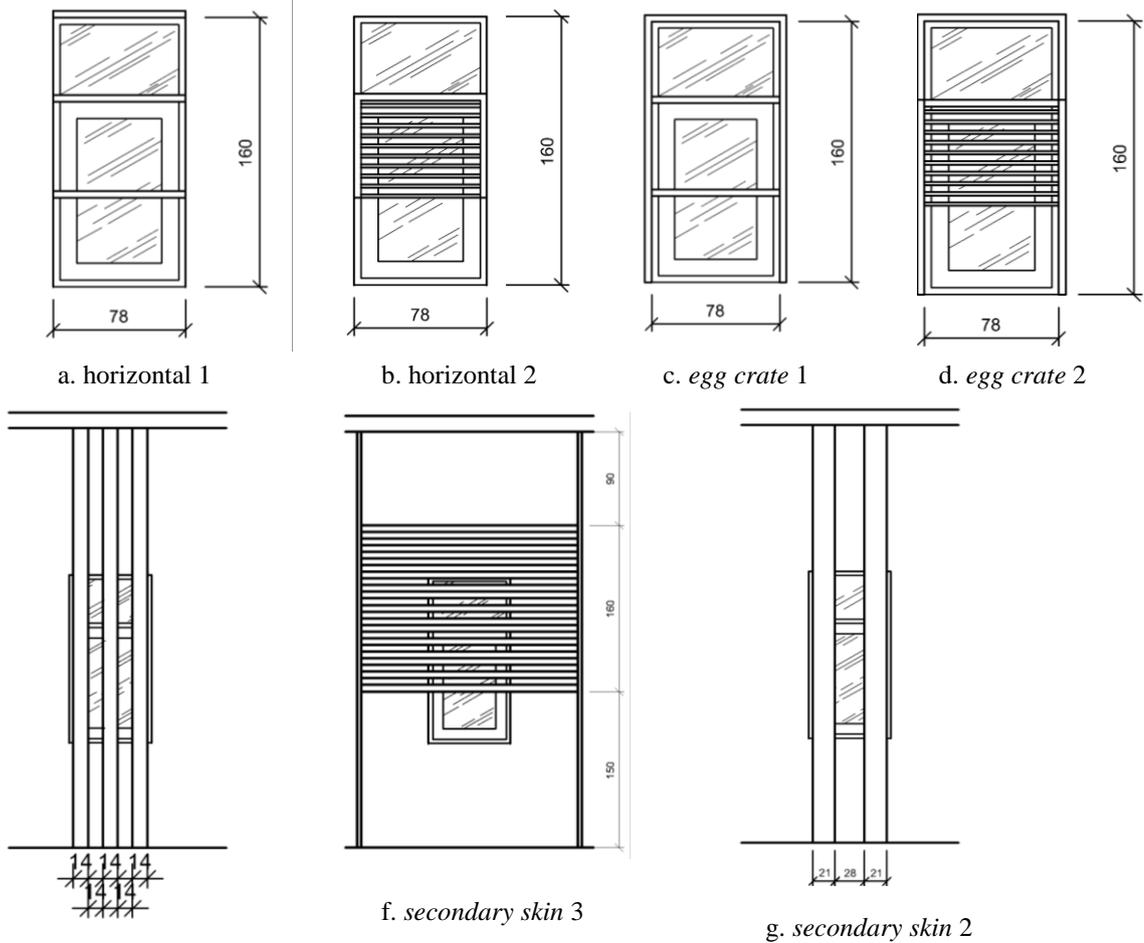


Gambar 4.95 Fasad Gedung D Fakultas Teknik Pertanian

Penggunaan *shading device* pada bangunan sekitar menunjukkan bahwa memang sebagian besar tidak memiliki *shading device*, tetapi memiliki strategi pemnbayangan yang lain seperti misalnya menggunakan sosoran atap yang lebar dan juga fasad yang dapat melakukan *self shading*. Gedung lain yang terkelompok sama dengan objek penelitian, yaitu Gedung D Fakultas Teknik Pertanian juga hanya menggunakan sosoran atap sebagai pembayang fasad sehingga tidak ada desain *shading device* yang memang dikhususkan

untuk bangunan Fakultas Teknik Pertanian. Selain itu ada gedung yang menggunakan *shading device egg crate* dan *secondary skin* sehingga penggunaan tipe *shading device* seperti itu pada objek penelitian tidak akan terlalu mencolok.

Selain desain *shading device* di sekitar objek penelitian dilakukan juga untuk melihat seberapa besar bukaan jendela yang tidak terhalang dengan *shading device*. Perhitungan dikelompokkan setiap dinding. Pertama adalah jendela dinding D1B dan D1T pada semua tipe dan jenis.



e. *secondary skin 1*

Gambar 4.96 Jendela D1B dan D1T

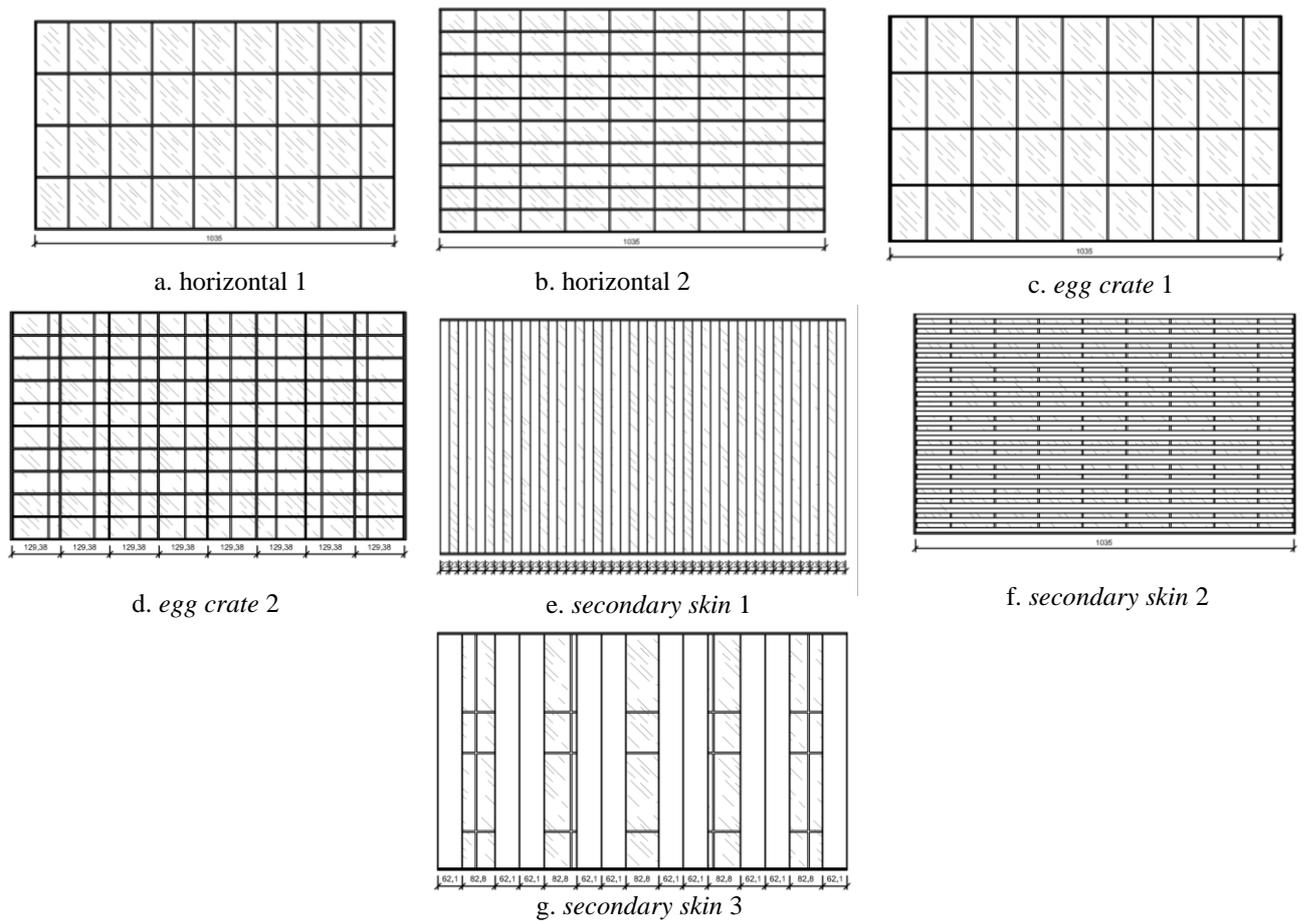
Didapatkan besar bukaan yang terkespos sebagai berikut.

Tabel 4.17 Besar Bukaan Yang Terekspos Pada Dinding D1B dan D1T

Jendela	Luas Jendela (cm^2)	Luas penampang <i>shading device</i> (cm^2)	Luas yang terkespos (cm^2)	Persentase (%)
a	10.640	280	10.320	96,99
b	10.640	1.400	9.240	86,84
c	10.640	280	10.320	96,99
d	10.640	1.400	9.240	86,84
e	10.640	6.384	4.256	40
f	10.640	4.200	6.440	60,53
g	10.640	6.384	4.256	40

Didapatkan bahwa persentase terbesar adalah jendela a dan c dengan besar 96,99% dimana bukaan jendela hanya terhalang oleh satu ketebalan panel. Sementara nilai terkecil didapatkan dari jendela e dan g dikarenakan besar panel sudah disesuaikan dengan besar bukaan, yaitu sebesar 60% bukaan sehingga persentase yang didapat sebesar 40%.

Berikutnya jendela pada dinding D2B.



