



## PENGARUH DISAIN FASADE TERHADAP EFISIENSI ENERGI (*The Influence of Facade Design on Energy Efficiency*)

Lili Kusumawati\*, Khotijah Lahji\*\*

Jurusan Arsitektur, FTSP, Universitas Trisakti, Jakarta.

\*e-mail: kusumalily@yahoo.com

\*\*e-mail: khotijah@yahoo.com

### Abstrak

Untuk mendapatkan efisiensi energi maka perlu mengantisipasi, salah satu cara melalui disain fasade yang baik. Beberapa disain fasade yang dapat digunakan adalah dengan kulit ganda (double skin), double glass, absorbing & reflective glass (kaca yang dapat meminimalisasi radiasi panas akibat cahaya matahari), menambahkan teritis (overhang) horizontal, vertical dan horizontal+vertical (egg-crate). Untuk mengkaji apakah disain fasade tersebut dapat menghemat energi maka perlu mengetahui kinerja dari material yang digunakan. Salah satu metoda adalah dengan menghitung beban panas yang diderita oleh gedung akibat pengaruh radiasi cahaya matahari. Salah satu metode untuk menentukan beban panas dalam ruang adalah OTTV (Overall Thermal Transfer Value), yang sesuai dengan persyaratan SNI 6389-2011 dan penilaian GREENSHIP terbaru. Studi ini merupakan bagian dari kajian green building yang dilakukan penulis dan tim kerja dalam studi green building pada Green Building Council Indonesia (GBCI). Pada kesempatan ini penulis mengambil sebagian kajian, yaitu pada bagian OTTV pada sebuah gedung kantor di Mega Kuningan, Jakarta Selatan. Dari hasil studi, didapat bahwa peran disain fasade sangat besar, karena menghubungkan ruang luar atau lingkungan sekitar dengan ruang dalam agar dapat beraktivitas dengan nyaman. Orientasi bangunan sangat memegang peran dalam mendesain fasade, terutama ketika memutuskan untuk penggunaan salah satu jenis elemen pelindung matahari (shading device). Maka untuk dapat menghasilkan penghematan energi (saving energy) yang maksimal masih diperlukan pertimbangan pada kemudahan pekerjaannya, efisiensi biaya, biaya perawatan dan kemudahannya serta OTTV minimum (persyaratan SNI dan juga Greenship yaitu  $35 \text{ W/m}^2$ ).

**Kata kunci:** Fasade, Efisiensi energy, OTTV

### Abstract

*It is necessary to use efficient energy, one of the ways is through the good design of facade. Some facade designs which exemplify the efficient energy are the double skin, double glass, absorbing and reflective glass (glass to minimize heat radiation from the sun), overhang horizontal, vertical, and horizontal + vertical (egg-crate). To assess whether the facade design can save energy, it is important to know the efficiency of material used. One of the appropriate ways is to calculate the heat gain sustained by the building due to the influence of solar radiation. Another method for determining the room heat gain is by using OTTV (Overall Thermal Transfer Value), in line with the requirements of ISO 6389-2011 and the latest GREENSHIP assessment. This research is a part of the green building study conducted by the author and her team work in the Green Building Council Indonesia (GBCI), namely OTTV in an office building at Mega Kuningan, South Jakarta. The results of the study show that the role of facade design is very important, because it connects the outdoor space or the environment around the*

*space with that of indoor space in order to move comfortably. The building orientation plays a significant role in designing the facade, especially when deciding which types of sun protection elements (shading device) should be used. Therefore, to be able to generate maximal energy saving, it is required to consider the convenient job, cost-efficiency, maintenance and simplicity costs as well as the OTTV minimum which is based on SNI and Greenship requirements (35 W/m<sup>2</sup>).*

**Keywords:** *Fasade, Energy efficiency, OTTV*

## PENDAHULUAN

Dalam mengantisipasi kelangkaan energi di masa depan, maka kita dapat mempersiapkan serta memandu desain dan proses konstruksi yang hemat energi yang diperlukan dalam rangka mencapai hasil akhir yang hemat energi, pengembang bangunan harus memahami elemen-elemen utama efisiensi energi, yaitu: Proses Desain Terintegrasi ; Pilihan Material dan Teknologi; Iklim; Operasi; Behavior.

Penulisan kali ini yang didasari pada keberadaan iklim tropis di Indonesia. Pada kebanyakan energi dalam bangunan digunakan untuk memastikan kenyamanan manusia, maka iklim setempat serta kondisi dalam ruangan yang ditargetkan memiliki dampak yang besar bagi kinerja energy bangunan.

Aspek yang berpengaruh pada terjadinya kenyamanan termal adalah: a). *Radiasi sinar matahari* yang menghasilkan cahaya dan panas mempengaruhi persyaratan beban pendinginan dan desain pencahayaan bangunan. Hal ini dipengaruhi oleh tata letak bangunan dan material yang digunakan pada selubung bangunan; b). Suhu udara dan kelembaban relative tinggi menjadi alasan untuk menggunakan AC guna mencapai kenyamanan manusia dan lingkungan dalam ruangan yang diinginkan; c). *Kelembaban relatif* memiliki dampak yang besar terhadap lingkungan dalam ruangan dan kenyamanan termal.

