

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai evaluasi serta langkah optimasi nilai OTTV pada selubung bangunan Gedung *Teaching Factory* Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dalam kondisi eksisting nilai OTTV Gedung *Teaching Factory* Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro belum memenuhi standar sesuai yang ditetapkan dalam SNI 6389:2020 dengan nilai *Window-to-Wall Ratio* (WWR) sebesar 23,15% dan nilai OTTV mencapai 38,84 W/m², di mana angka perolehan tersebut melebihi ambang batas maksimal yang diizinkan yaitu 35 W/m².
2. Berdasarkan hasil simulasi, ditemukan bahwa pemilihan jenis material kaca, rasio bukaan, dan sistem peneduh memiliki pengaruh yang saling berhubungan dalam menentukan capaian nilai OTTV, yaitu:
 - a. Penggunaan material kaca *single clear glass* pada bangunan eksisting memiliki kelemahan dalam menahan radiasi panas matahari. Simulasi penggantian material menjadi kaca Panasap Euro Grey (DEFL) berketebalan 8mm dan New Stopsol Supersilver Euro Grey (SSGEF) berketebalan 8mm menunjukkan kemampuan mereduksi panas dengan teknologi *tinted glass* dan *coating*.
 - b. Adanya bukaan jendela berukuran besar tanpa peneduh di sisi Barat menjadi penyumbang terbesar kenaikan OTTV pada bangunan eksisting. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa semakin besar sudut kemiringan pada peneduh horizontal maupun vertikal, maka akan semakin efektif penurunan nilai OTTV yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan sudut kemiringan yang lebih besar mampu memberikan

pembayangan lebih optimal dalam menghalangi panas matahari langsung pada permukaan kaca

- c. Penurunan nilai WWR umumnya membantu mereduksi transmisi panas. Namun, ditemukan bahwa kenaikan rasio WWR tidak selalu memperburuk nilai OTTV apabila dikombinasikan dengan pemilihan material kaca berperforma tinggi dan pengaplikasian peneduh luar yang optimal.
 - d. Integrasi ketiga parameter tersebut terbukti mampu menurunkan nilai OTTV hingga berada di bawah batas maksimal yang distandarkan. Hal ini terlihat dari penurunan nilai OTTV pada alternatif 1 menjadi 30,39 W/m², alternatif 2 menjadi 28,18 W/m², alternatif 3 menjadi 31,91 W/m², alternatif 4 menjadi 29,49 W/m², alternatif 5 menjadi 26,25 W/m², alternatif 6 menjadi 24,50 W/m², alternatif 7 menjadi 26,85 W/m², dan alternatif 8 menjadi 25,04 W/m².
3. Strategi desain yang paling efektif untuk mencapai nilai OTTV yang optimal dan sesuai standar adalah dengan mengombinasikan strategi penurunan rasio WWR sebesar 10%, penggunaan material kaca Stopsol Euro Grey 8mm, serta pengaplikasian peneduh tipe horizontal yang telah disesuaikan lebar dan kemiringannya sesuai dengan arah matahari. Kombinasi ini menghasilkan nilai OTTV terendah sebesar 25,88 W/m².