Gambar 4.97 Jendela D2B

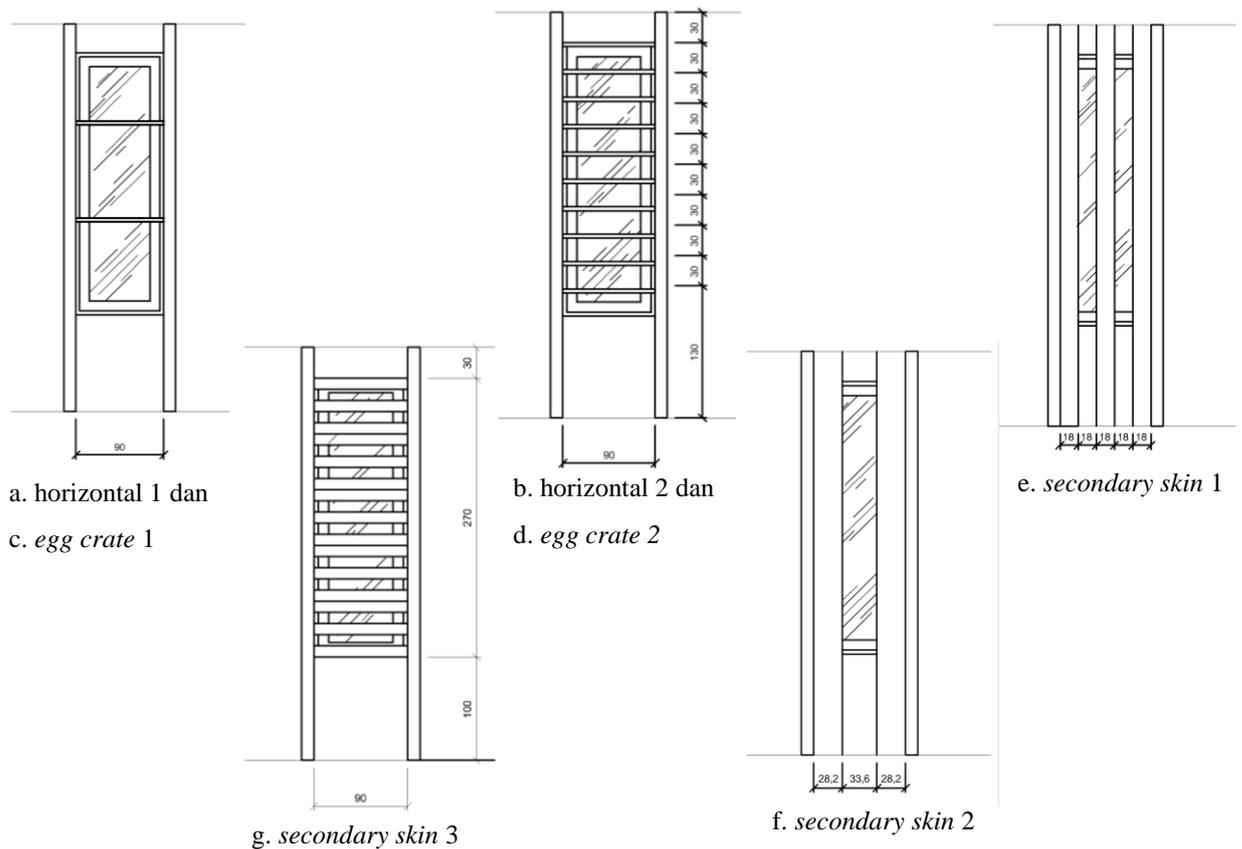
Didapatkan besar bukaan yang terkespos sebagai berikut.

Tabel 4.18 Besar Bukaan Yang Terekspos Pada Dinding D2B

Jendela	Luas Jendela (cm ²)	Luas penampang shading device (cm ²)	Luas yang terkespos (cm ²)	Persentase (%)
a	621.000	16.560	604.440	97,33
b	621.000	41.400	579.600	93,33
c	621.000	16.560	604.440	97,33
d	621.000	57.080	563.920	90,80
e	621.000	372.600	248.400	40
f	621.000	372.600	248.400	40
g	621.000	372.600	248.400	40

Sama seperti perhitungan pada jendela dinding D1B dan D1T, persentase terbesar adalah jendela a dan c dengan nilai 97,33%. Jendela e, f dan g memiliki besar yang sama karena besar panel yang sudah ditentukan sebesar 60% dari bukaan.

Berikutnya jendela pada dinding D3B dan D2T. Karena jendela horizontal 1 dengan *egg crate* 1 dan horizontal 2 dengan *egg crate* 2 pada dinding sama, maka hanya dilakukan satu perhitungan untuk mewakili keduanya.



Gambar 4.98 Jendela D3B dan D2T

Didapatkan besar bukaan yang terkespos sebagai berikut.

Tabel 4.19 Besar Bukaan Yang Terekspos Pada Dinding D3B dan D2T

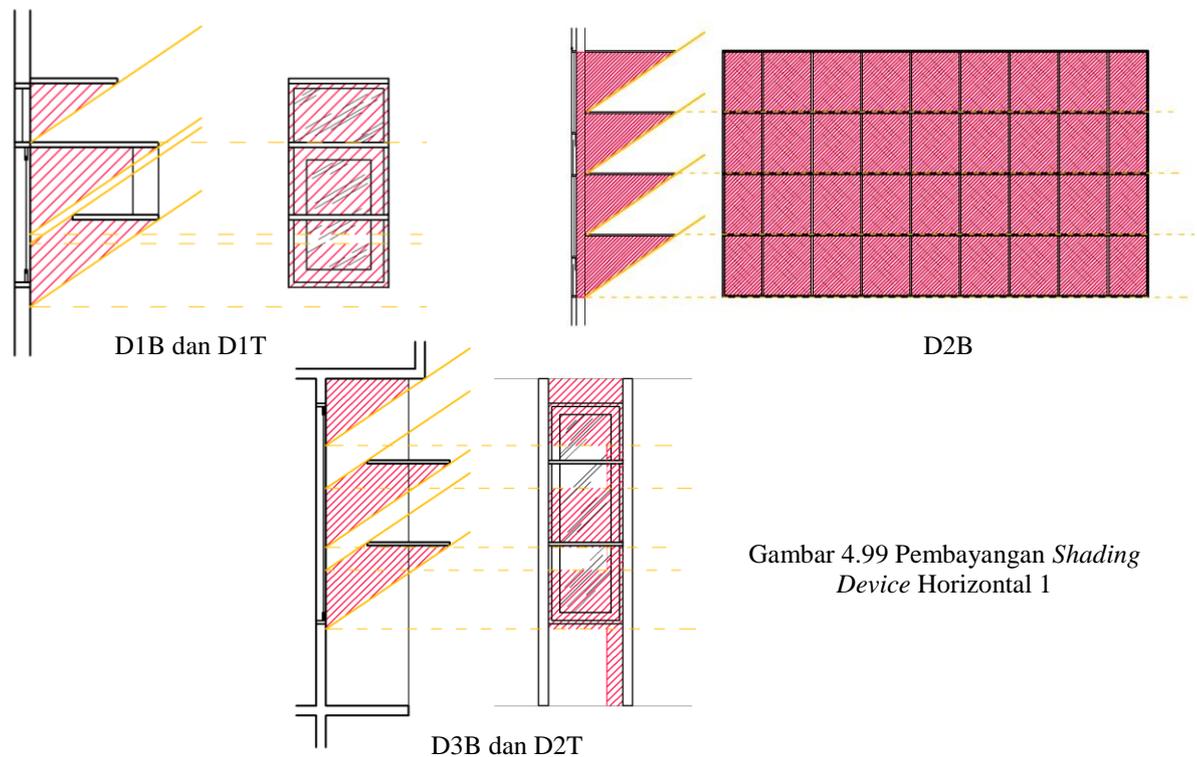
Jendela	Luas Jendela (cm ²)	Luas penampang shading device (cm ²)	Luas yang terkespos (cm ²)	Persentase (%)
a dan c	21.484	720	20.774	96,7
b dan d	21.484	3600	17.884	83,24
e	21.484	12.890,4	8.593,6	40
f	21.484	12.890,4	8.593,6	40
g	21.484	12.890,4	8.593,6	40

Sama juga dengan perhitungan sebelumnya nilai persentase terbesar didapatkan dari jendela a dan b, yang dalam perhitungan ini juga mewakili jendela c dan d, dengan nilai 96,7%.

Dari semua perhitungan yang dilakukan diketahui bahwa semua jendela dari *shading device* tipe horizontal 1 dan *egg crate* 1 memiliki bukaan yang lebih terekspos sehingga pengguna ruang di dalam dapat melihat pemandangan keluar dengan mudah.

4.4.7. Analisis pembayangan pada jendela

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan jenis-jenis pembayang yang disimulasikan sebelumnya dalam membayangi jendela untuk meningkatkan nilai SC pada perhitungan OTTV. Waktu yang diambil sesuai dengan waktu yang dipakai untuk perhitungan panjang rekomendasi *shading device*, yaitu tanggal 23 September jam 3 sore.

