

Pengaruh Elemen Tembus Cahaya terhadap Nilai Perpindahan Termal pada Fasad Bangunan

Maharani P. B. Limijana¹ dan Beta Suryokusumo²

¹Mahasiswa Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

²Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: mahalimijana@gmail.com

ABSTRAK

Kenyamanan termal pada bangunan tinggi bergantung penuh pada penggunaan *Air Conditioner* (AC). Dengan diketahuinya hal ini, dari keseluruhan konsumsi energi listrik pada bangunan pendidikan, diketahui bahwa 57% didominasi oleh pemakaian AC. Padahal saat ini persediaan tenaga listrik dari bahan fosil telah mengalami krisis darurat. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi bukaan pada fasad untuk mengetahui potensi konservasi energi, sebab perancangan fasad bangunan yang tepat merupakan salah satu tindakan konservasi energi paling efektif untuk menekan konsumsi listrik. Dengan menggunakan metode eksperimental, dilakukan sintesis elemen tembus cahaya untuk menemukan solusi desain yang efektif untuk menekan nilai perpindahan termal pada fasad.

Kata kunci: Nilai perpindahan termal, bukaan, fasad

ABSTRACT

The thermal comfort of the tall building depends entirely on the use of Air Conditioner (AC). By knowing this, from the overall consumption of electrical energy in educational buildings, it is known that 57% is dominated by the use of air conditioning. Whereas currently the supply of electricity from fossil materials has been experiencing an emergency crisis. Therefore, it is necessary to study more about fenestrations on the facade to determine the potential for energy conservation, because the design of the building facade is one of the most effective energy conservation measures to reduce electricity consumption. The experimental method helps synthesizing translucent elements for finding effective design solutions to suppress the thermal transmittance value of facade.

Keywords: Overall thermal transmittance value, fenestration, facade

1. Pendahuluan

Fasad merupakan kulit bangunan yang pertama kali menerima terpaan radiasi matahari sebelum dapat masuk ke dalam ruang gedung. Mengingat Indonesia terletak pada iklim tropis yang terus menerus mendapatkan intensitas matahari dengan nilai tinggi, sudah tentu menjadi keharusan para arsitek untuk merancang fasad sematang mungkin. Pertimbangan lainnya yaitu hampir seluruh kenyamanan termal bangunan tinggi bergantung penuh pada pengkondisian ruangan. Dari hal ini, dapat disimpulkan bahwa konsumsi energi listrik yang dihabiskan untuk pengkondisian ruang pada bangunan tinggi dapat mencapai 47% hingga 65%. Untuk bangunan pendidikan, total konsumsi listrik yang habis digunakan oleh pengkondisian udara sebesar 55% (*Japan International Cooperation Agency, 2017*).

Pada fasad, terdapat dua komponen penting yaitu elemen tidak tembus cahaya seperti dinding, dan elemen tembus cahaya seperti bukaan. Terdapat cara untuk mengendalikan atau mengkonservasi energi melalui selubung bangunan,

yaitu dengan menggunakan kode kontrol regulasi bernama *Overall Thermal Transmittance Value (OTTV)* atau nilai perpindahan termal melalui fasad yang tercantum dalam SNI 03-6389-2011. Komponen nilai perpindahan termal mencakup tiga hal, antara lain konduksi melalui elemen tak tembus cahaya, konduksi melalui elemen tembus cahaya, dan radiasi melalui elemen tembus cahaya.

Nilai perpindahan termal standart nasional Indonesia ialah 35 W/m^2 . Dengan nilai perpindahan termal yang berada di bawah standart, maka diharapkan dapat menekan konsumsi energi listrik untuk pengkondisian udara dalam bangunan. Dari ketiga hal tersebut, diketahui bahwa komponen radiasi melalui elemen tembus cahayalah yang menyumbang andil terbesar dalam nilai perpindahan termal fasad.

2. Metode Penelitian

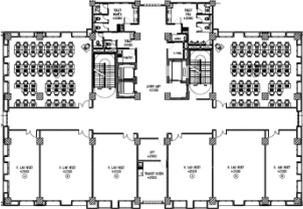
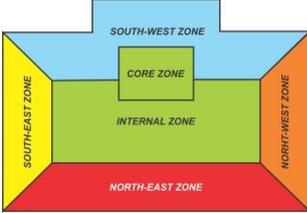
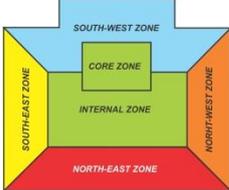
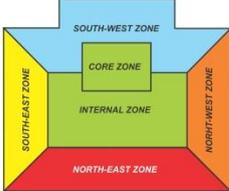
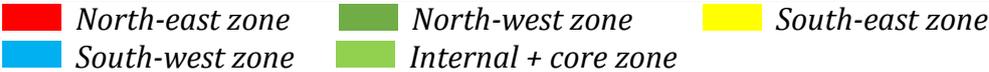
Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental, yang kemudian di ukur hasil eksperimennya dan di analisis. Metode eksperimen adalah suatu situasi penelitian yang sekurang-kurangnya satu variabel bebas, yang disebut sebagai variabel eksperimental, sengaja dimanipulasi oleh peneliti. Metode ini digunakan untuk menemukan besar pengaruh elemen tembus cahaya terhadap nilai perpindahan termal, serta untuk menemukan solusi desain yang berguna dalam menurunkan nilai perpindahan termal fasad.