5.2 Rekomendasi Desain

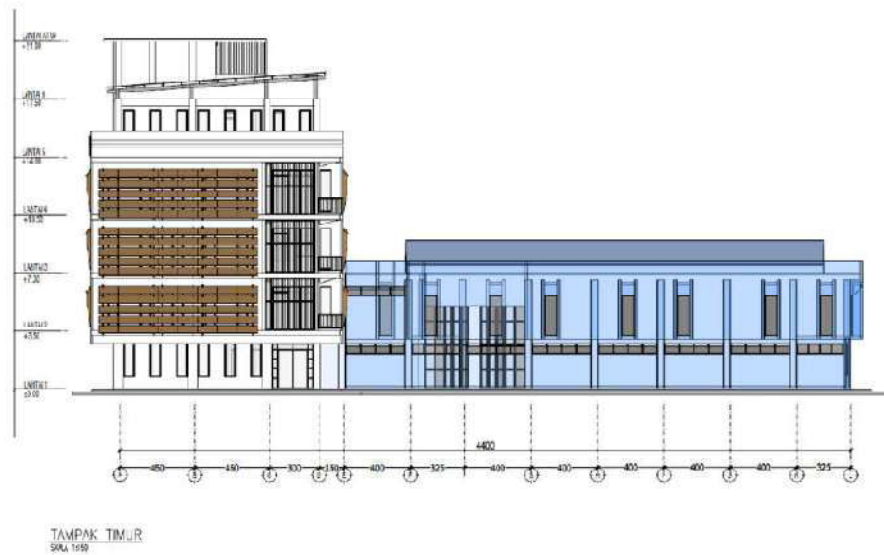
Berdasarkan hasil perhitungan dan komparasi alternatif desain pada Bab IV, alternatif 6 ditetapkan sebagai desain optimal untuk fasad Gedung *Teaching Factory* Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Pemilihan ini didasarkan pada kemampuan desain dalam menekan beban panas matahari hingga dibawah standar SNI 6389:2020, dengan tetap mempertimbangkan efisiensi biaya serta kemudahan pelaksanaan konstruksi.

Secara visual, fasad desain ini mengintegrasikan material kaca reflektif dengan sistem peneduh horizontal yang dirancang untuk menciptakan fasad

bangunan yang adaptif terhadap iklim tropis di Semarang. Penerapan elemen fasad pada alternatif 6 ditunjukkan melalui visualisasi berikut:



Gambar 5. 1 Tampak Barat



Gambar 5. 2 Tampak Timur



TAMPAK SELATAN
SKALA 1:50

Gambar 5. 3 Tampak Selatan



TAMPAK UTARA
SKALA 1:50

Gambar 5. 4 Tampak Utara

Implementasi desain alternatif 6 diwujudkan melalui penggabungan material berkualitas tinggi dan sistem pemasangan yang presisi. Berikut adalah rincian rekomendasi teknis desain alternatif 6.

5.2.1 Spesifikasi material dan pertimbangan biaya

Pemilihan material pada alternatif 6 didasarkan pertimbangan antara performa material terhadap nilai OTTV, estetika dan estimasi biaya. Pemilihan kaca reflektif ini didasarkan pada keunggulan lapisan (*coating*) *metal oksida*-nya yang sangat efektif memantulkan panas matahari untuk menurunkan beban energi *Air Conditioning* secara signifikan dari penurunan nilai OTTV hingga dibawah 35 W/m². Sekaligus memberikan tampilan bangunan yang mewah dan cerah tanpa kehilangan kualitas warna dalam jangka waktu lama.

Selanjutnya, material untuk peneduh dipilih ACP Marks dengan pertimbangan daya tahan materialnya yang tinggi mampu bertahan hingga 20 tahun tanpa kehilangan kualitas warna, meskipun terpapar iklim ekstrem. Selain keunggulan durabilitas, ACP Marks diproduksi dengan standar internasional yang memperhatikan aspek berkelanjutan sehingga lebih ramah lingkungan.

