

MATERIAL KACA HEMAT ENERGI SEBAGAI SOLUSI INOVATIF UNTUK HUNIAN BERTINGKAT (Studi Kasus Proyek Thamrin Nine - Townhouse)

Muhamad Masrokan

Program Studi Teknik Sipil, Tanri Abeng University

Email: masrokan@student.tau.ac.id

ABSTRAK

Keberadaan kaca sebagai bahan bangunan telah dikenal dan digunakan sejak dibutuhkannya bidang transparan yang mampu menyatukan ruang luar dengan ruang dalam serta memasukan unsur pencahayaan alami namun tetap menjaga kondisi ruang dalam dari pengaruh ruang luar, kaca hemat energi pada hunian bertingkat tinggi yang dikondisikan sepenuhnya (*fully air-conditioned*) mampu mengurangi pantulan panas matahari dari bangunan bangunan kaca tinggi yang menyebabkan meningkatnya temperatur lingkungan diperkotaan (*heat-island effect*) maupun efek rumah kaca pada atmosfer bumi (*greenhouse effect*). Tujuan riset ini adalah mengevaluasi kinerja termal selubung bangunan pada Proyek Thamrin Nine - Townhouse dengan perhitungan OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*), suatu nilai menggambarkan kemampuan selubung bangunan meneruskan panas secara menyeluruh dari luar ke sisi dalam atau sebaliknya, dinyatakan dalam W/m^2 . Besar radiasi matahari yang ditransmisikan melalui selubung bangunan dipengaruhi fasad bangunan yaitu perbandingan luas kaca dan luas dinding bangunan keseluruhan, serta jenis dan tebal kaca yang digunakan. Bila nilai OTTV suatu bangunan dihasilkan kurang/sama dengan $45 W/m^2$, maka bangunan tersebut sesuai dengan Syarat Bangunan Gedung Hijau pada pergub DKI Jakarta nomor 38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau. Nilai yang didapat dari perhitungan OTTV bangunan Proyek Thamrin Nine Townhouse sebesar $12,08 W/m^2$ sudah memenuhi kriteria bangunan hemat energi sesuai persyaratan OTTV yang diijinkan, terpenuhinya persyaratan tersebut didominasi penggunaan kaca pada tampak timur dan barat pada dinding bangunan dan penggunaan precast secara menyeluruh pada tampak utara dan selatan mempunyai nilai $47,47W/m^2$ pada masing-masing tampak sehingga bisa disimpulkan bahwa penggunaan material kaca lebih efisien dari pada menggunakan dinding precast tertutup.

Kata Kunci: Kaca, OTTV, Hemat Energi

ABSTRACT

The existence of glass as a building material has been known and used since the need for a transparent field that is able to unite the outer space with the inner space and incorporates elements of natural lighting but still maintains the condition of the inner space from the influence of the outer space, energy-saving glass in fully air-conditioned high-rise residences can reduce the reflection of solar heat from tall glass buildings which causes an increase in environmental temperature in urban areas (*heat-island effect*) as well as the greenhouse effect on the earth's atmosphere (*green house effect*). The purpose of this research is to evaluate the thermal performance of the building envelope in the Thamrin Nine - Townhouse Building by calculating OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*), a value describing the ability of the building envelope to transmit heat as a whole from the outside to the inside or vice versa, expressed in W/m^2 . The amount of solar radiation transmitted through the building envelope is influenced by the building's facade, namely the ratio of the glass area to the overall building wall area, as well as the type and thickness of the glass used. If the resulting OTTV value of a building is less/equal to $45 W/m^2$, then the building complies with the Green Building Requirements in DKI Jakarta governor regulation number 38 of 2012 concerning Green Buildings. The value obtained from the OTTV calculation of the Thamrin Nine Townhouse Project of $12.08 W/m^2$ has met the criteria for an energy efficient building according to the permitted OTTV requirements, the fulfillment of these requirements is dominated by the use of glass on the east and west views on the building walls and the use of precast as a whole in the building. north and south views have a value of $47.47W/m^2$ in each view so it can be concluded that the use of glass material is more efficient than using closed precast walls.