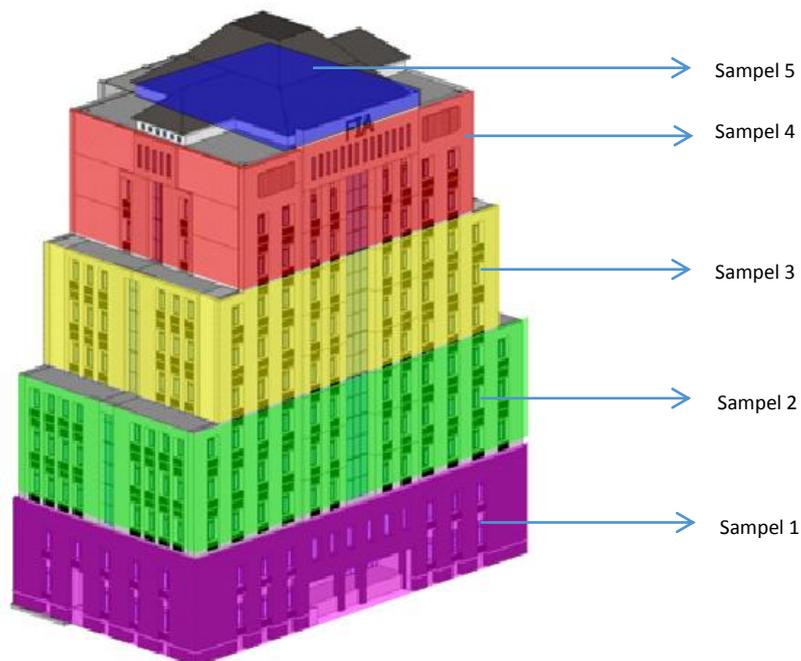
Di samping itu, untuk kepentingan validasi *software* bantuan Ecotect 2011, digunakan metode sampel pada fasadnya. Metode sampel khusus untuk menghitung nilai perpindahan termal yang membagi kebutuhan termal per area denah yang berpengaruh terhadap masing-masing fasad, yang juga digunakan dalam penelitian ini, disebut *perimeter zoning*. Ketentuan perimeter zoning ialah *floor-to-floor* satu zona tidak boleh lebih dari 40 kaki atau setara 12.16 meter, dengan jarak kedalaman dari dinding ke area internal ialah 20 kaki, atau setara 6.096 meter.

Objek penelitian dalam jurnal ini ialah Gedung E Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya yang terletak di Jalan M.T. Haryono. Gedung ini dipilih sebagai objek penelitian dengan pertimbangan rasio bukaan yang cukup besar dibandingkan Gedung Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Gedung Kedokteran, ataupun Gedung Fakultas Ilmu Komputer, yakni 0.24.