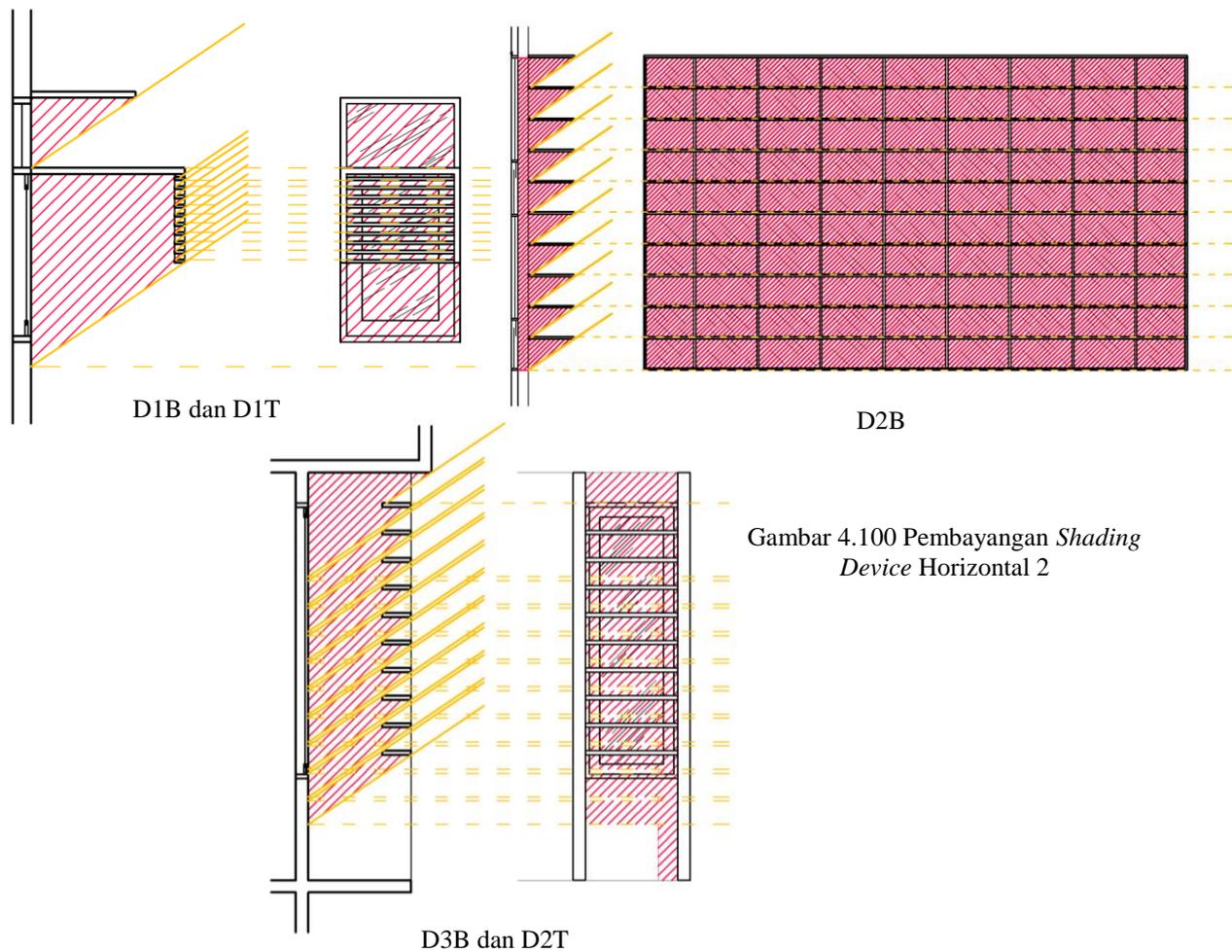


Gambar 4.99 Pembayangan *Shading Device* Horizontal 1

Tabel 4.20 Besar Pembayangan pada Jendela dengan Horizontal 1

Dinding	Besar Jendela (cm ²)	Besar Area Terayang (cm ²)	Persen Area Terbayang
D1B dan D1T	12.480	11.906,7	95,41%
D2B	621.000	621.000	100%
D3B dan D2T	24.300	18.635,09	76,69%

Rekomendasi *shading device* horizontal 1 dapat membayangi jendela dengan nilai diatas 90% kecuali pada D3B dan D2T yang hanya sampai 76,69%. Sementara pada D2B *shading device* dapat membayangi sepenuhnya

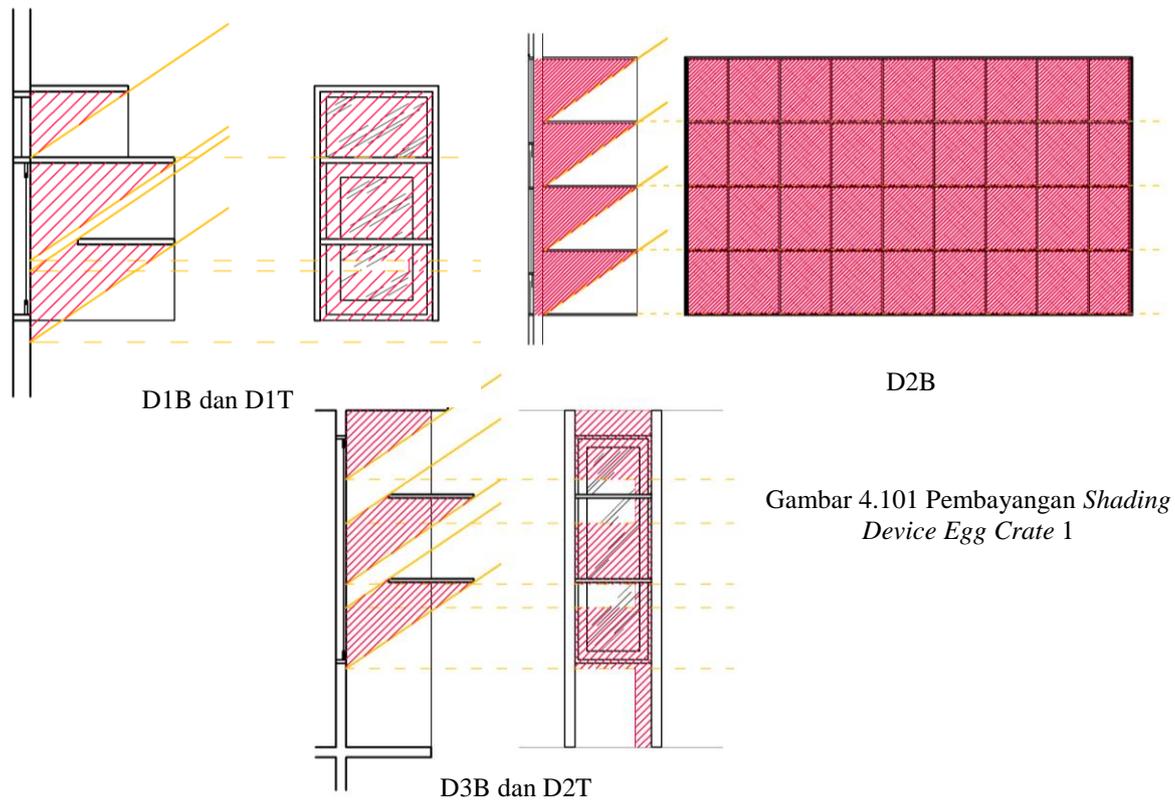


Gambar 4.100 Pembayangan *Shading Device* Horizontal 2

Tabel 4.21 Besar Pembayangan pada Jendela dengan Horizontal 2

Dinding	Besar Jendela (cm ²)	Besar Area Terayang (cm ²)	Persen Area Terbayang
D1B dan D1T	12.480	12.480	100%
D2B	621.000	621.000	100%
D3B dan D2T	24.300	22.095,1	90,93%

Rekomendasi *shading device* horizontal 2 dapat membayangi jendela sepenuhnya kecuali pada dinding D3B dan D2T yang hanya dapat membayangi 90,93%. Pada rekomendasi ini area yang terbayang masih lebih besar dari rekomendasi horizontal 1

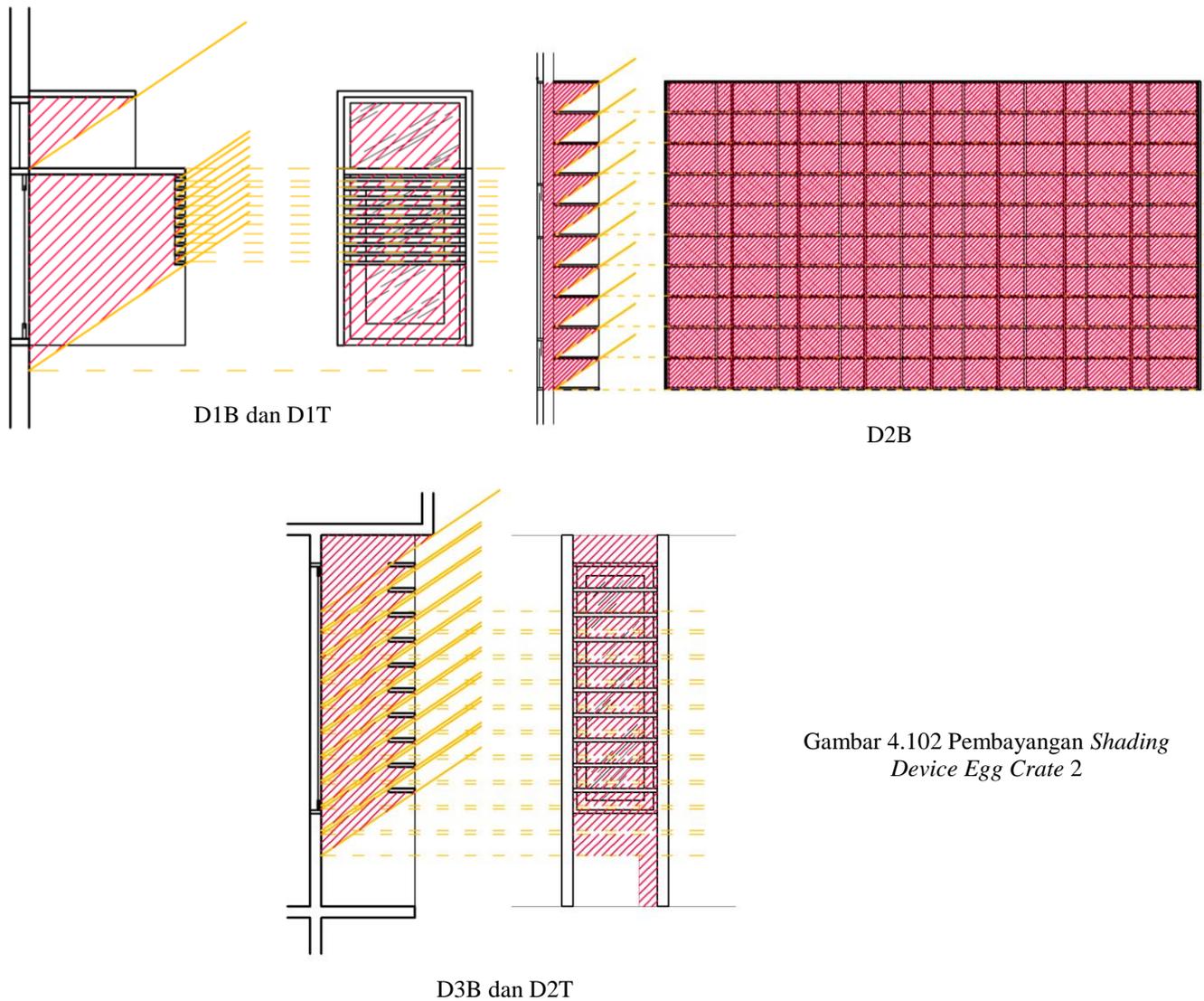


Gambar 4.101 Pembayangan *Shading Device Egg Crate 1*

Tabel 4.22 Besar Pembayangan pada Jendela dengan *Egg Crate 1*

Dinding	Besar Jendela (cm²)	Besar Area Terayang (cm²)	Persen Area Terbayang
D1B dan D1T	12.480	12.031,48	96,4%
D2B	621.000	621.000	100%
D3B dan D2T	24.300	18.635,09	76,69%

Pada rekomendasi *egg crate 1* semua dinding dapat membayangi lebih baik dari horizontal 1 karena dibantu dengan sirip vertical pada dinding D1B dan D1T.