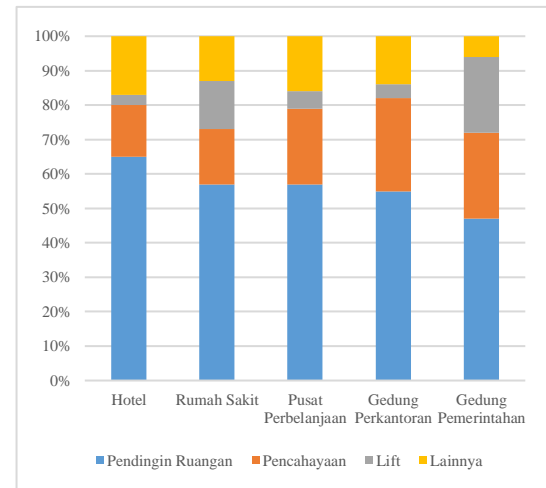
Key Words: Glass, OTTV, Energy Saving

1. PENDAHULUAN

Keberadaan kaca sebagai bahan bangunan telah dikenal dan digunakan sejak dibutuhkannya bidang transparan yang mampu menyatukan ruang luar dengan ruang dalam serta memasukan unsur pencahayaan alami namun tetap menjaga kondisi ruang dalam dari pengaruh ruang luar, kaca hemat energi pada hunian bertingkat tinggi yang dikondisikan sepenuhnya (*fully air-conditioned*) mampu mengurangi pantulan panas matahari dari bangunan kaca tinggi yang menyebabkan meningkatnya temperatur lingkungan diperkotaan (*heat-island effect*) maupun efek rumah kaca pada atmosfer bumi (*green house effect*).

Krisis energi dan pemanasan global menjadi isu penting dalam perkembangan saat ini. Idealnya sebuah bangunan tidak hanya mempunyai nilai estetis, namun juga berfungsi sebagaimana tujuan bangunan tersebut dirancang, memberikan rasa aman (dari gangguan alam dan manusia/ makhluk lain), serta memberikan kenyamanan, akan tetapi juga memberikan dampak bagi penghematan energi bangunan tersebut. Setyowati (2015).

Sebagian besar energi pada bangunan di Indonesia digunakan oleh sistem *HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioner)* terlepas dari tipe bangunannya. Sebagaimana disajikan pada Gambar 1. *HVAC (Heating Ventilation and Air Conditioner)* berkontribusi sekitar 47% hingga 65% dari total konsumsi energi bangunan. Gabungan Pencahayaan buatan dan beban steker berkontribusi sebesar 15% hingga 25% dari total konsumsi energi. Oleh karena itu, dengan mengurangi konsumsi energi untuk *HVAC* dan pencahayaan buatan melalui desain pasif dan aktif akan mengurangi konsumsi energi bangunan keseluruhan secara signifikan. (GBCI, 2012)



Gambar 1. Rincian Konsumsi Energi untuk Berbagai Tipe Bangunan

(Sumber: <http://greenbuilding.jakarta.go.id>)

Asih (2012) pada penelitiannya menuliskan, dalam upaya mewujudkan konservasi energi pada bangunan. Perhitungan OTTV menjadi penting karena *façade* bangunan adalah salah satu factor yang terlibat dalam mengkonversi energi selain atap. Agar jumlah panas yang terhantar melalui *façade* akibat konduksi panas masuk ruangan dapat diminimalisir. Dalam hal ini, kaca dapat memasukkan cahaya alami dan juga panas radiasi, disamping itu juga berfungsi sebagai konservasi energi maupun penciptaan efek psikologis pada pencahayaan. Pemanfaatan material kaca menjadi salah satu alternative untuk dapat memanfaatkan cahaya matahari sebagai penerangan. Apakah penggunaan kaca cocok sebagai batas ruangan di daerah tropis? Bukankah kaca mempunyai sifat mengirim cahaya dan panas ke dalam ruangan, serta menahan panas tersebut untuk tidak melepaskannya? Kalau hal ini terjadi maka besaran panas yang terdistribusikan ke dalam ruangan sangat besar dan mempengaruhi besaran energi untuk pengkondisian kenyamanan termal didalam bangunan tersebut.