Tabel 1. Perimeter zoning pada Gedung Gedung E Fakultas Ilmu Administrasi

Lantai	Denah Gedung	Perimeter Zoning
Semibasement – 2		
3 – 5		

6 – 8		
9 – 11		
12		
		



Gambar 1. Fasad hasil pembagian sampel

3. Hasil dan Pembahasan

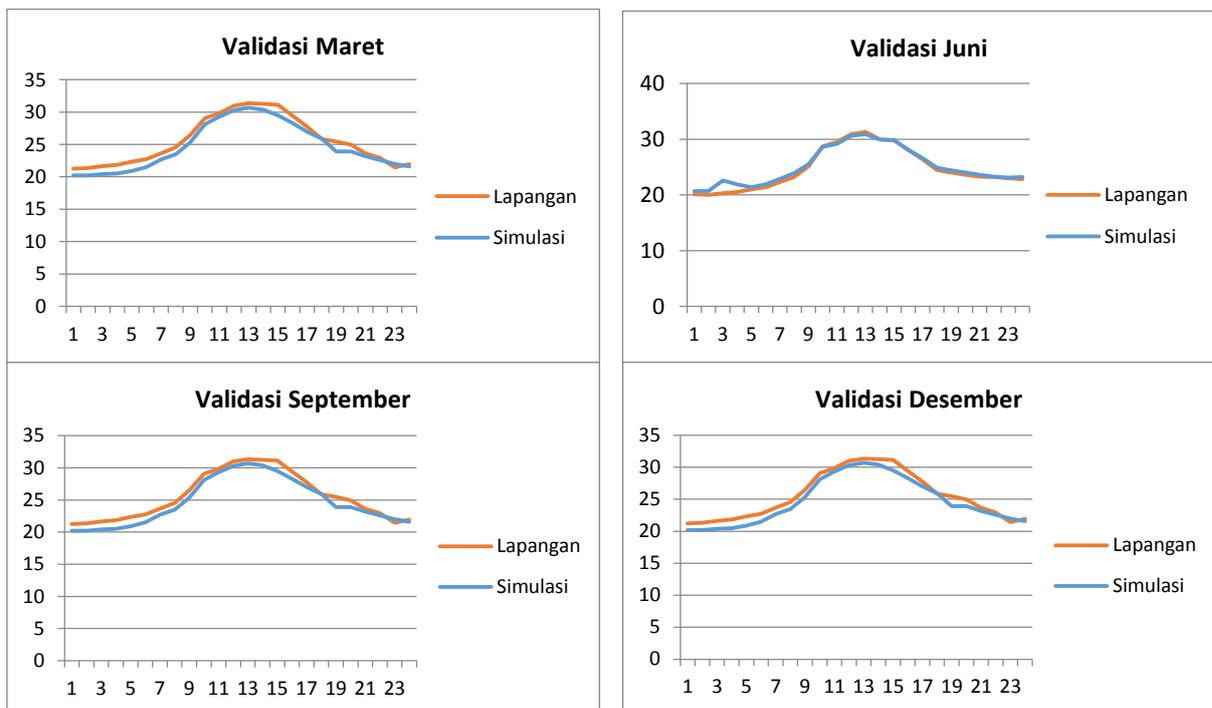
Bangunan yang diteliti adalah gedung E Fakultas Ilmu Administrasi Universitas Brawijaya, tepatnya terletak di Jalan M. T. Haryono, tepat di persimpangan perempatan dengan keadaan orientasi menghadap timur laut. Gedung tersebut memiliki ukuran rasio bukaan (elemen tembus cahaya) terhadap fasad yang nilainya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rasio bukaan (elemen tembus cahaya) terhadap fasad

Sampel 1	N-E	0.21
	S-E	0.22
	N-W	0.22
	S-W	0.15
Sampel 2	N-E	0.23
	S-E	0.28
	N-W	0.28
	S-W	0.18
Sampel 3	N-E	0.24
	S-E	0.28
	N-W	0.28
	S-W	0.17
Sampel 4	N-E	0.25
	S-E	0.28
	N-W	0.28
	S-W	0.16
Sampel 5	N-E	0.00
	S-E	0.05
	N-W	0.05
	S-W	0.14

3.1 Pengukuran Lapangan dan Validasi

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran suhu ruangan untuk mendapatkan data suhu pada keadaan sesungguhnya. Kemudian dilakukan simulasi secara digital dan dibandingkan dengan hasil pengukuran lapangan. Tahap ini dilakukan untuk validasi data yang dilakukan pada saat simulasi.



Gambar 2. Validasi simulasi

Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan suhu dengan hasil pengukuran lapangan. Namun perbedaan suhu tersebut tidak ada yang menyentuh angka 10%, bahkan angka error tertinggi hanya 9.1%.

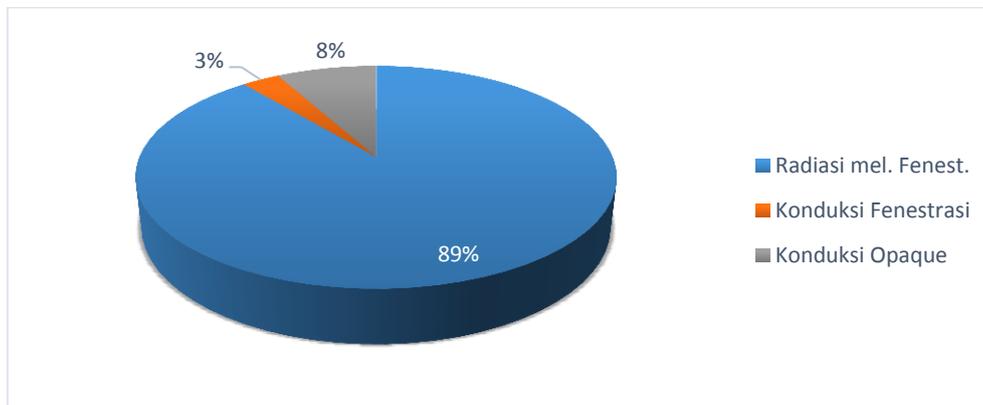
3.2 Perhitungan Nilai Perpindahan Termal Per Sampel

Perhitungan ini dilakukan untuk menemukan nilai nyata perpindahan termalnya per sampel. Hasilnya, nilai perpindahan termal tanpa perlakuan desain pada semua sampel semua fasad menghasilkan nilai di atas standar (35 W/m^2).