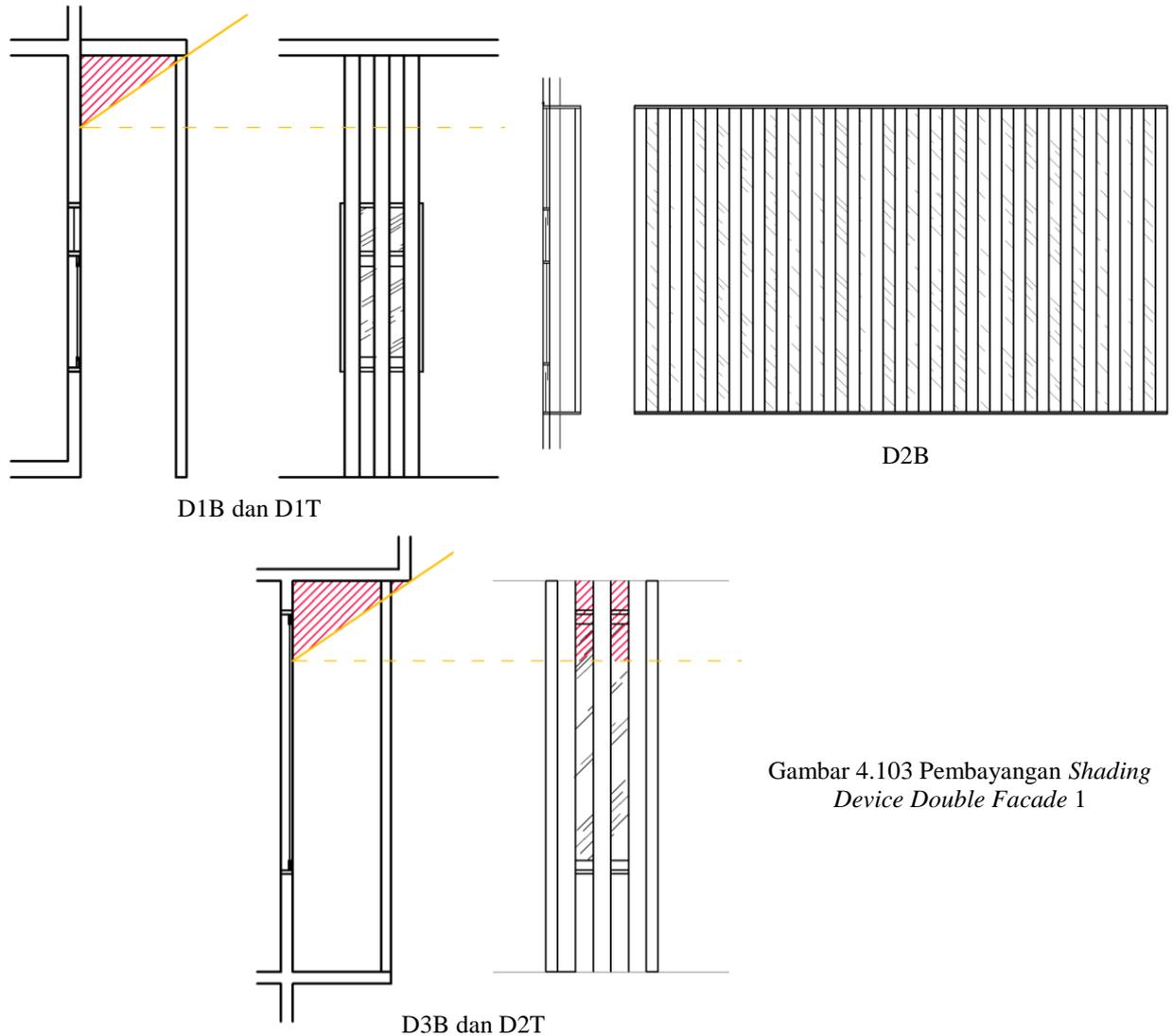


Gambar 4.102 Pembayangan *Shading Device Egg Crate 2*

Tabel 4.23 Besar Pembayangan pada Jendela dengan *Egg Crate 2*

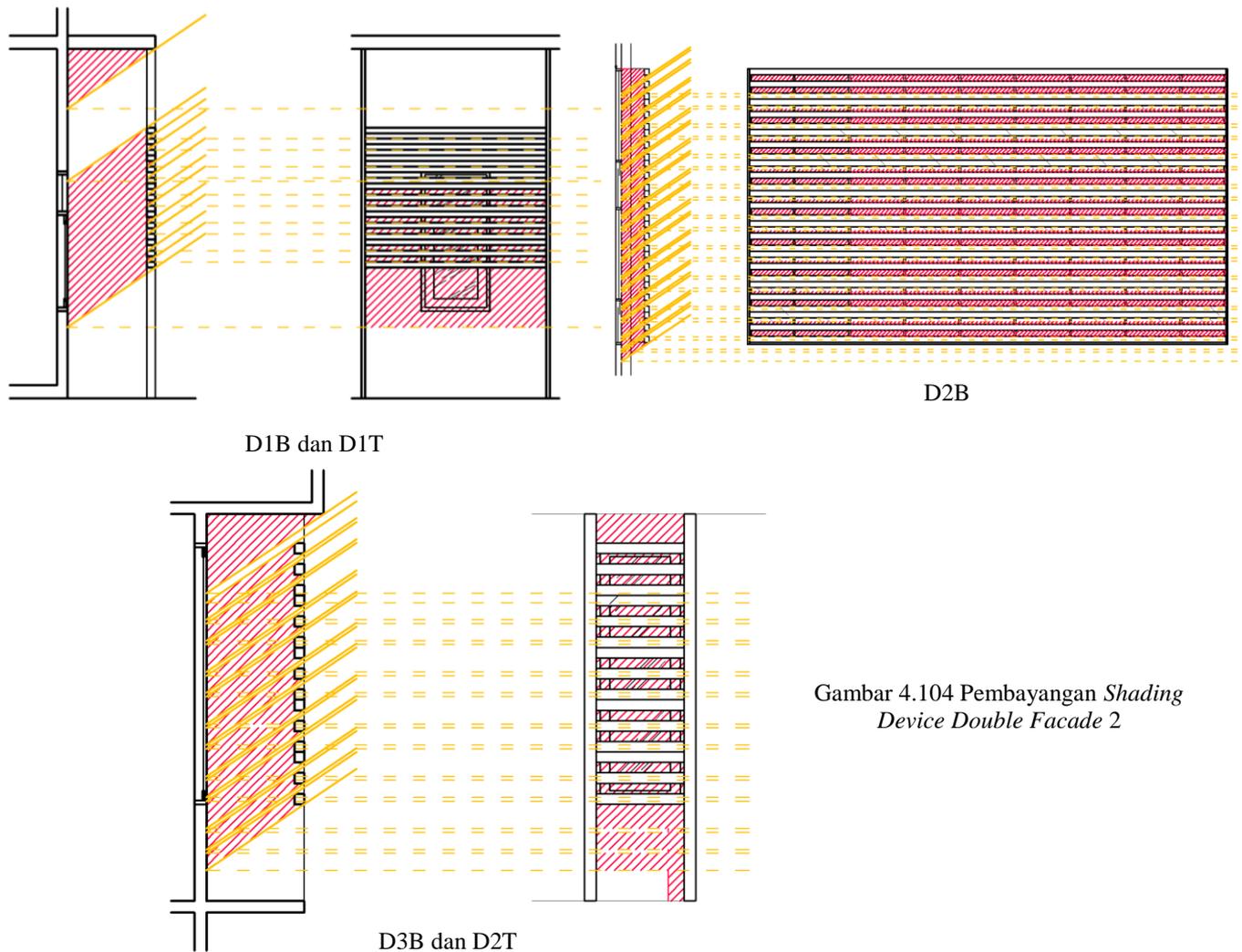
Dinding	Besar Jendela (cm ²)	Besar Area Terayang (cm ²)	Persen Area Terbayang
D1B dan D1T	12.480	12.480	100%
D2B	621.000	621.000	100%
D3B dan D2T	24.300	22.095,1	90,93%

Pada rekomendasi *egg crate 2* memiliki besar pembayangan yang sama dengan rekomendasi horizontal 2.

Tabel 4.23 Besar Pembayangan pada Jendela dengan *Double Façade 1*

Dinding	Besar Jendela (cm ²)	Besar Area Terayang (cm ²)	Persen Area Terbayang
D1B dan D1T	12.480	7.488	60%
D2B	621.000	372.600	60%
D3B dan D2T	24.300	16.967,47	69,82%

Pada rekomendasi *Double Façade 1* semua *shading device* dapat membayangi jendela sebesar 60%, sesuai dengan besar *shading device* yang didesain. Pada dinding D3B dan D2T dapat terbayang lebih besar karena adanya pembayang horisontal eksisting.