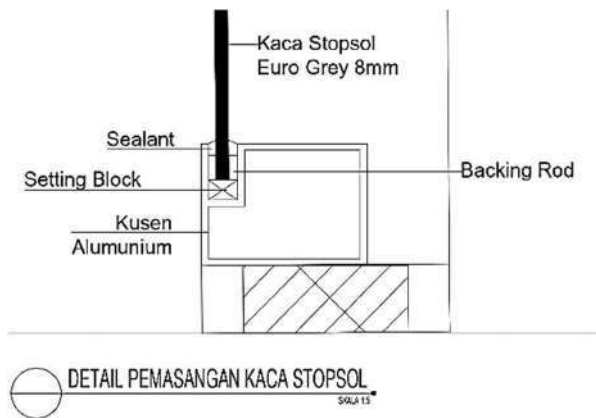
Penentuan dimensi bilah dan kanopi peneduh eksterior proyeksi horizontal pada Alternatif Desain 6 dilakukan dengan mempertimbangkan aspek efisiensi material dan *cost-efficiency*. Langkah penyesuaian panjang dan lebar pada setiap modul peneduh dilakukan berdasarkan ukuran lembaran material ACP Marks di pasaran guna meminimalkan sisa material yang terbuat (*waste material*) selama proses pemotongan yang akan berdampak langsung pada penghematan volume dan biaya pengadaan material. Rincian pemanfaatan lembaran modul serta persentase *waste* yang dihasilkan untuk Alternatif desain 6 dirincikan pada Tabel 5. 1 berikut

Tabel 5. 1 Perhitungan Persentase *Waste Material ACP*

Orientasi	Tipe Modul	Panjang Bilah	Jumlah Bilah	Dimensi Modul (cm)			Kebutuhan Modul			Luas ACP (cm ²)		Volume ACP (Lembar)		Volume Waste (Lembar)	Waste (%)
				P	L	t	Per Bilah	Sisa (cm)	Total	Modul	Total modul	Teoretis	Pengadaan		
Timur	M-120	960	15	120	60	5	8	0	120	16200	1944000	66	65,31	0,69	1,05%
Barat	M-120	240	10	120	40	5	2	0	20	11200	224000	9	7,52	1,48	16,39%
	M-120	420	10	120	40	5	3	60	30	11600	348000	13	11,29	1,71	13,17%
Utara	M-120	3215	1	120	50	10	26	95	26	15400	400400	14	13,45	0,55	3,92%
	M-240	1330	1	240	50	10	5	130	5	29800	149000	6	5,01	0,99	16,58%
	M-240	1600	1	240	50	10	6	160	6	29800	178800	7	6,01	0,99	14,19%
	M-120	800	2	120	50	10	6	80	12	15400	184800	7	6,21	0,79	11,31%
Selatan	M-240	1110	3	240	50	10	4	150	12	29800	357600	13	12,01	0,99	7,59%
	M-120	1035	3	120	50	10	8	75	24	15400	369600	13	12,42	0,58	449%