Tabel 3. Nilai OTTV fasad
NILAI OTTV MAKSIMUM (W/m^2)
(RUMUS SNI, $T_{\text{Deq}} = 15\text{K}$, $\Delta T = 5\text{K}$)

	Timur Laut	Tenggara	Barat Laut	Barat Daya
Sampel 1	41.70	30.28	34.78	33.36
Sampel 2	42.17	34.25	42.19	35.18
Sampel 3	47.47	38.53	41.71	39.16
Sampel 4	38.28	39.24	42.54	40.95
Sampel 5	0	37.82	28.44	36.44
Keseluruhan	43.53	35.14	48.68	38.34

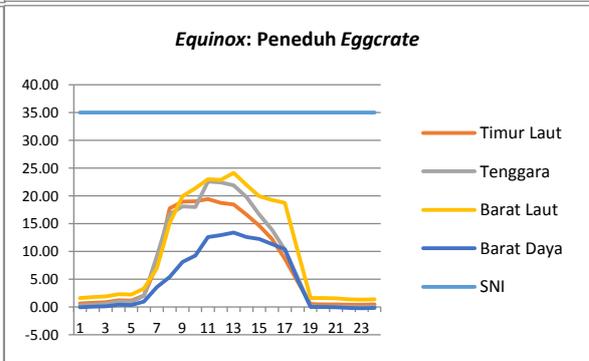
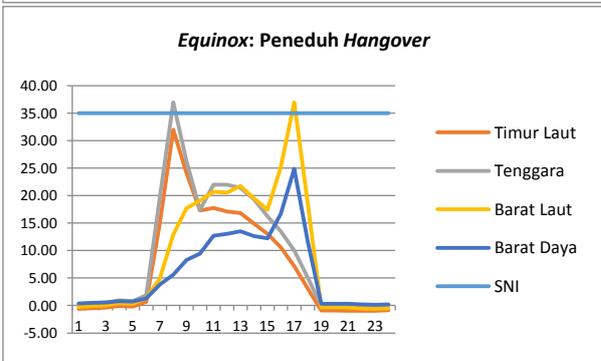
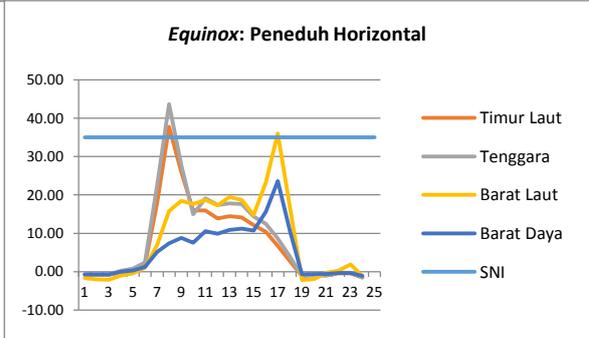