Maka ketika suatu bangunan dirancang dan dibangun agar tetap nyaman walaupun berada pada daerah tropis, kerap kali kita melihat bahwa kenyamanan bangunan di Jakarta atau di kota-kota lain tercapai dengan bantuan penggunaan pengkondisian udara dan penerangan buatan di dalam ruang. Memang pengkondisian udara yang tetap didapat dari pengkondisian buatan, akan tetapi menurut Soegijanto, *Bangunan di Indonesia dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau dari Aspek Fisika Bangunan* (1999), bahwa Suatu pengendalian aktif akan lebih efektif jika terlebih dahulu sudah diusahakan pengendalian pasif seoptimal mungkin. Demikian juga menurut Lipsmeier (1980) keberuntungan bangunan yang disesuaikan dengan iklim bukan hanya dari segi idealnya, tetapi juga dari aspek finansialnya. Disamping penghematan biaya untuk pembangunan dan pemeliharaan, dengan perencanaan yang tepat maka instalasi penyejuk udara (AC) dapat dikurangi atau ditiadakan. Banyak bangunan yang sudah berusaha menyelesaikan masalah seperti diuraikan diatas akan tetapi inipun tidak tuntas sehingga timbul masalah bagaimana kinerja *fasade* yang tepat pada bangunan di daerah tropis

Untuk mendapatkan *saving energy* maka kita perlu mengantisipasi, salah satu cara melalui disain fasade yang baik. Beberapa disain fasade yang dapat kita gunakan adalah dengan penggunaan kulit ganda (*double skin*), *double glass*, *absorbing & reflective glass* (kaca yang dapat meminimalisasi radiasi panas akibat cahaya matahari), menambahkan teritis (*overhang*) horizontal, vertical dan horizontal+vertical (*egg-crate*). Untuk mengkaji apakah disain fasade tersebut dapat menghemat energi maka kita perlu memperhitungkan kinerja dari material yang digunakan. Salah satu metoda adalah dengan menghitung beban panas yang diderita oleh gedung akibat pengaruh radiasi cahaya matahari.

Salah satu metode untuk menentukan beban panas dalam ruang adalah OTTV (Overall Thermal Transfer Value). Pada ketentuan mengenai selubung bangunan, terdapat besaran



panas yang harus dipenuhi oleh suatu bangunan. Dengan memberikan harga batas tertentu untuk OTTV, maka besarnya beban eksternal yang masuk kedalam gedung dapat dibatasi. Sehingga penggunaan AC dapat dikurangi.

Studi ini merupakan bagian dari kajian green building yang dilakukan penulis dan tim kerja dalam studi green building pada Green Building Council Indonesia (GBCI). Pada kesempatan ini penulis mengambil sebagian kajian, yaitu pada bagian OTTV sebuah gedung kantor di Mega Kuningan, Jakarta Selatan. Penghitungan beban panas gedung dalam memenuhi persyaratan bangunan green dengan menggunakan metode penilaian GREENSHIP terbaru.

Maksud dan tujuan penulisan ini bertujuan untuk :

- Menghitung besarnya beban panas/kalor pada gedung kantor (ged.Nobel)
- Menentukan apakah ada pengaruh letak/orientasi ruang terhadap panas dalam ruang
- Simulasi perbaikan/usaha-usaha perbaikan

Dalam penulisan ini, dirumuskan beberapa permasalahan :

- Apakah letak/orientasi gedung berpengaruh terhadap panas dalam ruang ?
- Apakah gedung sudah sesuai persyaratan green building pada aspek kenyamanan yang sudah ditetapkan ?
- Apakah gedung tersebut sudah memenuhi persyaratan green building dalam aspek efisiensi energi ?
- Apa usaha untuk dapat memenuhi aspek efisiensi energi

## TINJAUAN TEORI

Dari buku *energy conservation in buildings & building services*, bahwa mengukur konservasi energi di gedung berpendingin ruangan (AC) dapat dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu: a). Selubung bangunan, keseluruhan nilai transfer termal (overall transfer thermal value-OTTV), aliran udara dari jendela/pintu; b). Sistem pendingin udara : rencana AC dan ventilasi mekanik, dan disain

Mendapatkan panas matahari melalui selubung bangunan merupakan bagian besar dari beban panas yang diserap oleh sistem pendingin bangunan sehingga harus mengeluarkan energi yang besar pula. Maka untuk meminimalkan panas matahari ke dalam gedung merupakan prinsip utama dalam desain bangunan hemat energi. Orientasi bangunan untuk menghindari hadap timur barat pada bagian panjang bangunan, adalah salah satu usaha menghindari panas matahari. Demikian juga dengan penggunaan warna cerah pada bangunan supaya meminimalisasi penyerapan panas melalui selubung bangunan.