Pada Proyek Thamrin Nine – Townhouse Jakarta yang diharapkan dari studi penelitian ini adalah: (1) Untuk mengevaluasi kinerja termal selubung bangunan pada Proyek Thamrine Nine – Townhouse dengan menggunakan perhitungan *OTTV (Overall Thermal Transfer Value)* secara manual sehingga diketahui nilai *OTTV* yang diijinkan pada Pergub DKI Jakarta nomor 38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau. (2) Mengetahui seberapa besar luasan bukaan dinding dengan menggunakan material kaca sebagai selubung bangunan yang tepat agar dapat memenuhi syarat ideal nilai *OTTV* pada Pergub DKI Jakarta nomor 38 tahun 2012 sebagai bangunan hemat energi. (3) Menjadi

masukannya bagi para perancang dan perencana dalam mendesain bangunan yang kaitannya dengan pemilihan orientasi bangunan dan pemilihan tipe kaca sebagai material selubung bangunan agar tercapai bangunan yang hemat energi.

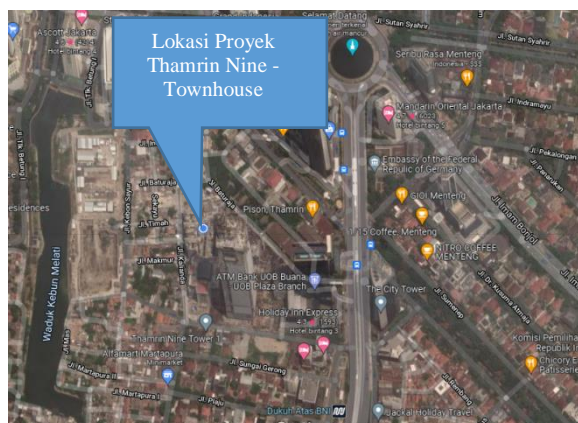
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan adalah metode Kuantitatif dan melakukan penghitungan OTTV. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan melakukan kajian Pustaka untuk mendalami permasalahan yang akan diteliti, yaitu apakah selubung bangunan Proyek Thamrin Nine - Townhouse Jakarta yang dirancang memenuhi nilai OTTV yang diijinkan pada Pergub DKI Jakarta nomor 38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau sebesar $\leq 45 \text{ Watt/m}^2$. Untuk mengetahuinya maka akan dilakukan pengukuran dengan menggunakan rumus OTTV. Ruang lingkup penelitian mengulas mengenai hal-hal berikut:

1. Definisi dan teori OTTV pada bangunan gedung.
2. Standar dan regulasi yang tertera pada SNI 03-6389 tentang Konsevasi Energi Selubung Bangunan Pada Gedung.
3. Deskripsi umum rancangan Proyek Thamrin Nine - Townhouse Jakarta.
4. Ulasan perhitungan nilai OTTV.

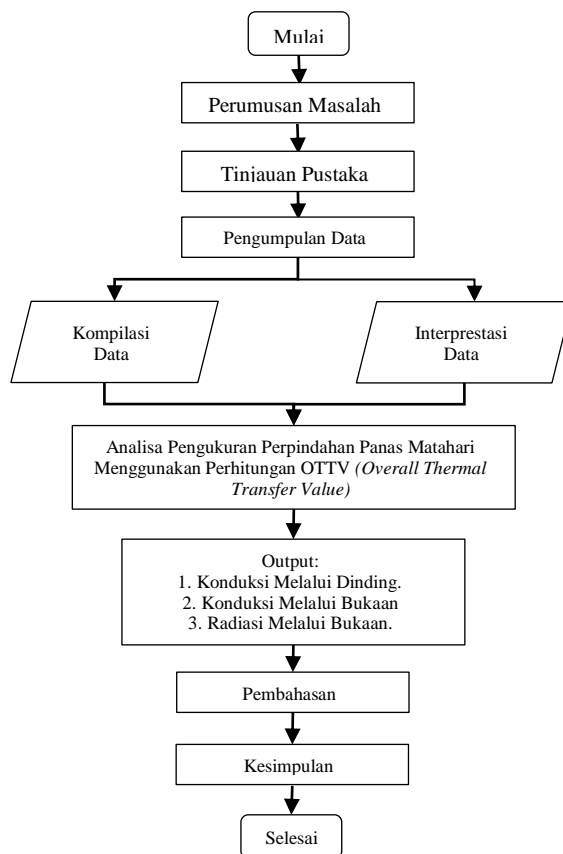
2.1. Tempat dan waktu penelitian

Proyek Thamrin Nine - Townhouse tinggi bangunan 49,5 m dengan jumlah lantai 10 termasuk roof top, untuk lingkup fasad Pintu, jendela, curtain wall, dan cladding. Lokasi gedung berada di Jalan M. H. Thamrin Kav.10, Jakarta Pusat. Waktu penelitian dilakukan mulai pada bulan agustus - september 2021