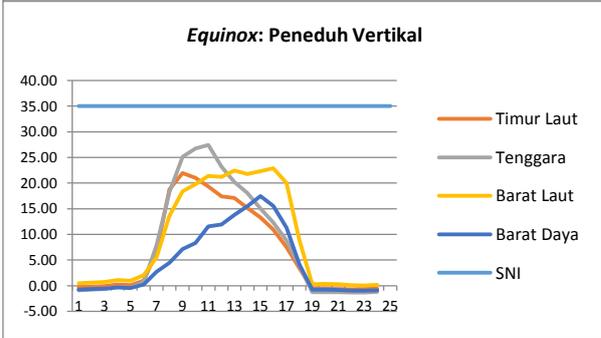
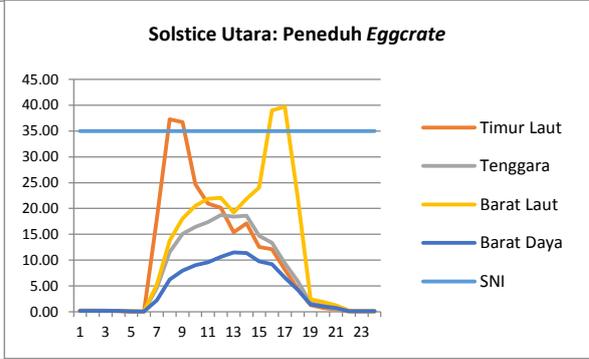
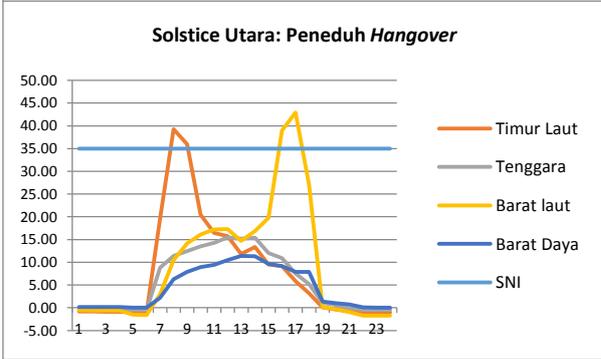
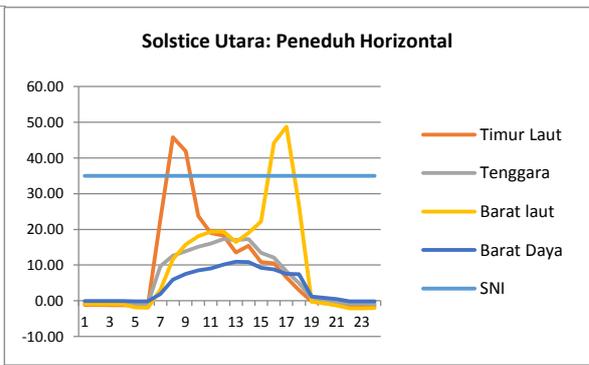
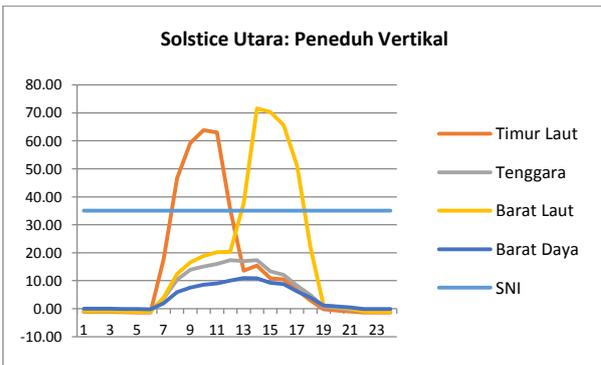
Dan dari hasil perhitungan masing-masing komponen, didapatkan kesimpulan bahwa komponen penyumbang panas terbesar dalam nilai perpindahan termal ialah komponen radiasi matahari yang masuk melalui elemen tembus cahaya. Komponen tersebut memiliki andil sebesar 89%. Untuk lebih jelasnya, perhatikan grafik berikut ini.