Pada peraturan, untuk kriteria desain selubung menggunakan OTTV. OTTV hanya digunakan pada bangunan berpendingin buatan (AC). Konsep OTTV mempertimbangkan unsur-unsur dasar panas melalui dinding eksternal bangunan, yaitu: Transmisi panas melalui dinding, Transmisi panas melalui jendela kaca, Radiasi matahari melalui jendela kaca. Konsep OTTV pada dasarnya membantu mempertahankan tingkat fleksibilitas tertentu dalam disain tertentu. Untuk tujuan konservasi energi maksimal OTTV yang diijinkan adalah  $35 \text{ W/m}^2$

## EFISIENSI ENERGI MELALUI FASADE BANGUNAN

Dari GreenShip (2014) bahwa untuk penghematan energi disain pasif memiliki peran dalam menurunkan beban listrik melalui desain selimut bangunan gedung. Desain pasif adalah desain yang mengambil manfaat sumber alam tanpa tergantung dengan peralatan mekanikal dan elektrikal. Fungsi selimut bangunan adalah sebagai pengontrol interaksi antara kondisi di luar dan dalam gedung dengan cara menyaring aspek eksternal yang tidak diinginkan sebelum masuk kedalam gedung. Sehingga proporsi antara jenis material transparan dan

masif berdasarkan orientasi, luas permukaan, serta kemampuan konduksi dan radiasi bangunan harus tepat untuk menghindari panas yang masuk namun tetap menghasilkan penerangan alami kedalam ruang secara optimal

### Perhitungan OTTV dilakukan dengan Pemilihan jenis kaca:

Kemampuan kaca melalui seleksi, adalah hasil bagi atau rasio antara angka transmitans dari karakter cahaya terhadap nilai solar factor. Angka solar factor adalah jumlah radiasi matahari yang diperoleh di dalam ruang, dari transmisi dan absorpsi. Makin besar angka selectivity berarti kaca makin efektif karena makin besar perolehan energy cahaya disbanding energy panas.  $Selectivity = LT/SF = \text{light transmittance/solar factor}$ .

Perolehan kenyamanan termal dan efek silau. Double glass memiliki kemampuan dua kali lipat single glass, low-e empat kali lipat, low-e glass dengan rongga udara yang vakum dapat mencapai hingga delapan kali lipat. pada reflective kaca, ada sebagian radiasi matahari dan silau yang dipantulkan permukaan kaca ke sekitar bangunan. Pada absorbing glass, angka reflektif masih kecil sehingga dapat diabaikan. Tetapi pada reflecting glass sudah terlihat sangat signifikan. Pantulan radiasi terbesar terlihat pada kaca low-e glass hingga dapat mencapai 40%. Pantulan radiasi akan dapat memanaskan suhu udara lingkungan dan silau yang terjadi akan mengurangi kenyamanan visual.

Energy operasional bangunan terkait kenyamanan termal. Semakin tebal dan gelap warna kaca semakin rendah angka solar factor kaca, juga makin kecil penerimaan radiasi panas matahari, sehingga makin mudah usaha untuk mencapai kenyamanan termal baik secara alami maupun buatan/menggunakan peralatan mekanik (AC). Maksudnya energy dan biaya untuk operasional AC dapat ditekan. Namun bila kaca terlalu tebal dan warnanya terlalu gelap, berarti semakin kecil *light transmittance*. Agar tetap dapat memperoleh kenyamanan visual sesuai standar yang berlaku maka diperlukan tambahan energy dan biaya operasional untuk penerangan buatan pada siang hari. Dari uraian tersebut maka setiap pemilihan kaca memiliki risiko, yang harus diputuskan sesuai kebutuhan dan fungsi ruang tersebut.

View, ekonomi, estetika dan perawatan. Makin besar bidang kaca maka makin besar perolehan view untuk pengguna bangunan. Risikonya adalah makin banyak radiasi panas matahari yang masuk ke dalam bangunan. Maka bukaan pada fasade harus diorientasikan dengan tepat, atau diberi alat peneduh (*shading device*), ruang transisi. Apabila kemampuan kaca makin baik, maka makin mahal pula biayanya. Pada aspek estetika terkait oleh pemilihan warna sangat subjektif. Yang harus diperhatikan adalah terang gelapnya kaca dapat mempengaruhi perolehan kenyamanan termal. Sedangkan pada aspek perawatan, kemungkinan terjadi pengembunan pada rongga udara kaca ganda. Pabrikan telah memberikan material bersifat absorb pada rongga udara sehingga kemungkinan berembun dapat dicegah.

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan mengukur ruang-ruang didalam gedung kantor tersebut. Kemudian menghitung berapa besarnya panas yang ada dalam ruang tersebut. Pengukuran ruang dikelompokkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan letak/oriensi, yaitu utara, selatan, barat, timur. Dengan menggunakan salah satu metode yang ada (OTTV = Overall Thermal Transfer Value) akan dihitung berapa besarnya panas dalam ruang untuk setiap ruang tersebut. Dalam perhitungan ini akan dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$OTTV = \alpha [(U_w \times (1 - WWR) \times TD_{ek}) + (U_p \times WWR \times T) + (SC \times WWR \times SF)]$$

OTTV = nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu ( $W/m^2$ )