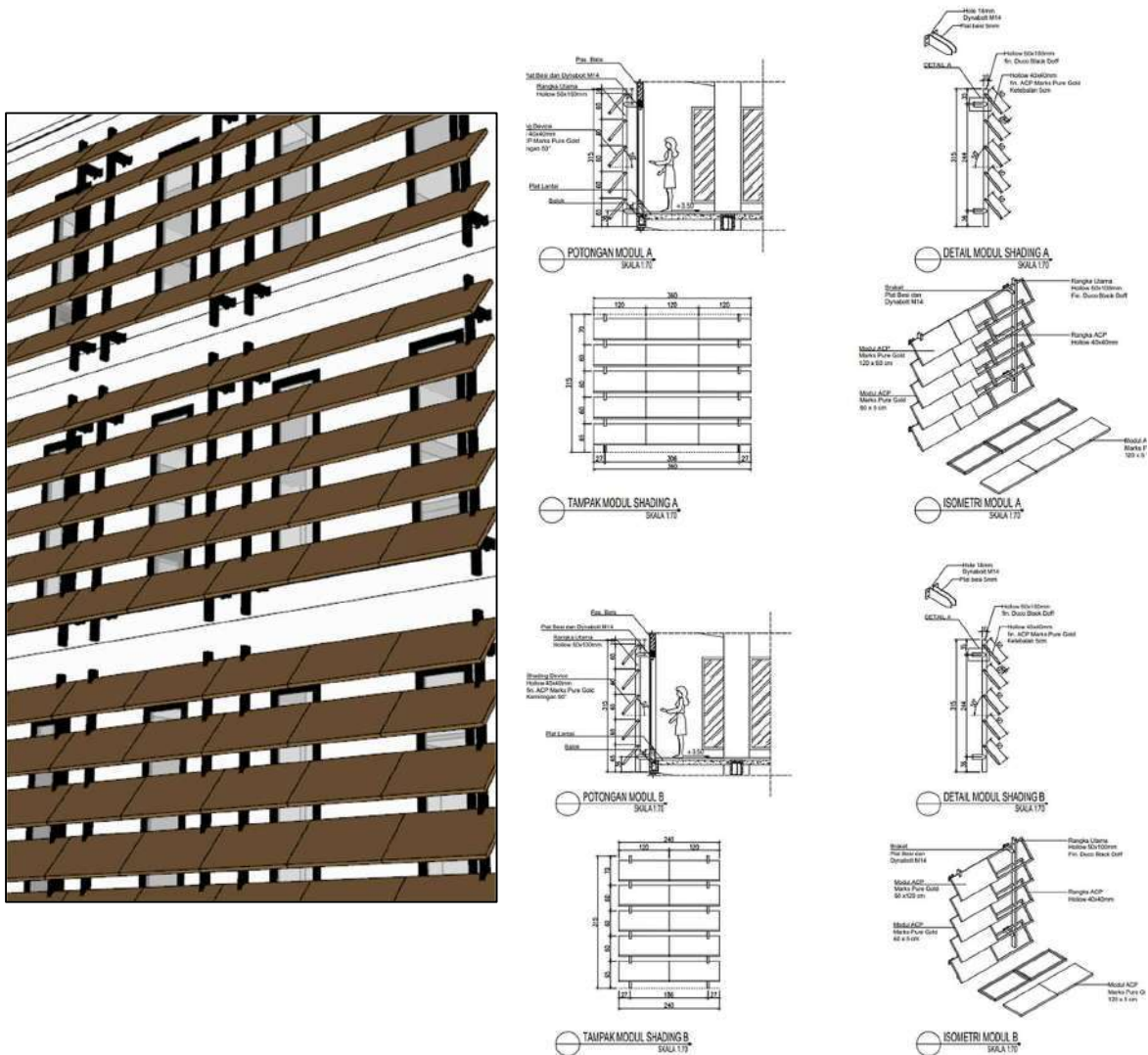
5.2.2 *Detail Engineering Desain (DED)* dan pemasangan material

Sistem pemasangan kaca pada fasad alternatif 6 *Gedung Teaching Factory* dirancang untuk memastikan performa termal yang optimal dan memastikan keamanan struktur. Spesifikasi teknis pemasangan kaca Stopsol Supersilver Euro Grey (SSGEF) ketebalan 8mm, ditunjukkan pada (Gambar 5. 5) berikut:

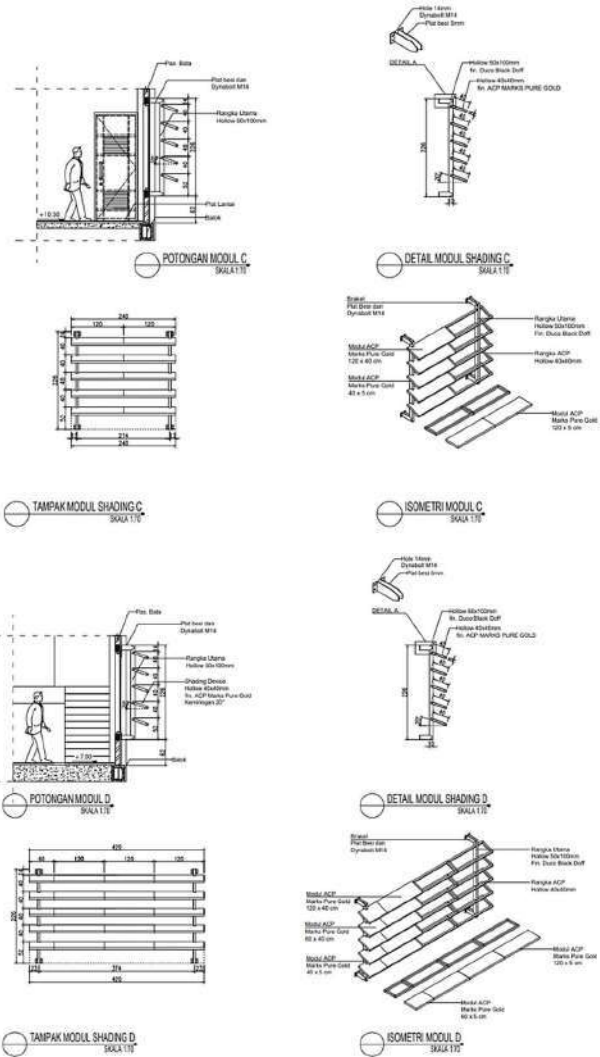
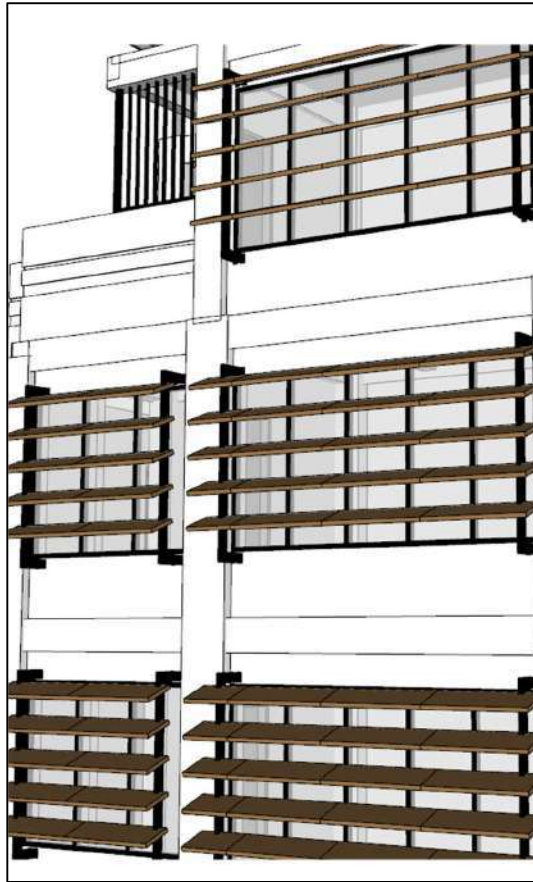


Gambar 5. 5 Detail Pemasangan Kaca Stopsol

Sistem peneduh pada fasad alternatif 6 Gedung *Teaching Factory* menggunakan *Alumunium Composite Panel (ACP)* Marks yang terpasang kuat pada bangunan melalui rangka utama maupun rangka pendukung (*sub-structure*). Detail pemasangan panel dapat dilihat pada gambar detail berikut.



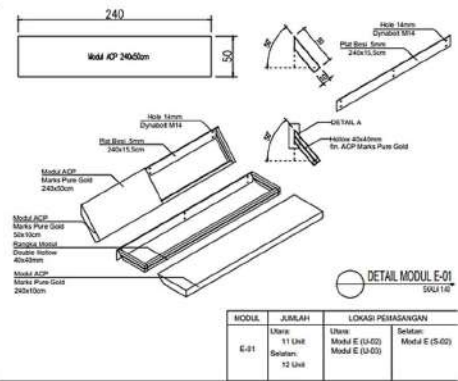
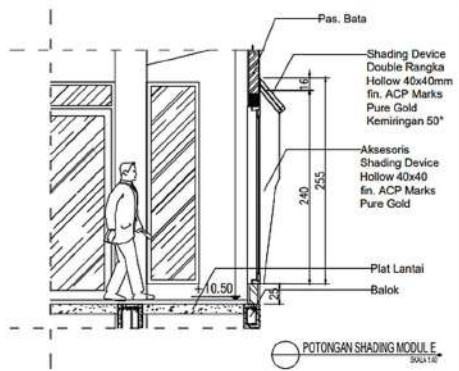
Gambar 5. 6 Sistem Peneduh Horizontal dan Detail Pemasangan pada Orientasi Timur