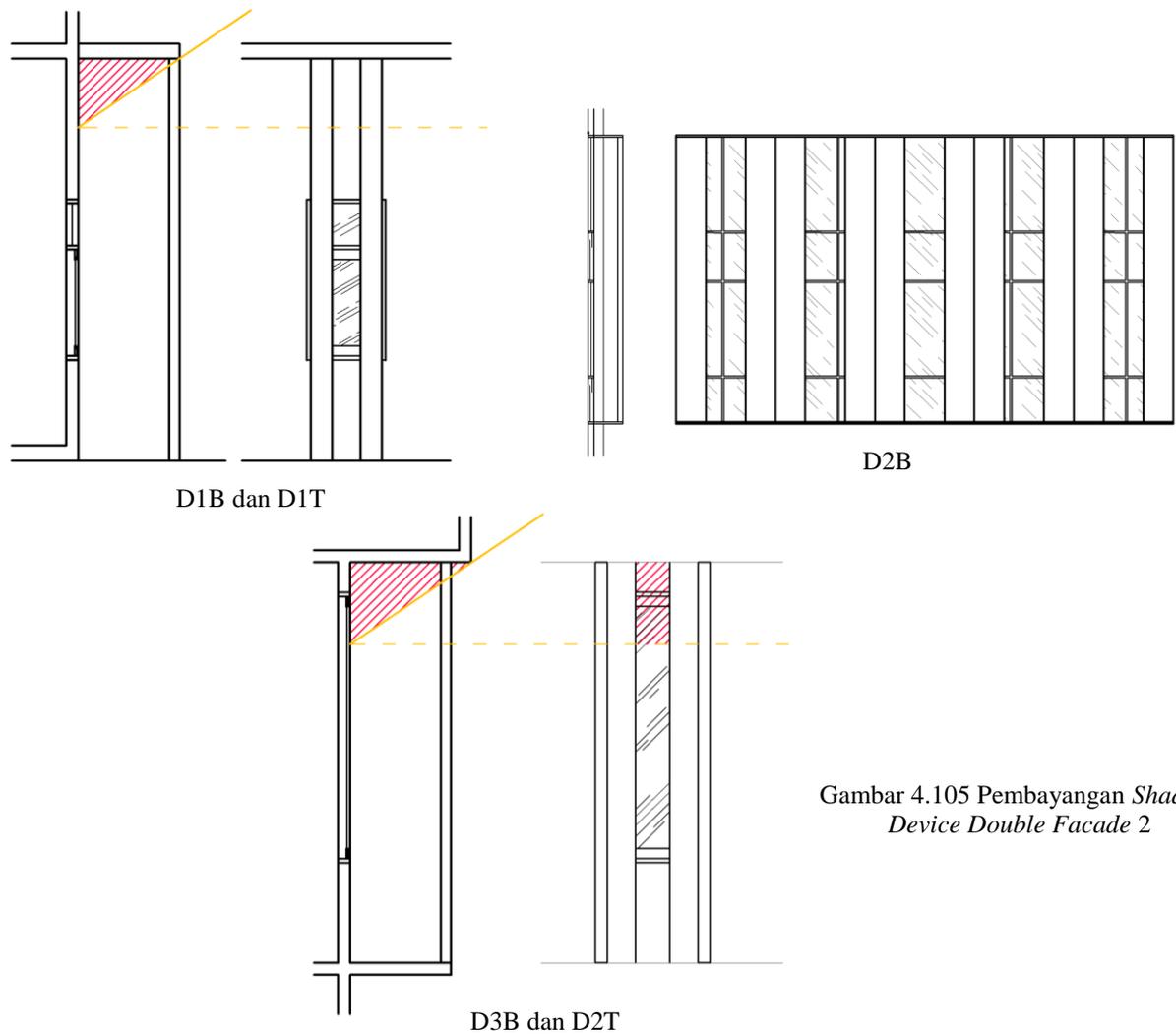


Gambar 4.104 Pembayangan *Shading Device Double Façade 2*

Tabel 4.24 Besar Pembayangan pada Jendela dengan *Double Façade 2*

Dinding	Besar Jendela (cm ²)	Besar Area Terbayang (cm ²)	Persen Area Terbayang
D1B dan D1T	12.480	11.594,3	92,9%
D2B	621.000	513.028,8	82,61%
D3B dan D2T	24.300	21.238,9	87,40%

Pada rekomendasi *double façade 2* memiliki nilai pembayangan jauh lebih tinggi dari *double façade 1*. Hal ini dikarenakan bentuk pembayang berupa panel horizontal yang dapat membayangi dengan baik pada saat ketinggian matahari yang tinggi dan posisi panel-panel yang disesuaikan dengan sudut kedatangan matahari.



Gambar 4.105 Pembayangan *Shading Device Double Façade 2*

Tabel 4.25 Besar Pembayangan pada Jendela dengan *Double Façade 3*

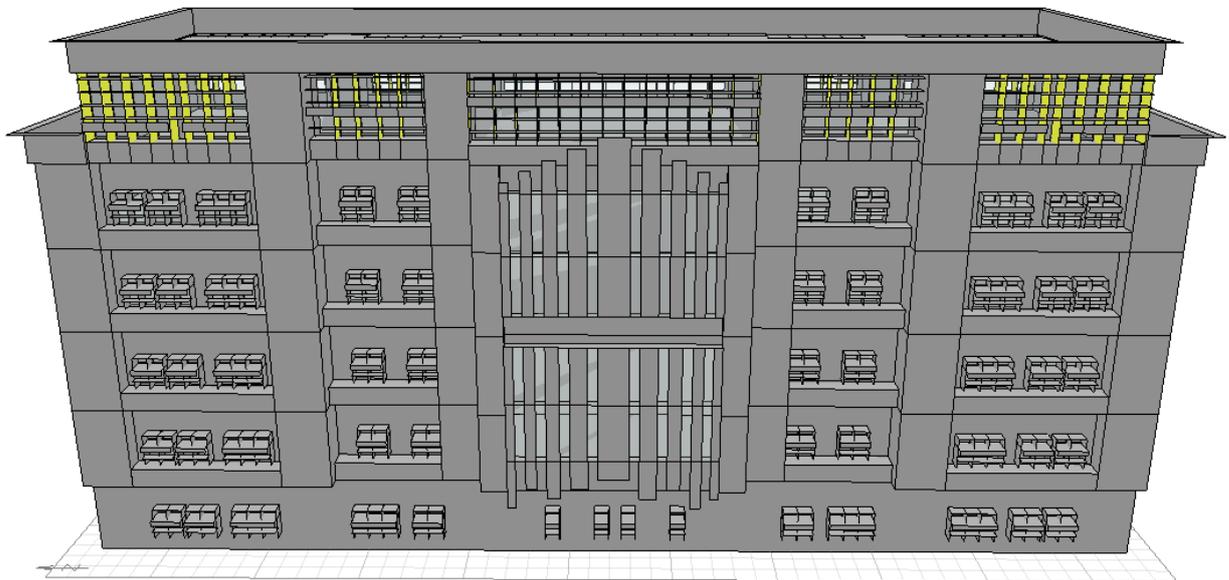
Dinding	Besar Jendela (cm ²)	Besar Area Terayang (cm ²)	Persen Area Terbayang
D1B dan D1T	12.480	7.488	60%
D2B	621.000	372.600	60%
D3B dan D2T	24.300	16.967,47	69,82%

Pada rekomendasi *double façade 3* nilai besar pembayangan tidak berbeda dari rekomendasi *double façade 1*.

Dari semua analisis pembayangan yang didapatkan bahwa jenis pembayang yang memiliki bentuk panel ataupun sirip horizontal dapat membayangi jendela dengan baik karena orientasi dinding yang menghadap barat dan timur. Rekomendasi *egg crate 2* memiliki besar nilai pembayang yang baik dengan ukuran pembayang dari hasil perhitungan rekomendasi.

4.4.8. Desain rekomendasi *shading device*

Setelah dilakukannya semua simulasi, analisis dan perhitungan didapatkanlah desain rekomendasi sebagai berikut.



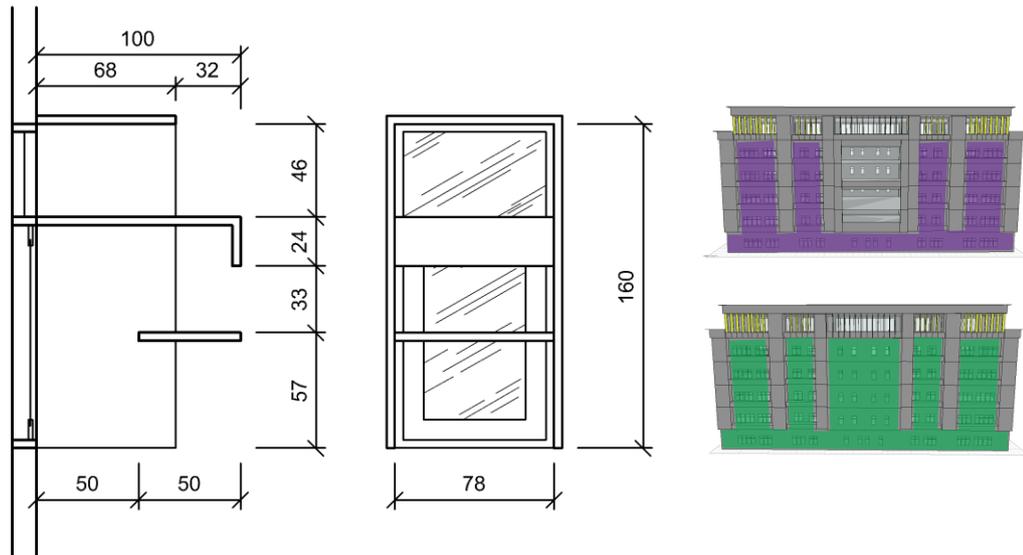
Gambar 4.106 Fasad barat rekomendasi



Gambar 4.107 Fasad timur rekomendasi

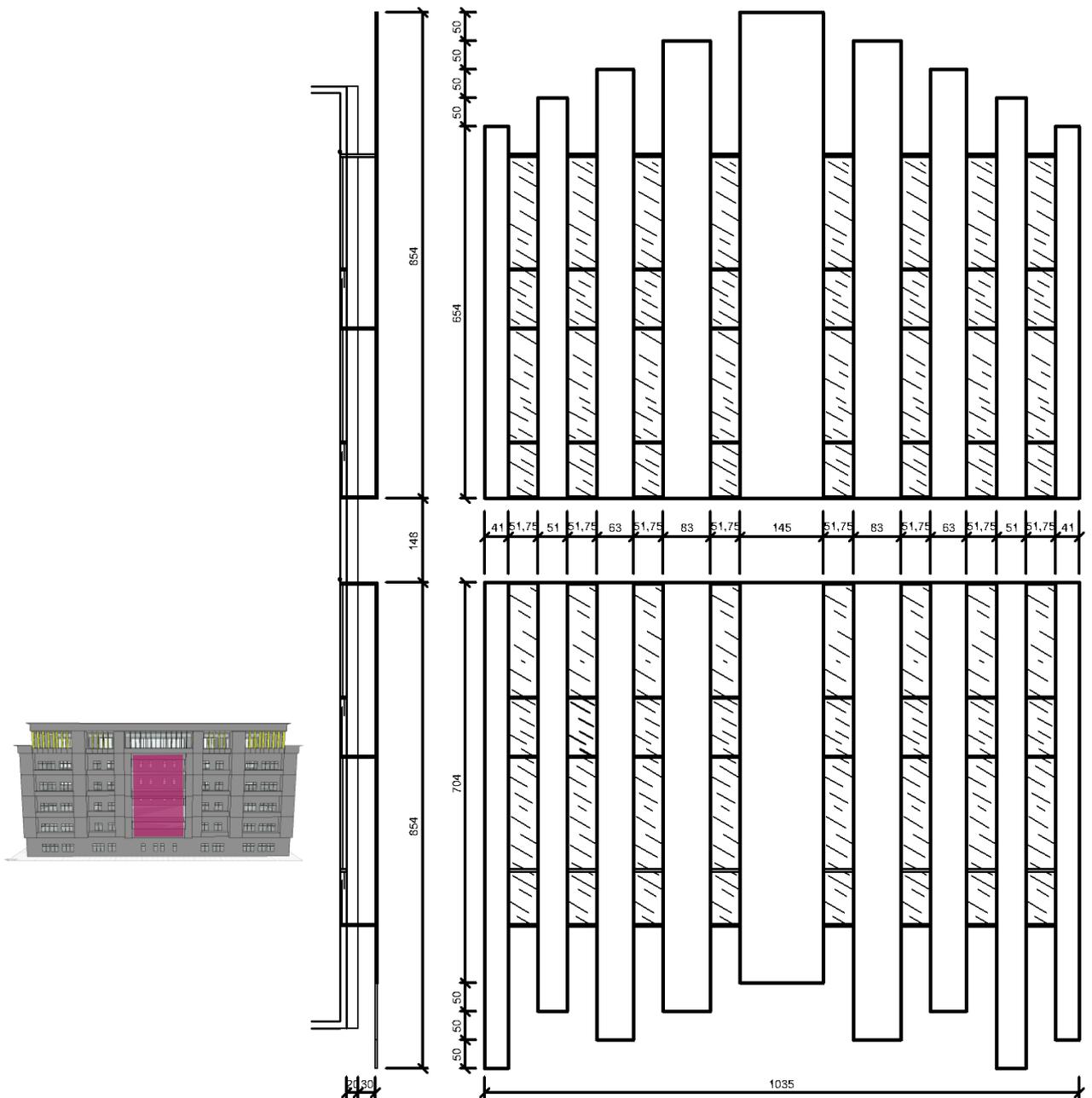
Pada D1B dan D1T *shading device* menggunakan jenis *egg crate 1* yang dimodifikasi. *Egg crate* dipilih karena selain dapat menurunkan nilai penerimaan radiasi matahari pada fasad bangunan dan memiliki persentase keterbukaan yang besar, *shading*