- $\alpha$  = absortan radiasi matahari
- $U_w$  = transmitan termal dinding tidak tembus cahaya ( $W/m^2K$ )
- $WWR$  = perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan
- $T_{Dek}$  = beda temperature ekuivalen (K)
- $SF$  = factor radiasi matahari ( $W/m^2$ )
- $SC$  = koefisien peneduh dari system fenetrasi
- $U_f$  = transmitan termal fenetrasi ( $W/M^2K$ )
- $\Delta T$  = beda temperature perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5K)

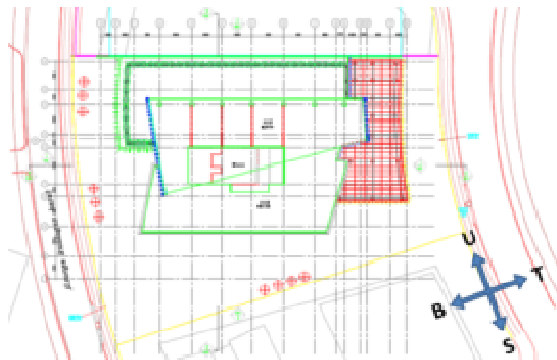
Dari hasil penelitian bisa ditemukan apakah letak ruang berpengaruh terhadap panas tersebut dan juga bisa menentukan apakah ruang tersebut sudah memenuhi yang berlaku di Indonesia (SNI) yang menentukan OTTV maksimal 35 W/m<sup>2</sup>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

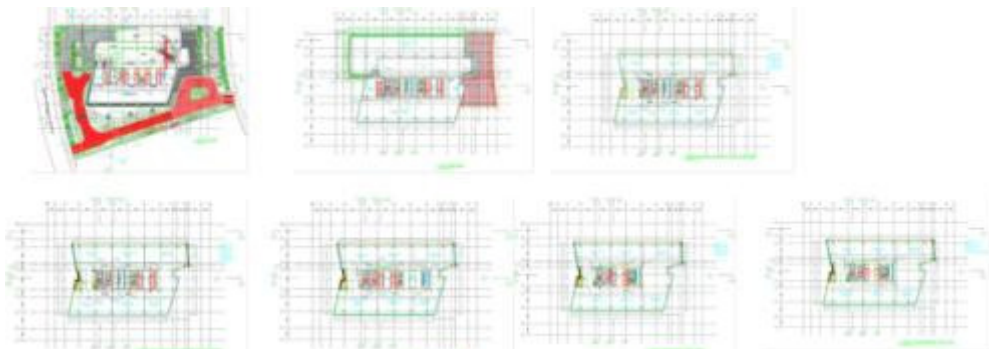
### Hasil

Gedung kantor ini berada pada lokasi strategis dan adanya perkembangan terhadap pemenuhan kebutuhan jumlah karyawan yang meningkat cukup banyak perlu dibuat perkantoran berlapis ke atas dalam pemenuhannya serta dalam rangka optimalisasi densitas penggunaan lahan yang diharapkan bisa mendapatkan ruang terbuka / hijau yang lebih maksimal.

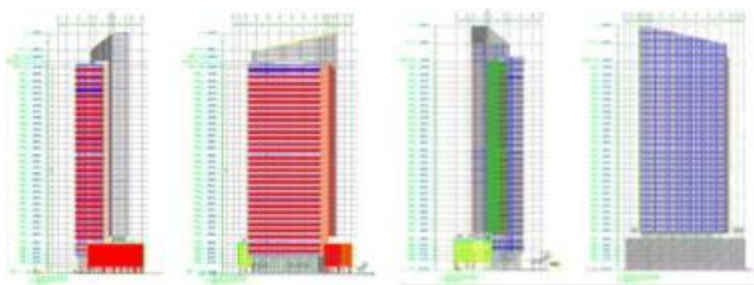
Jika ditinjau dari segi aksesibilitas lokasi Gedung Noble House (Office Tower) di kawasan Lingkar Mega Kuningan, Jakarta Selatan memiliki nilai lebih. Dalam rangka pemenuhan kepuasan pengguna bangunan harus mengutamakan kenyamanan, keamanan, ketersediaan fasilitas, kedekatan dengan sarana prasarana lingkungan, kemudahan akses dan efisiensi biaya operasional gedung. Untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut maka perlu dilakukan kajian ulang terhadap desain Gedung Noble House berdasarkan Greenship Tools New Building versi 1.2. Spesifikasi gedung: fungsi kantor; 32 lantai + 4 lantai basement; total luas tapak 6477,02 m<sup>2</sup>; gross floor area 84527 m<sup>2</sup>; net lettable area (NLA) 42848,51 m<sup>2</sup>;



**Gamb.1.** Orientasi Bangunan  
Sumber: training GP,Batch XVI,2015



**Gambar 2.** Denah GF,lt. 5, tipikal lt genap 6-18, tipikal ganjil lt. 7-19, lt. 20,lt.21-31, lt 32.



**Gambar.3.** Tampak Bangunan Timur, Selatan, Utara,Barat (kiri ke kanan)

### Pembahasan

OTTV adalah bagian dari energy efisiensi dan konservasi yang merupakan salah satu aspek yang penting dan diharuskan dalam persyaratan green building pada Greenship yang dianut oleh green building Indonesia. OTTV dihitung berdasarkan SNI 03-6389-2011 atau SNI edisi terbaru tentang Konservasi Energi selubung bangunan pada bangunan.