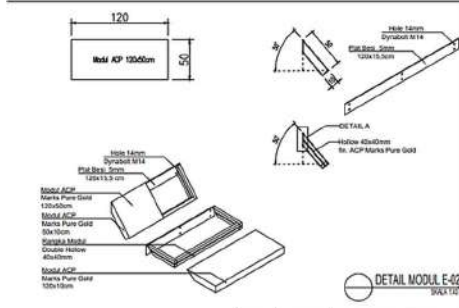
Gambar 5. 7 Sistem Peneduh Horizontal dan Detail Pemasangan pada Orientasi Barat



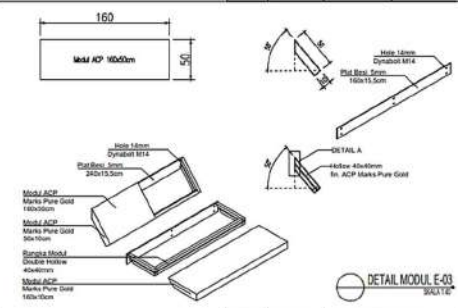
Gambar 5. 8 Sistem Peneduh Horizontal pada Orientasi Utara dan Selatan



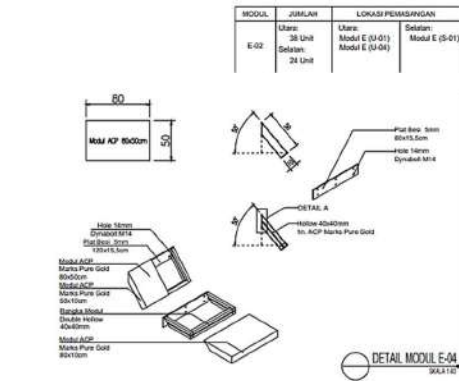
MODUL	JUMLAH	LOKASI PEMASANGAN
E-01	Utara: 11 Unit Selatan: 12 Unit	Utara: Modul E (E-02) Selatan: Modul E (E-02)



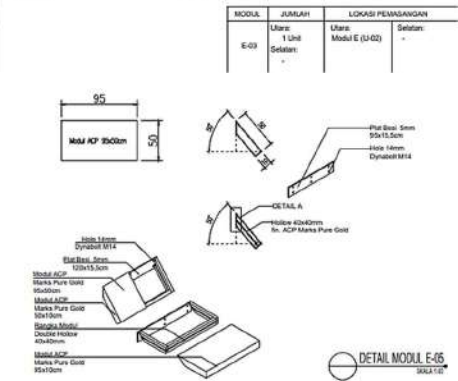
MODUL	JUMLAH	LOKASI PEMASANGAN
E-02	Utara: 24 Unit Selatan: 24 Unit	Utara: Modul E (E-01) Selatan: Modul E (E-01)



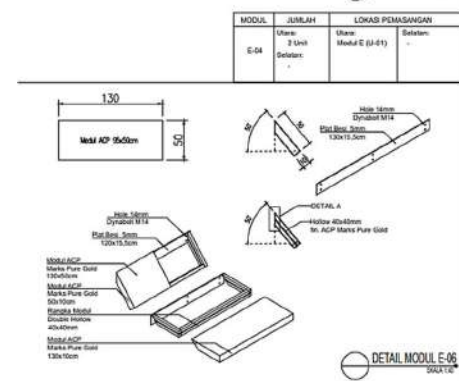
MODUL	JUMLAH	LOKASI PEMASANGAN
E-03	Utara: 1 Unit Selatan: -	Utara: Modul E (E-02) Selatan: -