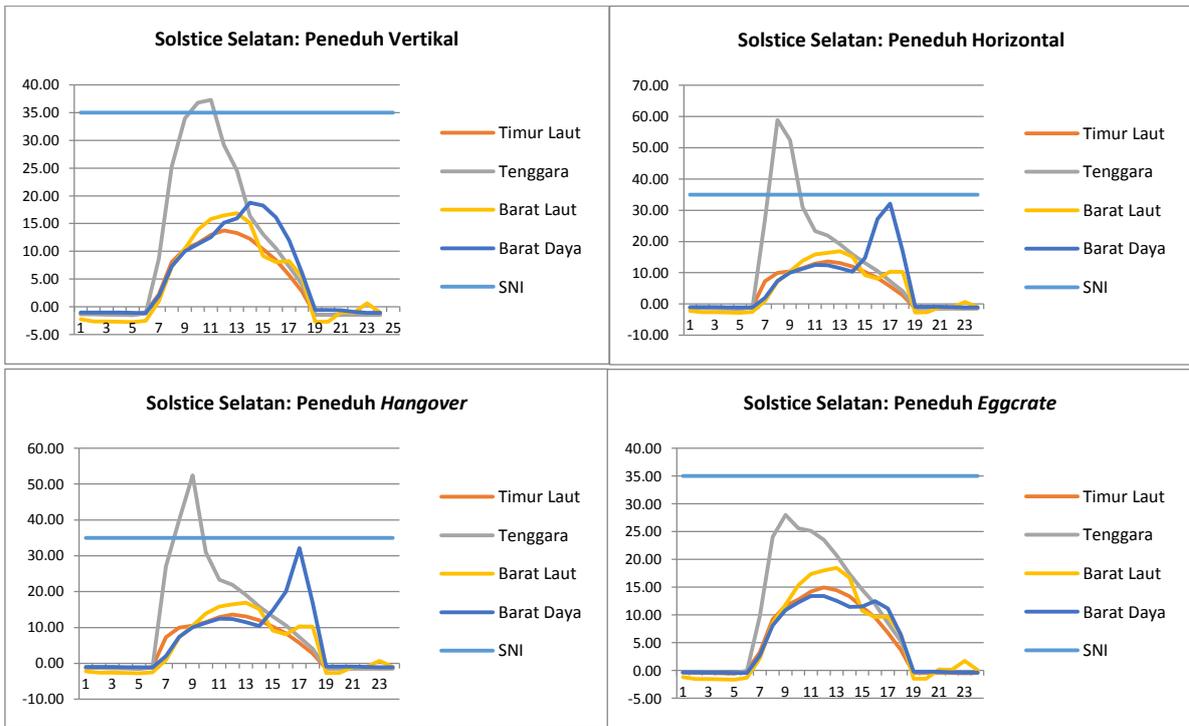


Gambar 3. Nilai Perpindahan Termal Masing-masing Komponen

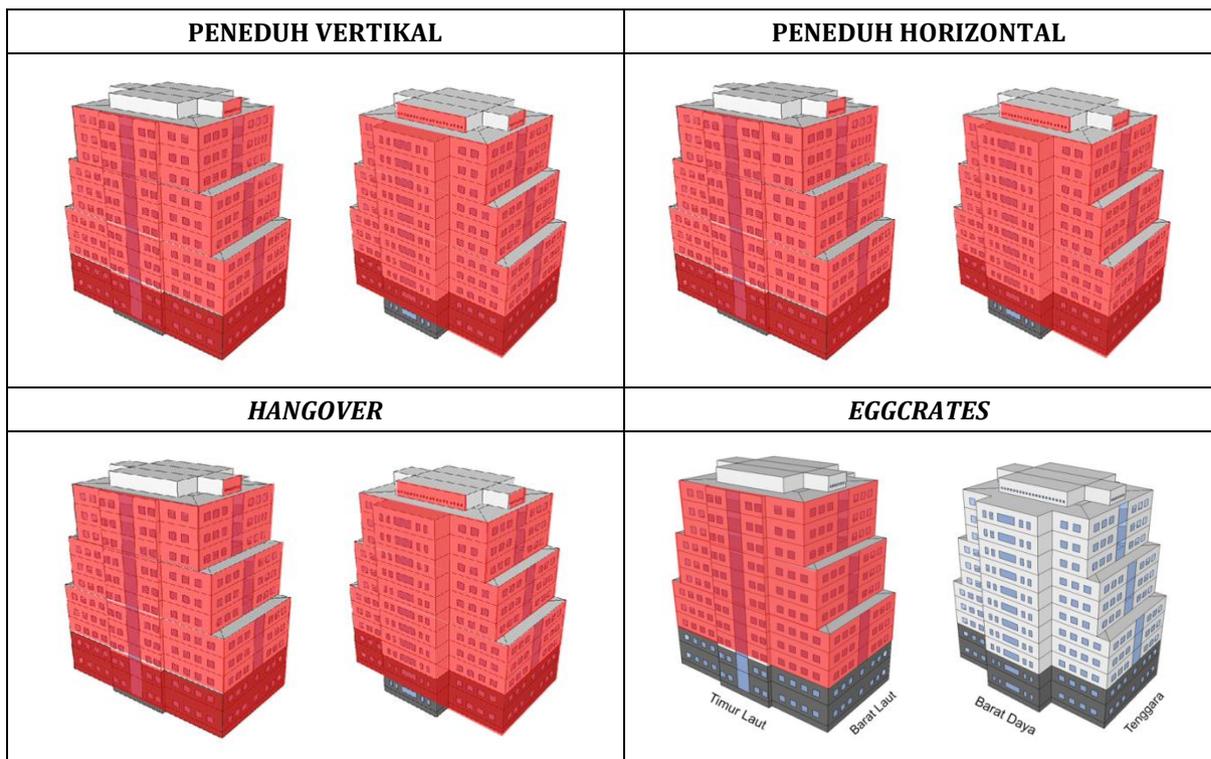
3.2.1 Dengan Solusi Peneduh

Terdapat beberapa alternatif peneduh untuk mengurangi nilai perpindahan termal, antara lain peneduh horizontal, peneduh vertikal, peneduh *eggcrate*, dan peneduh *hangover*. Hasil perhitungan masing-masing peneduh dapat dilihat pada grafik berikut.