Untuk mengetahui nilai OTTV, maka diperlukan perhitungan besar panas melalui selubung bangunan tergantung dari : orientasi masa bangunan, luasan, kemampuan konduksi dan radiasi material selubung. Perhitungan panas dikenal dengan perhitungan OTTV atau *Overall Thermal Transfer Value*. Hal ini sangat penting untuk diperhatikan oleh para desainer/arsitek, sehingga desain fasade yang dihasilkan tidak hanya estetika semata. Pengurangan konsumsi energy melalui desain fasade yang nilai OTTV rendah, maka konsumsi energinya dapat ditekan, berarti akan mengurangi emisi kaebon dari pembangkit tenaga listrik. Perhitungan OTTV menjadi sangat penting untuk mengetahui berapa panas yang ditimbulkan akibat desain fasade.

**Tabel 1.** Detail kaca original desain

Spesifikasi Kaca	SHGC	SC	U Value	VLT	VLR
Indoflot clear 8 mm	0.81	0.93	5.7	88	8

**Tabel 2.** Perimeter bangunan original desain

Fasad	Luasan						
	UTARA	TIMUR	TENGGARA	SELATAN	BARAT DAYA	BARAT	BARAT LAUT
Wall (lt. GF)	386.19	0.00	0.00	0.00	115.57	0.00	0.00
Wall (lt. 5)	0	0	0	0	0	0	0
Wall (lt. 6-30)	436.54	0.00	0.00	273.48	0.00	0.00	0.00
Wall (lt. 19)	23.27	0.00	0.00	14.58	0.00	0.00	0.00
Wall (lt. 31-32)	42.30	0.00	0.00	26.50	0.00	0.00	0.00
Kaca (lt. GF)	0.00	71.68	220.93	724.00	0.00	0.00	143.78
Kaca (lt. 5)	312.78	41.34	156.48	332.52	0.00	62.94	76.72
Kaca (lt. 6-30)	6303.46	2331.29	2453.06	5931.94	1129.01	1295.16	1305.48
Kaca (lt. 19)	312.68	193.00	130.74	316.14	60.17	69.03	69.58
Kaca (lt. 31-32)	568.50	365.90	237.70	574.80	109.40	125.50	126.50
Total	8385.70	3003.20	3198.91	8193.95	1414.15	1552.63	1724.06
WWR	89%	100%	100%	96%	92%	100%	100%
Total WWR	95%						

**Tabel 3.** Solar absorption factor wall

$\alpha$ bahan	Beton ringan	0.86
$\alpha$ cat	Putih semi kilap	0.3
$\alpha$ Bahan		0.258

**Tabel 4.** U-value dan Tdek

No	Jenis	Tebal b	Konduktifitas K	Resistensi R	Density D	Berat W
		(m)	( W/m.K)	(m <sup>2</sup> K/W)	(Kg/m <sup>3</sup> )	( kg/m <sup>2</sup> )
1	Udara luar			0.044		
2	Bata Plester	0.150	0.807	0.186	1760	264.000
3	Udara dalam			0.120		
			Total	0.350	Total	264.000
			<b>U Value (1/R)</b>	<b>2.86</b>	<b>T dek</b>	<b>10</b>

Kemudian dihitung konduksi dinding, konduksi kaca dan radiasi mulai lantai Gound Floor (GF)

**Tabel 5.** Konduksi dinding, konduksi kaca dan radiasi kaca pada It GF

**Konduksi Dinding**

$\alpha$ (Massive Area*Uw*Tdeq)	Massive Area (m <sup>2</sup> )		OTTV	A x OTTV
Utara (wall)	386.19		7.37	2,847.80
Barat Daya(wall)	115.57		7.37	852.22
<b>Total Wall OTTV (watt)</b>				<b>3,700.02</b>

**Konduksi Kaca**

(Opening Area*Uf*ΔT)	Opening Area (m <sup>2</sup> )		OTTV	A x OTTV
Timur	71.68		28.50	2,042.88
Tenggara	220.93		28.50	6,296.56
Selatan	724.00		28.50	20,634.06
Barat Laut	143.78		28.50	4,097.79
<b>Total Window OTTV (watt)</b>				<b>33,071.29</b>

**Radiasi Kaca**

(Opening Area*SC*SF)	Opening Area (m <sup>2</sup> )	Shading Coefficient (SC=Sck*SCeff)	OTTV	A x OTTV
Timur	71.68	0.93	104.16	7,466.19
Tenggara	220.932	0.93	90.21	19,930.28
Selatan	724.002	0.93	90.21	65,312.22
Barat Laut	143.782	0.93	196.23	28,214.34
<b>Total Solar Heat Gain (watt)</b>				<b>120,923.03</b>

Pertama menghitung konduksi dinding, menggunakan rumus:  $\alpha$ (masif area x Uw x Tdeq);

Konduksi kaca menggunakan rumus: (opening area/transparan/kaca x Uf xΔT)