device jenis ini juga sudah digunakan pada bangunan sekitar sehingga gedung objek penelitian memiliki suatu kesamaan dengan bangunan sekitar. *Shading device* memiliki 3 panel horizontal yang memiliki panjang 68 cm, 100 cm dan 50 cm dengan lebar 78 cm. diberikan panel yang sejajar dengan dinding seluas 24 cm X 78 cm sebagai bentuk kesatuan dengan desain lainnya dan menambah area terbayang.



Gambar 4.108 Detail *shading device* pada D1B dan D1T rekomendasi

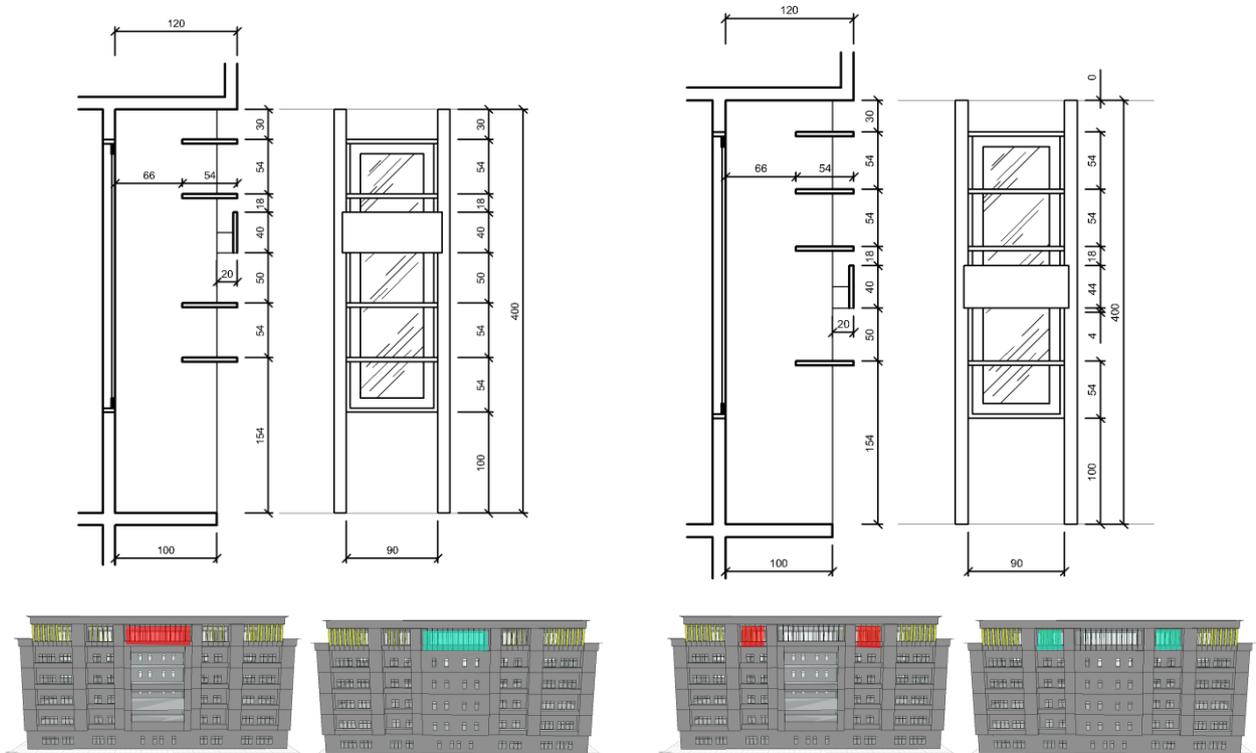
Untuk dinding D2B *shading device* menggunakan *secondary skin*. Pemilihan ini dilakukan karena posisi dinding yang lebih menjorok keluar dari dinding lain di fasad barat sehingga penggunaan *shading device* tipe lain akan terlalu menonjolkan dinding ini karena memerlukan ukuran *shading device* yang besar. Penggunaan *secondary skin* ini tidak memerlukan panjang berlebih sehingga sisi ini tidak akan terlihat terlalu mencolok dari sisi lain. Panel memiliki lebar 41 cm, 51 cm, 63cm, 83 cm dan 145 cm dengan jarak antar panel 51,75 cm. Panel memiliki panjang yang bervariasi dari yang paling pendek 654 cm sampai paling panjang 854 cm.



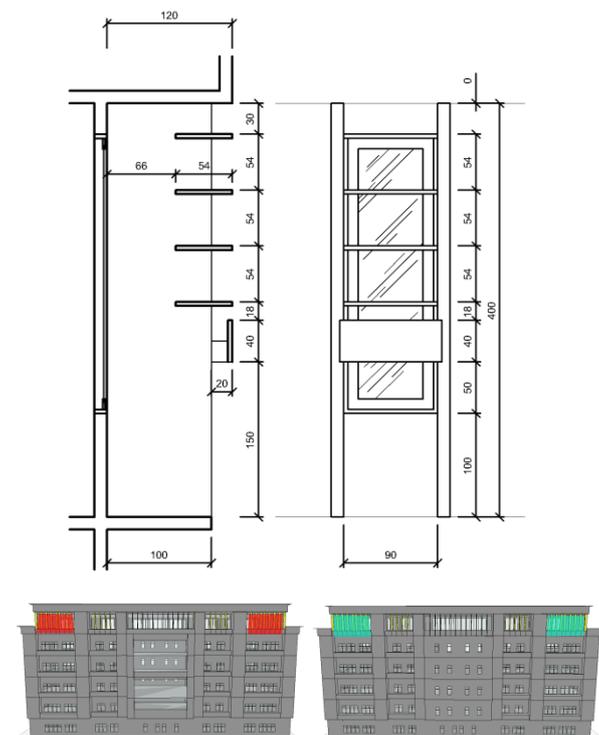
Gambar 4.109 Detail *shading device* pada D2B pada rekomendasi

Pengaturan panel *secondary skin* pada dinding D2B menunjukkan motto dari Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya itu sendiri, yaitu “*Do The Best Towards Perfection*” dimana panjang panel yang tidak beraturan pada bagian bawah menggambarkan ketidakesempurnaan sehingga ketika melewati papan nama Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya panjang panel bagian atas menjadi teratur dan menuju kekesempurnaan. Ukuran panel dari yang kecil ke yang paling besar di tengah menunjukkan kontribusi dari Fakultas Teknik Pertanian dalam pembangunan nasional seperti misi dari Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada D3B dan D2T menggunakan *shading device* tipe *egg crate* dengan menambahkan panel horizontal pada sirip vertikal eksisting. Panel tersebut berukuran 54 cm X 90 cm dengan jarak antar panel 54 cm. Terdapat satu panel yang sejajar dengan dinding dengan ukuran 40 cm X 90 cm.



Gambar 4.110 Detail *shading device* pada D3B dan D2T pada rekomendasi



Gambar 4.111 Detail *shading device* pada D3B dan D2T pada rekomendasi

3 Jenis *shading device* pada dinding D3B dan D2T melambangkan 3 jurusan yang ada di Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya, yaitu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Keteknikan Pertanian dan Jurusan Teknologi Industri Pertanian.

4.5. Hasil Perbandingan

4.5.1. Perhitungan OTTV setelah rekomendasi

Setelah melakukan perhitungan rekomendasi *shading device* dan diaplikasikan ke dalam model digital, dilakukan lagi perhitungan OTTV untuk melihat besar penurunannya. Untuk itu dilakukan perhitungan SC_{EF} kembali untuk setiap dinding yang mendapatkan rekomendasi *shading device*.

Tabel 4.26 Nilai SC_{EF} Hasil Rekomendasi

Dinding	P_1 (m)	H (m)	P_2 (m)	W (m)	R_1	R_2	SC_{EF}
D1B dan D1T	2,35	1,6	0,68	0,7	1,47	0,97	0,491
D3B dan D2T	3,96	3,1	1,2	0,94	1,28	1,28	0,509

Untuk dinding D2B karena luas panel adalah 60% dari luas bukaan jendela, maka nilai $SC_{EF} = 0,40$.

Tabel 4.27 Nilai SC Hasil Rekomendasi

Dinding	SC_K	SC_{EF}	SC
D1B dan D1T	0,95	0,49	0,47
D3B dan D2T	0,95	0,51	0,48
D2B	0,69	0,40	0,28

Perhitungan dilanjutkan dengan rumus OTTV.

Tabel 4.28 Perhitungan Konduksi Melalui Dinding Hasil Rekomendasi

Dinding	α	U_w	WWR	TD_{Ek}	Konduksi melalui dinding
D1B	0,258	1,018	0,2	15	3,150
D2B	0,258	1,018	0,72	15	1,103
D3B	0,258	1,018	0,601	15	1,571
D4B	0,722	1,018	-	15	11,026
D5B	0,258	1,018	-	15	3,938
D6B	0,722	1,018	-	15	11,026
D7B	0,258	1,018	-	15	3,938
D8B	0,722	1,018	-	15	11,026

D9B	0,258	1,018	-	15	3,938
D1T	0,258	1,018	0,174	15	3,252
D2T	0,258	1,018	0,601	15	1,571
D3T	0,722	1,018	-	15	11,026
D4T	0,722	1,018	-	15	11,026
D5T	0,258	1,018	-	15	3,938
D6T	0,722	1,018	-	15	11,026
D7T	0,258	1,018	-	15	3,938

Tidak ada hasil yang berubah dari perhitungan konduksi melalui dinding karena tidak ada nilai yang berubah.