Gambar 4. Nilai Perpindahan Termal Beragam Jenis Peneduh



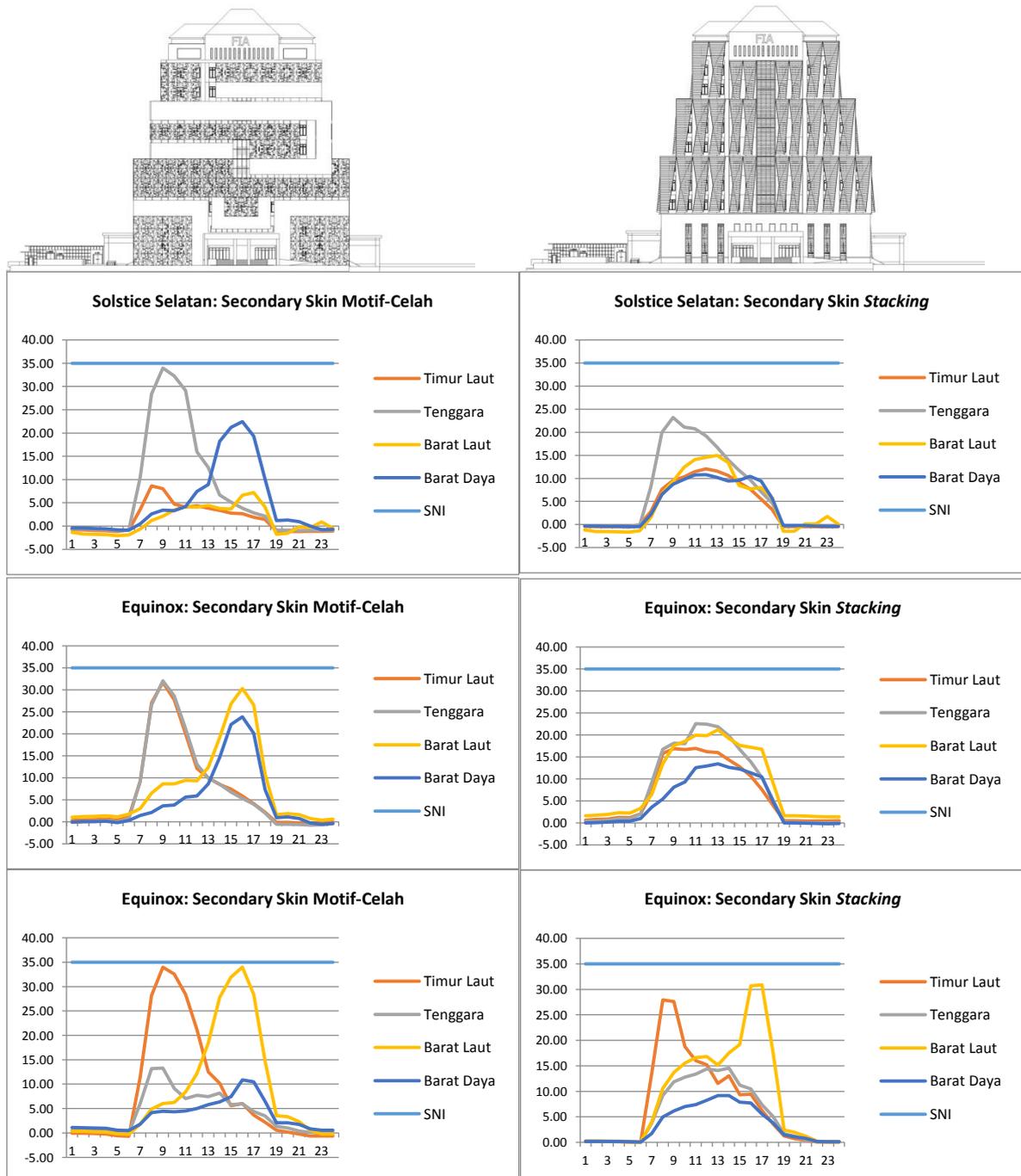
Gambar 5. Keadaan Perpindahan Termal Fasad dengan Peneduh

Nilai perpindahan termal terendah yang didapatkan dari sintesis perhitungan beberapa peneduh tersebut ialah bahwa peneduh *eggcrate* menghasilkan penurunan nilai perpindahan termal tertinggi. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa elemen tembus cahaya pada fasad dengan peneduh *eggcrate* merupakan rekomendasi desain pertama. Namun dengan penggunaan *eggcrate* tersebut, nilai perpindahan termal di sisi timur laut dan barat laut masih di atas angka standar untuk bulan Juni. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya intensitas matahari pada saat *solstice* utara, yaitu posisi matahari ketika tepat

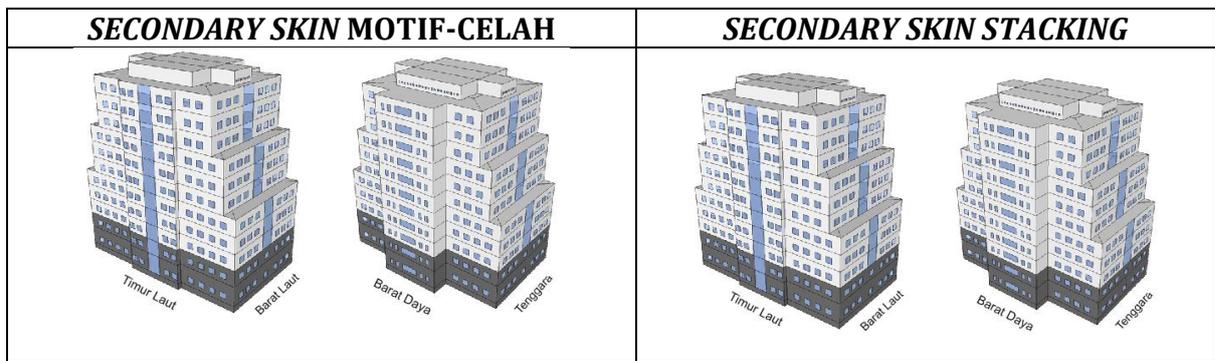
berada tepat di atas garis khatulistiwa yang melintasi Indonesia. Selain itu, orientasi bangunan yang miring ke arah timur laut menyebabkan kedua sisi fasad gedung menghadap langsung ke arah matahari, yaitu sisi timur laut dan barat laut.

3.2.2 Sintesis Secondary Skin

Terdapat dua alternatif *secondary skin* untuk mengurangi nilai perpindahan termal, antara lain *secondary skin* tipe motif-celah dan *secondary skin* tipe *stacking*. Dengan berbagai pertimbangan estetika pada rekomendasi desain kedua dan pertimbangan estetika sekaligus sintesis peneduh elemen tembus cahaya pada rekomendasi desain ketiga, dihasilkanlah bentuk *secondary skin* seperti gambar berikut.