Radiasi kaca, dengan rumus: (opening area x SC x SF)

Kemudian menghitung OTTV =  $\alpha[(U_w \times (1 - WWR) \times T_{dek}] + (U_f \times WWR \times \Delta T) + (SC \times WWR \times SF)$

Keterangan:

$\alpha$  = absortan radiasi matahari

Uw = transmitsan termal dinding tidak tembus cahaya (W/m<sup>2</sup>K)

WWR = perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan

Tdek = beda temperature ekuivalen (K)

SF = factor radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>)

SC = koefisien peneduh dari system fenetrasi

Uf = transmitsan termal fenetrasi (W/M<sup>2</sup>K)

ΔT = beda temperature perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5K)





Dengan cara yang sama kemudian dihitung lantai 5, lantai tipikal 6 sampai dengan 30, lantai 19, lantai 31-32. Maka dari perhitungan OTTV pada fasade asli didapat:

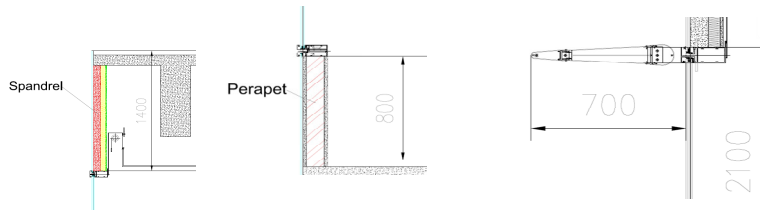
**Tabel 6.** OTTV pada fasade asli (*original*)

Lantai Ground floor	Overall building Ax OTTV	157,694.34 Watt
	Total Area	1,662.16 m <sup>2</sup>
	Building OTTV	94.87 W/m <sup>2</sup>
Lantai 5	Overall building Ax OTTV	143,971.03 Watt
	Total Area	984.78 m
	Building OTTV	146.20 W/m <sup>2</sup>
Lantai 6 sd. 30	Overall building Ax OTTV	3,012,185.00 Watt
	Total Area	21,459.41 m <sup>2</sup>
	Building OTTV	140.37W/m <sup>2</sup>
Lantai 19	Overall building Ax OTTV	166,580.51 Watt
	Total Area	1,189.16 m <sup>2</sup>
	Building OTTV	140.08 W/m <sup>2</sup>
Lantai 31-32	Overall building Ax OTTV	304,497.36 Watt
	Total Area	2,177.10
	Building OTTV	139.86 W/m <sup>2</sup>
Total building OTTV		137.77 W/m <sup>2</sup>

Setelah mendapatkan nilai OTTV asli, kemudian mulai dicoba beberapa alternatif jenis kaca dan bentuk elemen peneduh (*shading device*)

**Tabel 7.** Detail kaca alternative

Spesifikasi Kaca	SHGC	SC	U Value	VLT	VLR
Stopsol Super Silver Dark Blue 8mm #2 + AS.12 + FL.6	0.30	0.34	2.80	32.00	15.00
T-Sunlux CS 140 (on Clear) 8mm #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G#3	0.31	0.36	1.90	29.00	19.00
Stopray Ace 52/26 (Neutral Bluish Silver) 8mm #2 + AS12 +6mm Clear	0.26	0.30	1.50	52.00	24.00



Gambar 4. Detail alternatif (spandrel, parapet, dan shading)

Tabel 8. Detail fasad (spandrel, parapet, dan shading)

**SPANDREL**

No	Jenis	Tebal	Konduktifitas	Resistensi	Density (Kg/m <sup>3</sup> )	Berat (kg/m <sup>2</sup> )
		(m)	( W/m.K)	(m <sup>2</sup> K/W)		
1	Udara luar			0.044		
2	Kaca 8mm	0.008	1.053	0.008	2512	20.096
3	rongga /celah 10 mm	0.010		0.148		
4	Lisplank pre-case 0.075x8	0.075	1.448	0.052	2400	180.000
5	isolasi fiber glss 50 mm	0.050	0.035	1.429	32	1.600
6	Gypsum 12 mm	0.012	0.170	0.071	880	10.560
7	Udara dalam			0.120		
				Total		
				<b>U Value (1/R)</b>	<b>0.53</b>	
					Total	212.256
					<b>T dek</b>	<b>10</b>

**PERAPET**

No	Jenis	Tebal	Konduktifitas	Resistensi	Density (Kg/m <sup>3</sup> )	Berat (kg/m <sup>2</sup> )
		(m)	( W/m.K)	(m <sup>2</sup> K/W)		
1	Udara luar			0.044		
2	Kaca 8mm	0.008	1.053	0.008	2512	20.096
3	rongga /celah 10 mm	0.010		0.148		
4	Bata Plester	0.150	0.807	0.186	1760	264.000
5	Udara dalam			0.120		
				Total		
				<b>U Value (1/R)</b>	<b>1.98</b>	
					Total	284.096
					<b>T dek</b>	<b>10</b>