Tabel 4.29 Perhitungan Konduksi Melalui Kaca Hasil Rekomendasi

Dinding	Uf	WWR	ΔT	Konduksi melalui kaca
D1B	4,728	0,2	5	4,729
D2B	3,672	0,72	5	13,221
D3B	4,728	0,601	5	14,209
D1T	4,728	0,174	5	4,117
D2T	4,728	0,601	5	14,209

Tidak ada hasil yang berubah dari perhitungan konduksi melalui kaca karena tidak ada nilai yang berubah.

Tabel 4.30 Perhitungan Radiasi Melalui Kaca Hasil Rekomendasi

Dinding	SC	WWR	SF	Radiasi melalui kaca
D1B	0,47	0,2	243	22,672
D2B	0,28	0,72	243	48,289
D3B	0,48	0,601	243	70,647
D1T	0,47	0,174	112	9,097
D2T	0,48	0,601	112	32,562

Perubahan nilai SC pada perhitungan nilai radiasi melalui kaca menunjukkan hasil yang menurun pada semua dinding. Penurunan paling besar terjadi pada dinding D2B yang turun sebesar 72,433 dari nilai semula. Sementara dinding D3B memiliki nilai radiasi yang paling besar.

Tabel 4.31 Perhitungan OTTV Setiap Dinding Hasil Rekomendasi

Dinding	Konduksi melalui dinding	Konduksi melalui kaca	Radiasi melalui kaca	OTTV
D1B	3,15	4,729	22,672	30,552
D2B	1,103	17,023	48,289	62,612

D3B	1,571	14.209	70,647	86,428
D4B	11,026	-	-	11,026
D5B	3,938	-	-	3,938
D6B	11,026	-	-	11,026
D7B	3,938	-	-	3,938
D8B	11,026	-	-	11,026
D9B	3,938	-	-	3,938
D1T	3,252	4,117	9,097	16,466
D2T	1,571	14,209	32,562	48,342
D3T	11,026	-	-	11,026
D4T	11,026	-	-	11,026
D5T	3,938	-	-	3,938
D6T	11,026	-	-	11,026
D7T	3,938	-	-	3,938

Nilai OTTV pada semua dinding yang memiliki jendela dapat turun karena turunnya nilai radiasi melalui kaca. Nilai OTTV paling tinggi terjadi pada dinding D3B.

Tabel 4.32 Perhitungan Total OTTV Hasil Rekomendasi

Dinding	OTTV	A (m ²)	OTTV X A
D1B	30,55	600,8	18.355,51
D2B	62,61	160	10.017,96
D3B	86,43	149.6	12.929,56
D4B	11,026	252.8	2.787,36
D5B	3,938	41.6	163,81
D6B	11,026	92	1.014,39
D7B	3,938	22.4	88,21
D8B	11,026	92	1.014,39
D9B	3,938	22.4	88,21
D1T	16,47	802.4	13.212,17
D2T	48,34	149.6	7.231,97
D3T	11,026	252.8	2.787,36
D4T	11,026	88	970,28
D5T	3,938	9.6	37,80
D6T	11,026	88	970,28
D7T	3,938	9.6	37,80
Total		2.833,6	71.707,06
OTTV Total			25,31

Dapat dilihat bahwa nilai OTTV Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya turun dari 37,02 Watt/m² menjadi 25,31 Watt/m², turun sebesar 31,63%, setelah diberikan rekomendasi desain *shading device*.

4.5.2. Perbandingan hasil simulasi

Model digital yang sudah diberikan rekomendasi kemudian juga dilakukan simulasi kembali untuk mengetahui seberapa besar penurunan dari penerimaan radiasi matahari rata-rata per harinya.

Insolation Analysis

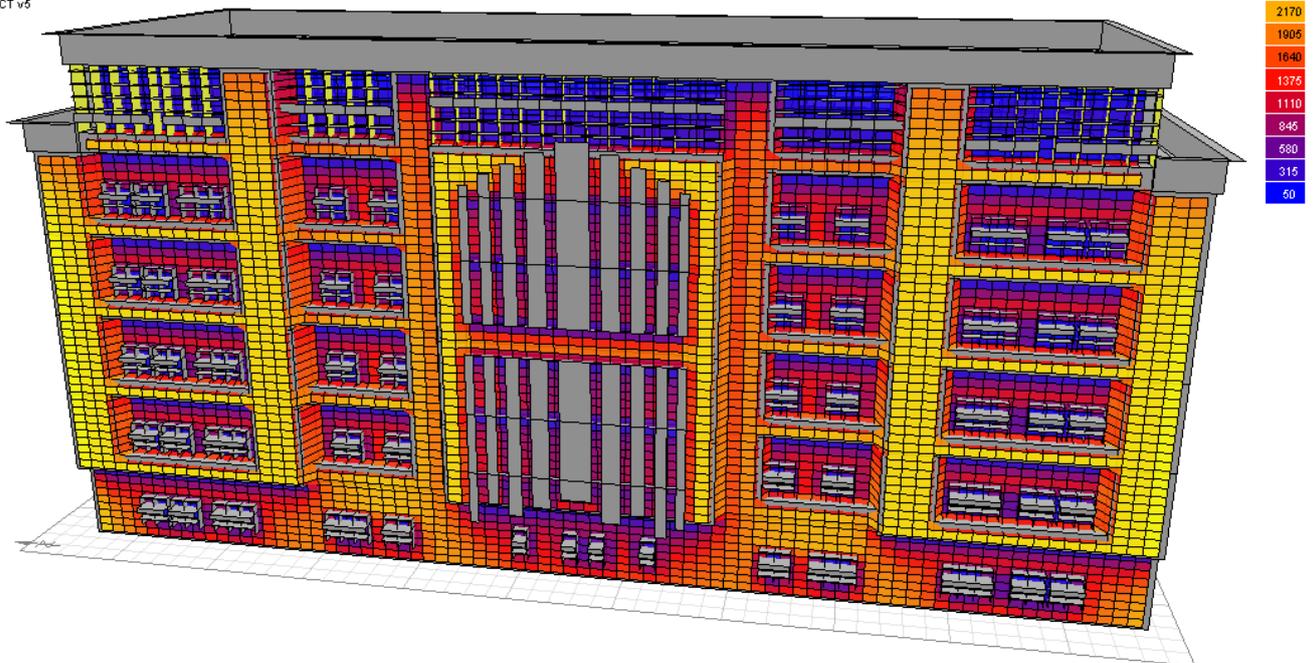
Avg. Daily Radiation

Value Range: 50 - 2700 Wh

(c) ECOTECH v5

Average Value: 1232.90 Wh

Visible Nodes: 4720



Gambar 4.116 Hasil simulasi fasad barat setelah diberikan rekomendasi

Insolation Analysis

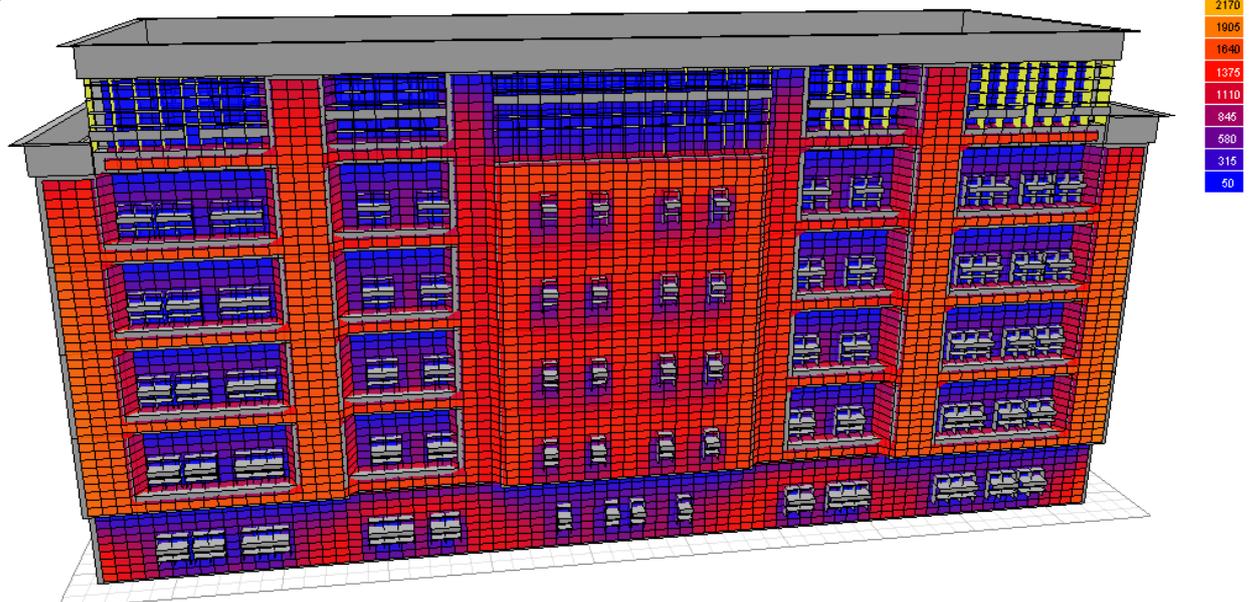
Avg. Daily Radiation

Value Range: 50 - 2700 Wh

(c) ECOTECH v5

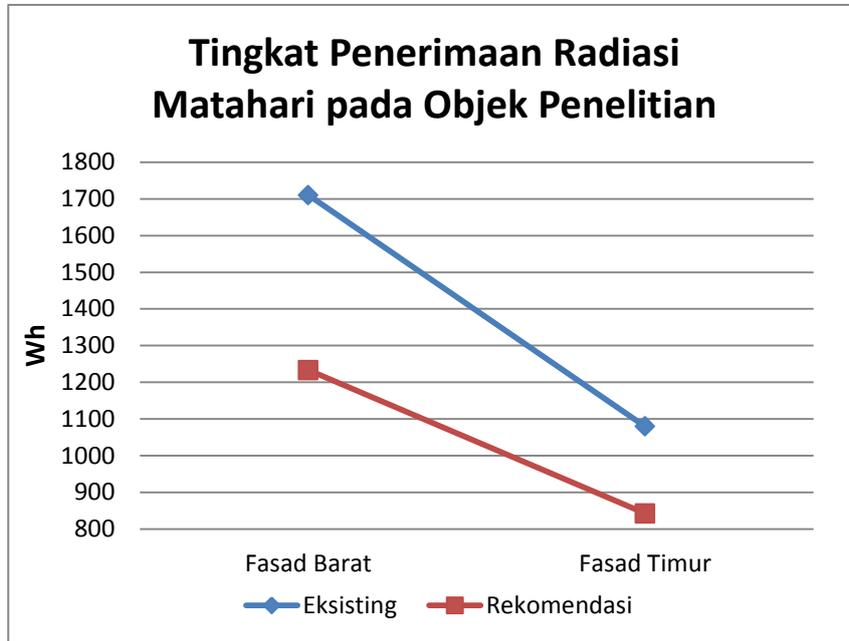
Average Value: 841.95 Wh

Visible Nodes: 4720



Gambar 4.117 Hasil simulasi fasad timur setelah diberikan rekomendasi

Nilai rata-rata per harinya pada setiap fasad turun setelah diberikan *shading device* rekomendasi. Fasad barat dari semula 1709,93 Wh turun 27,3% menjadi 1232,90 Wh dan fasad timur dari semula 1079,34 Wh turun 22,99% menjadi 841,95 Wh