Gambar 6. Rekomendasi *Secondary Skin* dan Perhitungan Perpindahan Panasnya.

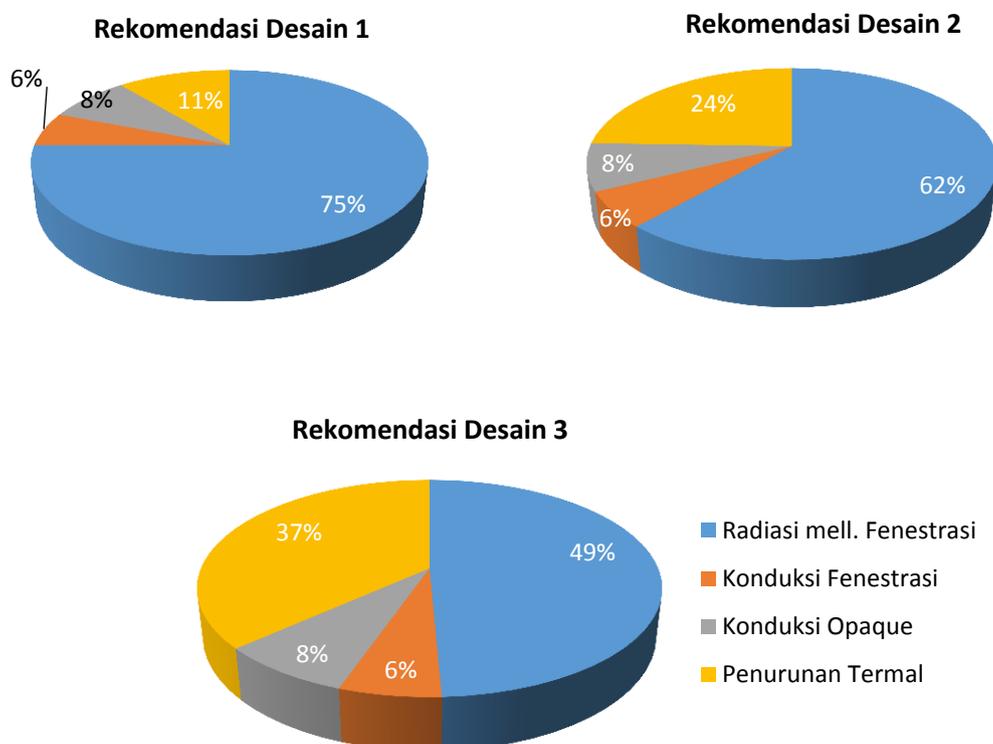


Gambar 7. Keadaan Perpindahan Termal Fasad dengan *Secondary Skin*.

Dari analisis perhitungan pada kedua rekomendasi di atas yang dapat dilihat pada grafik, keduanya menghasilkan nilai perpindahan termal di bawah 35 W/m^2 . Gambar yang ada di atas nihil warna merah pada keseluruhan fasad, hal ini berarti kedua rekomendasi dengan *secondary skin* ini merupakan rekomendasi yang berhasil.

3.2.3 Penurunan Nilai Perpindahan Termal pada Rekomendasi Desain

Dari hasil penelitian di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat tiga jenis rekomendasi desain, apakah akan menonjolkan fungsional peneduh, estetika semata, atau keduanya. Pada rekomendasi 1 yang fokus pada fungsi peneduh saja, rekomendasi 2 fokus pada estetika semata (namun diusahakan *secondary skin* diletakkan di depan elemen tembus cahaya), sedangkan rekomendasi 3 mementingkan fungsional peneduh sekaligus estetika.



Gambar 8. Potensi Penurunan Nilai Perpindahan Termal pada Rekomendasi Desain.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapat hasil akhir bahwa elemen tembus cahaya memiliki andil sebesar 89% dalam menyumbangkan panas yang berpengaruh terhadap tingginya nilai perpindahan termal. Dengan sintesis penebuh pada elemen tembus cahaya yang ada pada fasad sekaligus dengan pertimbangan estetikanya pula, maka didapatkanlah bahwa penggunaan *secondary skin* merupakan solusi terbaik, dengan penggunaan tipe *stacking* (rekomendasi ketiga), penurunan mencapai 37%. Penurunan ini akan berdampak pada penghematan energi bangunan dengan angka yang sama.

Daftar Pustaka

- ASHRAE. 1997. *Handbook Fundamental. Standard 90A-1997*. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, USA.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Standar Nasional Indonesia 03-6389*. Jakarta, Indonesia: BSN.
- <http://energy-models.com/architectural-design-and-perimeter-zoning>.
Architectural Design and Perimeter Zoning. Varkie C. Thomas, Ph.D., P.E. Research Professor College of Architecture Illinois Institute of Technology Chicago, Illinois, USA. Diakses 24 April 2017.