**Shading**

No.	Orientasi	Dimensi	TIMUR		BARAT	
			R	Seef	R	Seef
1	Peneduh Horizontal	0.7				
2	Transparance area	2.1	0.33	0.8228	0.33	0.822800
3	peneduh/ area transparan					
4	Sck			0.34		0.34
5	SC = Sck X SC eef			0.28		0.279752
6	SF		112		143	



Tabel 9. Rekap perhitungan berdasarkan jenis alternatif

Alt. No	Gambar	Spesifikasi	SHO	SO	U	V1	V2	V3	V4	V5	OTTV
1		Original floor plan	0.07	0.07	1.7	8.0	8	8	8	8	137.7
1		Original floor plan	0.20	0.20	2.8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	54.0
2		Original floor plan	0.21	0.21	1.8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	52.8
3		Original floor plan	0.28	0.28	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	43.7
4		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n	0.20	0.20	2.8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	37.0
5		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n	0.21	0.21	1.8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	38.1
6		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n	0.26	0.26	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	30.5
7		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n Parapet 1.0 m Dipukul	0.20	0.20	2.8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	39.4
8		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n	0.17	0.17	1.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	30.8
9		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n Dipukul Parapet 1.0 m	0.28	0.28	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	33.7
10		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n	0.20	0.20	2.8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	38.9
11		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n	0.21	0.21	1.8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	38.0
12		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n	0.28	0.28	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	30.8
13		Spandek 1.4m Dipukul per catem-wala s-pg-pulur n	0.20	0.20	2.8	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	38.2

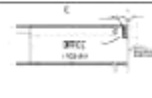
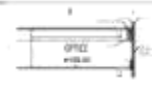
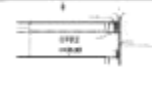
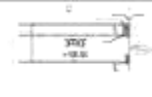
Dari tabel perhitungan diatas, maka yang memenuhi persyaratan OTTV = 35W/m2 adalah:

Tabel 10. Rekap perhitungan berdasarkan nilai OTTV < 35W/m2

Alt No.	Gambar	Spes/Klas		SHGC	SC	U Value	VLT	VLR	WWR	OTTV
		masif	kaca							
6		Spandrel 1.4 m (laplik k pre-case+isolasi-gypsum)	Storpry ace 52/25 (neutral bluish silver) 8mm+AS 12+6mm clear	0.26	0.3	1.5	52	24	66%	30.25
12		Spandrel 1.4 m (laplik k pre-case+isolasi-gypsum) Shading horizontal 70 cm	Storpry ace 52/25 (neutral bluish silver) 8mm+AS 12+6mm clear	0.26	0.3	1.5	52	24	66%	29.30
7		Spandrel 1.4 m (laplik k pre-case+isolasi-gypsum) Parapet 0.8 m (bataplester)	Storpry super silver dark blue 8mm #2+AS 12+FL6	0.30	0.34	2.8	32	15	49%	29.04
13		Spandrel 1.4 m (laplik k pre-case+isolasi-gypsum) Parapet 0.8 m (bataplester) Shading horizontal 70 cm	Storpry super silver dark blue 8mm #2+AS 12+FL6	0.30	0.34	2.8	32	15	49%	28.25
8		Spandrel 1.4 m (laplik k pre-case+isolasi-gypsum) Parapet 0.8 m (bataplester)	TSurlux CS 140(on clear) 8 mm #2+12 mm AS+6 mm plambel GK3	0.31	0.36	1.9	29	19	49%	28.04
14		Spandrel 1.4 m (laplik k pre-case+isolasi-gypsum) Parapet 0.8 m (bataplester) Shading horizontal 70 cm	TSurlux CS 140(on clear) 8 mm #2+12 mm AS+6 mm plambel GK3	0.31	0.36	1.9	29	19	49%	27.20
9		Spandrel 1.4 m (laplik k pre-case+isolasi-gypsum) Parapet 0.8 m (bataplester)	Storpry ace 52/25 (neutral bluish silver) 8mm#2+AS12 +6mm clear	0.26	0.30	1.5	52	24	49%	23.37
15		Spandrel 1.4 m (laplik k pre-case+isolasi-gypsum) Parapet 0.8 m (bataplester) Shading horizontal 70 cm	Storpry ace 52/25 (neutral bluish silver) 8mm#2+AS12 +6mm clear	0.26	0.30	1.5	52	24	49%	22.67

Berdasarkan Rekapitulasi diatas, maka desain alternative yang termasuk dalam nominasi terpilih sebagai desain yang mempunyai katagori hemat energy adalah :Mudah pekerjaannya, efisiensi biaya, biaya pemeliharaan dan kemudahannya serta OTTV minimum, maka terpilih pada tabel berikut:

**Tabel 11.** Rekap perhitungan alternatif terpilih

Alt. No.	Gambar	spesifikasi		SHG C	SC	U Value	VLT	VLR	WWR	OTTV
		masif	kaca							
6		Spandrel 1.4 m (lispink k pre-case+isola si+gypsum)	Stopray ace 52/25 (neutral bluish silver) 8 mm+AS 12+6mm clear	0.26	0.3	1.5	52	24	66%	30.25
7		Spandrel 1.4 m (lispink k pre-case+isola si+gypsum) Parapet 0.8 m (bataplester)	Stopsol super silver dark blue 8mm #2+AS 12+FL6	0.30	0.34	2.8	32	15	49%	29.04
8		Spandrel 1.4 m (lispink k pre-case+isola si+gypsum) Parapet 0.8 m (bataplester)	T-Sunlux CS 140(on clear) 8 mm #2+12 mm AS+6 mm planibel G#3	0.31	0.36	1.9	29	19	49%	28.04
9		Spandrel 1.4 m (lispink k pre-case+isola si+gypsum) Parapet 0.8 m (bataplester)	Stopray ace 52/25 (neutral bluish silver) 8mm#2+AS 12+6mm clear	0.26	0.30	1.5	52	24	49%	23.37

Dari hasil analisa diatas , maka desain alternatif yang masuk dalam pertimbangan desain fasade terpilih adalah:

Alternatif 6 : Alternatif desain fasade dengan material selubung bangunan terdiri dari kaca murni, dengan jenis kaca Low e (Stopray Ace 52/26) Neutral Bluish Silver, nilai OTTV 30.25 W/m<sup>2</sup>.

Alternatif 7: Alternatif desain fasade dengn material selubung bangunan terdiri dari pandrel, kaca stopsol super silver 12mm, dan parapet bata plester, nilai OTTV 29.04 W/m<sup>2</sup>.

Alternatif 8: Alternatif desain fasade dengan material selubung bangunan terdiri dari pandrel, kaca T-Sunlux 12mm, dan parapet bata plester, nilai OTTV 28.04 W/m<sup>2</sup>.

Alternatif 9: Alternatif desain fasade dengan material selubung bangunan terdiri dari pandrel, kaca Stopray AC 12mm clear, dan parapet bata plester, nilai OTTV 23.37 W/m<sup>2</sup>.

## KESIMPULAN

Dari uraian diatas, untuk mendapatkan OTTV yang memenuhi syarat SNI =35W/m<sup>2</sup>, maka dibutuhkan langkah bertahap. Dengan mencoba beberapa alernatif bahan material

maupun bentuk shading device. Dari analisa diatas setelah mendapatkan nilai OTTV maksimal, masih perlu dipertimbangkan dengan kemudahan pengerjaan, efisiensi biaya, biaya pemeliharaan, kemudahan pemeliharaan serta OTTV minimum. Maka dari analisis tersebut didapat alternatif yang terpilih ternyata tanpa *overhang horizontal* sudah dapat memenuhi persyaratan nilai OTTV maksimum, dengan tambahan pertimbangan kemudahan pengerjaan, perawatan dan biaya yang minimal.

Maka untuk efisiensi energi, yang semula desain awal (original) gedung tersebut menggunakan kaca clear 8 mm menghasilkan nilai OTTV 137.77W/m<sup>2</sup> dapat diganti desain alternative yang masuk dalam pertimbangan desain terpilih adalah;

Alternatif 6 : Alternatif desain fasade dengan material selubung bangunan terdiri dari kaca murni, dengan jenis kaca Low e (Stopray Ace 52/26) Neutral Bluish Silver, menghasilkan OTTV 30.25 W/m<sup>2</sup>, yang berarti dapat menghemat  $(137.77-30.25)W/m^2=(107.52/137.77)\times 100\%=78\%$  energi; Alternatif 7: Alternatif desain fasade dengan material selubung bangunan terdiri dari pandrel, kaca stopsol super silver 12mm, dan parapet bata plester, menghasilkan OTTV 29.04 W/m<sup>2</sup>, yang berarti menghemat 78.9% energi; Alternatif 8: Alternatif desain fasade dengan material selubung bangunan terdiri dari pandrel, kaca T-Sunlux 12mm, dan parapet bata plester, menghasilkan OTTV 28.04 W/m<sup>2</sup>, yang berarti menghemat 79.6 % energi; Alternatif 9: Alternatif desain fasade dengan material selubung bangunan terdiri dari pandrel, kaca Stopray AC 12mm clear, dan parapet bata plester, menghasilkan OTTV 23.37 W/m<sup>2</sup>, yang berarti menghemat 83 % energi

### **Kepustakaan**

- Backer, Nick., Steemers, Koen. (2000). Energy And Environment in Architecture. London: E&FN Spon
- Buku pedoman Energi Efisiensi Untuk Desain Bangunan Gedung Di Indonesia , Direktorat Konservasi Energi, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Edisi 2012
- GreenShip. (2014). Panduan Teknis- Perangkat Penilaian Bangunan Hijau Untuk Bangunan Baru versi 1.2
- Latifah, Nur Laela. (2015). Fisika Bangunan 1. Jakarta: Gria Kreasi
- Olgyay, Victor. (1992). Design With Climate. New York: Van Nostrand Reinhold
- Setiawan, Wawan., Triwibowo, Deka., Maulana, Dimas., Lahji, Khotijah., Kusumawati, Lili., Project Group : Nobel House, training GP Batch XVI, 2015
- BSNI-Badan Standarisasi Nasional Indonesia, SNI 6389:2011. Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung
- The development & building Control Division – Singapore. (1980). Handbook on Energy Conservation in Buildings & Building Service