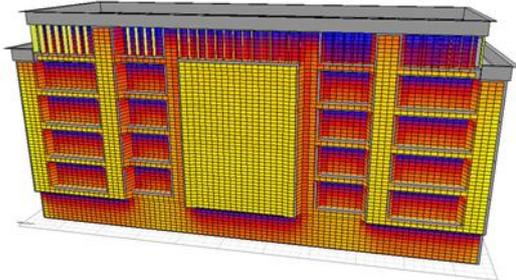
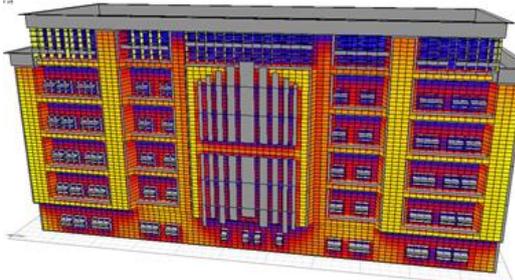
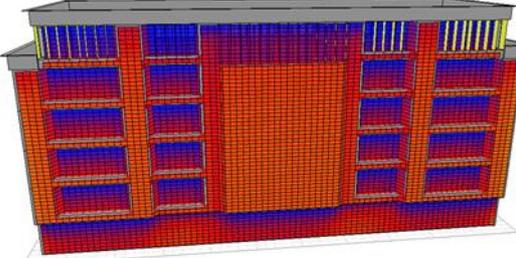
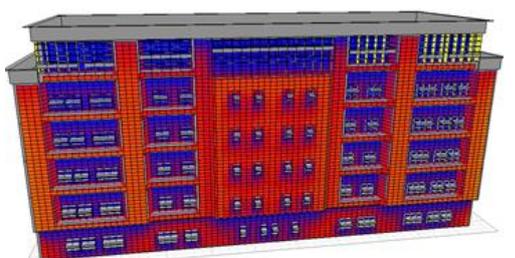


Gambar 4.118 Grafik penurunan tingkat radiasi matahari pada Gedung Fakultas Teknik Pertanian Universitas Brawijaya

Berikut adalah tabel perbandingan antara eksisting dengan rekomendasi.

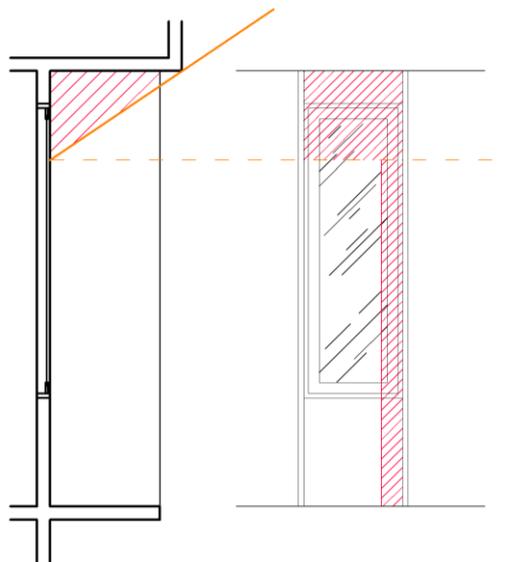
Tabel 4.33 Tabel Perbandingan Eksisting dan Rekomendasi

		Eksisting	Rekomendasi
Fasad	Barat		
	Timur		

Simulasi Rata-rata Penerimaan Radiasi Matahari Perhari	Barat	 1709,93 Wh	 1232,9 Wh
	Timur	 1079,34 Wh	 841,95 Wh
Nilai OTTV		37,02 Watt/m ²	25,31 Watt/m ²

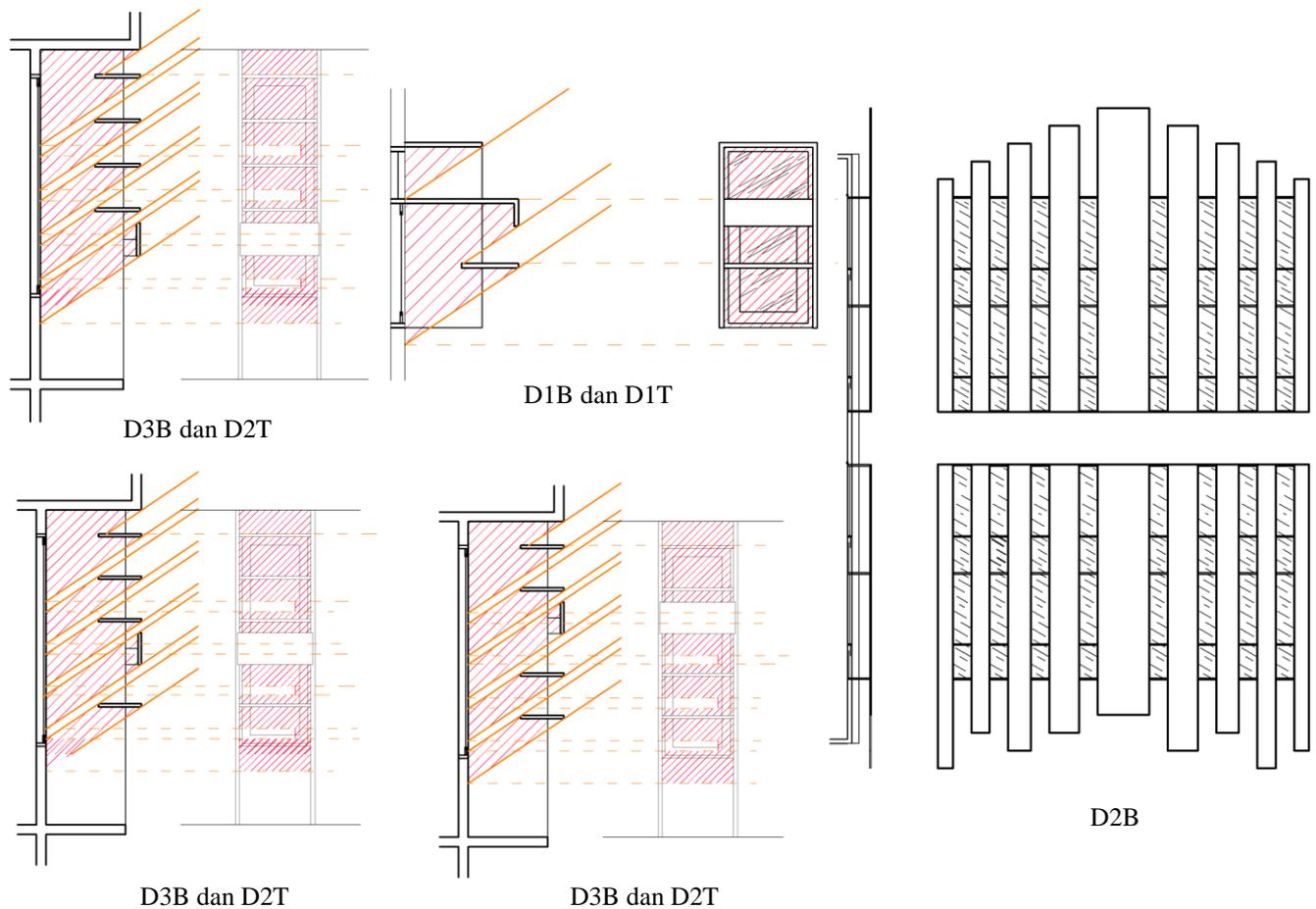
4.5.3. Perbandingan pembayangan pada jendela

Pada fasad bangunan eksisting sebagian besar jendela tidak memiliki pembayang langsung pada jendela tersebut sehingga pembayangan pada jendela tidak maksimal sehingga jendela tidak terbayangi sama sekali pada waktu yang ditentukan (tanggal 23 September jam 3 sore). Hanya pada dinding D3B dan D2T yang sudah memiliki *shading device* eksisting yang mampu membayangi jendelanya dan didapatkan bahwa hanya 36,53% dari luas jendela yang terbayangi pada waktu yang ditentukan.



Gambar 4.119 Pembayangan pada jendela dinding D3B dan D2T eksisting

Berikut adalah pembayangan pada hasil rekomendasi *shading device*.



Gambar 4.120 Pembayangan pada hasil rekomendasi

Tabel 4.34 Besar Pembayangan pada Jendela dengan Hasil Rekomendasi

Dinding	Besar Jendela (cm ²)	Besar Area Terayang (cm ²)	Persen Area Terbayang
D1B dan D1T	12.480	12.480	100%
D2B	621.000	372.600	60%
D3B dan D2T	24.300	20.703,73	85,2%

Didapatkan area jendela yang terbayang dengan hasil rekomendasi paling kecil sebesar 60% pada dinding D2B. Hal ini dikarenakan besar panel vertikal yang hanya sebesar 60% dari luas kaca yang dibayangi pada dinding tersebut. Pada dinding D1B dan D1T *shading device* dapat membayangi jendela 100%. Untuk dinding D3B dan D2T walaupun jenis pembayangnya berbeda, tetapi karena ukuran dan bentuk yang sama hanya berbeda komposisinya nilainya dianggap sama, yaitu sebesar 85,2%.