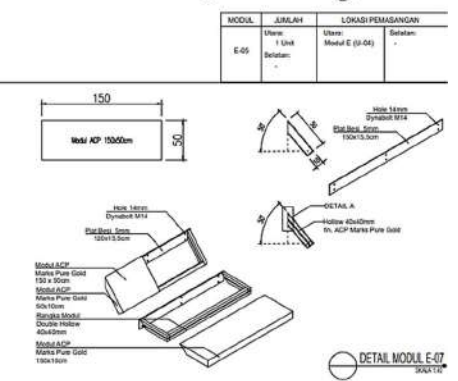
MODUL	JUMLAH	LOKASI PEMASANGAN
E-04	Utara: 2 Unit Selatan: -	Utara: Modul E (E-01) Selatan: -



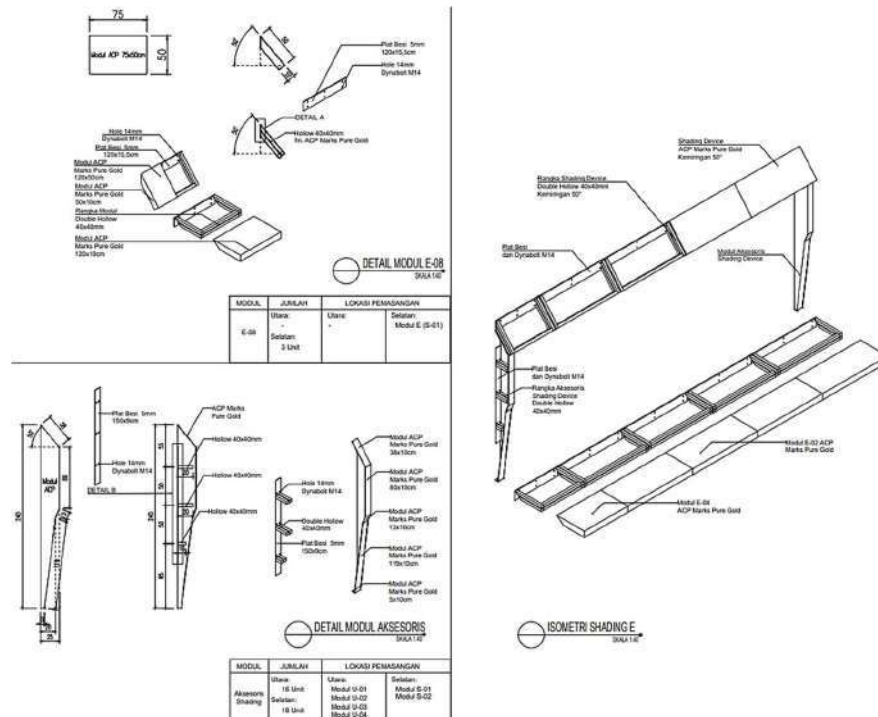
MODUL	JUMLAH	LOKASI PEMASANGAN
E-05	Utara: 1 Unit Selatan: -	Utara: Modul E (E-04) Selatan: -



MODUL	JUMLAH	LOKASI PEMASANGAN
E-06	Utara: 1 Unit Selatan: -	Utara: Modul E (E-02) Selatan: -



MODUL	JUMLAH	LOKASI PEMASANGAN
E-07	Utara: - Selatan: 3 Unit	Utara: - Selatan: Modul E (E-02)



Gambar 5. 9 Detail Pemasangan Peneduh Horizontal pada Orientasi Utara dan Selatan

Pemasangan elemen peneduh eksterior pada bangunan dibagi dalam beberapa tipe berdasarkan orientasi fasad guna mengoptimalkan reduksi radiasi matahari. Pada fasad orientasi Timur dan Barat, diaplikasikan peneduh tipe horizontal dengan sistem *louvre*, yaitu peneduh tipe A, B, C, dan D.

Tahapan pemasangan peneduh tipe A dan B pada orientasi Timur dimulai dengan merangkai bilah peneduh selebar 60 cm menggunakan rangka *hollow* 4x4 cm yang dilapisi oleh lembaran ACP dengan panjang bilah yang telah disesuaikan per modul. Setiap bilah dirangkai bertingkat dengan jarak antarbilah sebesar 60 cm dengan kemiringan 50 derajat. Bilah-bilah ini kemudian disambungkan dengan rangka utama berupa besi *hollow* berukuran 5x10 cm lalu diaplikasikan ke dinding bangunan menggunakan *bracket* plat besi dan baut *dynabolt* berdiameter 14mm.

Metode pemasangan yang serupa diterapkan pula pada orientasi Barat untuk tipe peneduh C dan D. Perbedaan terletak pada dimensi lebar bilah peneduh. Pada tipe C digunakan bilah selebar 40 cm yang disusun bertingkat berjarak 40 cm, kemiringan 20 derajat, dan panjang 240 cm. Sementara itu, tipe peneduh D memiliki lebar bilah 40 cm yang disusun bertingkat berjarak 40 cm, kemiringan 20 derajat dan panjang 420 cm

Pada fasad orientasi Utara dan Selatan, digunakan peneduh tipe E dengan spesifikasi lebar bilah 50 cm dan sudut kemiringan 50 derajat yang dirangkai menggunakan *double* rangka *hollow* berukuran 4x4 cm. Peneduh tipe ini menggunakan plat besi sebagai struktur utama yang menempel pada dinding bangunan dengan panjang plat besi mengikuti panjang bilah peneduh. Peneduh horizontal tipe E ini dilengkapi dengan pemasangan aksesoris yang berfungsi sebagai penunjang elemen estetika visual.

Setelah sistem peneduh terpasang, setiap sambungan ACP diberi lapisan *sealant* bertujuan mencegah air dan faktor lingkungan luar yang lain masuk ke dalam rangka untuk mencegah terjadinya korosi.

5.2.3 Panduan pemeliharaan (*maintenance*) material

Agar performa termal dari material kaca dan visual fasad tetap optimal dalam jangka panjang, disesuaikan dengan panduan pemeliharaan tiap material. Berdasarkan pedoman teknis yang dimuat dalam Katalog PT. Asahimas Flat Glass Tbk., berikut adalah panduan pemeliharaan untuk material kaca Stopsol Supersilver Euro Grey (SSGEF):

- a. Bersihkan setiap 2 bulan sekali untuk mendapatkan umur yang panjang dan kecemerlangan refleksi.

- b. Gunakan air biasa atau *neutral detergent (non-abrasive detergent)* untuk kotoran-kotoran yang sulit, kemudian cuci segera dengan air biasa kembali. Jangan gunakan pembersih yang berupa bubuk.
- c. Hindarkan dari pembersih yang berupa cairan kimia untuk dinding keramik, batu dan beton.

Sementara itu, panduan pemeliharaan berkala pada standar resmi PT. Marks Indonesia untuk komponen *Aluminium Composite Panel (ACP)* sebagai berikut:

- a. Pembersihan berkala permukaan ACP setiap 3-6 bulan sekali
- b. Gunakan air bersih dan sabun ringan (pH netral)
- c. Jangan menggunakan pembersih berbahan abrasif
- d. Hindari asam kuat atau alkali yang dapat merusak *coating*
- e. Tidak disarankan membersihkan menggunakan *thinner* atau *solvent*
- f. Periksa kondisi *sealant* secara berkala
- g. Pastikan tidak ada celah yang memungkinkan air masuk di area sambungan