Gambar 2. Lokasi Proyek Thamrin Nine - Townhouse
 (Sumber: Google Maps, 2021)

2.2. Langkah-langkah penelitian



Gambar 3. Flow Cart Metode penelitian
 (Sumber: Penulis, 2021)

1. Kompilasi Data dan Interprestasi Data
 Observasi yang dilakukan menghasilkan data primer yang terdiri dari data hasil pengukuran, pengamatan dan pencatatan. Semua data dikumpulkan dan disusun sesuai dengan urutannya. Data tersebut kemudian dipelajari, termasuk mengoreksi ketepatan dan kebenaran pengukuran dan pencatatan. Data primer meliputi: data orientasi bangunan, data ukuran fisik bangunan, data penggunaan material bangunan dan data *asbuilt drawing* dari bangunan.



Tampak Timur

Tampak Barat



Tampak Utara Tampak Selatan
Gambar 4. Tampak Bangunan Proyek Thamrin Nine - Townhouse (Sumber: Data Proyek, 2021)

2. Analisa Data

Pada Peraturan Gubernur No. 38 Konsep *OTTV* didasarkan pada asumsi bahwa bangunan berada didalam satu sistem selubung bangunan yang benar-benar tertutup. Di samping itu, perhitungan *OTTV* tidak memperhitungkan faktor-faktor berikut:

- Perangkat peneduh internal, seperti gordena dan tirai.
- Refleksi matahari atau bayangan dari bangunan yang berdekatan.
- Perolehan panas dari Atap yang dihitung terpisah melalui perhitungan *RTTV* (*Roof Thermal Transfer Value*) dan tidak disyaratkan pengaturan ini.

Overall Thermal Transfer Value (OTTV) adalah ukuran perolehan panas eksternal yang ditransmisikan melalui satuan luas selubung bangunan (W/m). Transmisi radiasi matahari melalui jendela umumnya jauh lebih besar daripada melalui dinding. Menghitung total *OTTV* dengan menambahkan *OTTV* dari masing-masing komponen dan orientasi bangunan dengan menggunakan formula dan (SNI 03-6389).

$$OTTV = \frac{\alpha [(U_w \times (1 - WWR) \times TD_{ek} + (SC \times WWR \times SF) + U_f \times WWF \times \Delta T)]}{A}$$

$$OTTV_{total} = \frac{(OTTV_u \times A_u) + (OTTV_t \times A_t) + (OTTV_b \times A_b)}{(A_u + A_t + A_s + A_b)}$$

Keterangan :

OTTV: Harga perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah

atau orientasi tertentu (W/m^2)

α : Absorbtansi radiasi matahari

UW : Transmittansi termal dinding tak tembus cahaya ($W/m^2.K$)

WWR: Perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan

SF : Faktor Radiasi Matahari (W/m^2)

SC : Koefisien peneduh dari sistem penetrasi

UF : Transmittansi termal fenestration ($W/m^2.K$)

ΔT : Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5K)

A : Luas facade (m^2)

Nilai facade bangunan (total luas bukaan, rasio jendela terhadap dinding dan Nilai-U) ditentukan oleh geometri bangunan dan sifat termal dari bahan bangunan. Nilai Faktor Penyerapan Matahari (Solar Absorption Factor) (α), *TDeK*, ΔT , dan Faktor Matahari (Solar Factor) (*SF*) diambil dari tabel SNI-03-6389. $SHGC = SC \times 0,86$.

Tabel 1. Nilai Absorbtansi Radiasi Matahari Untuk Dinding Luar dan Atap Tak Tembus Cahaya

Bahan Dinding Luar	α
Beton berat ¹⁾	0,91
Bata merah	0,89
<i>Bituminous felt</i>	0,88
Batu sabak	0,87
Beton ringan	0,86
Aspal jalan setapak	0,82
Kayu permukaan halus	0,78
Beton ekspos	0,61
Ubin putih	0,58
Bata kuning tua	0,56
Atap putih	0,50
Cat aluminium	0,40
Kerikil	0,29
Seng putih	0,26
Lembaran aluminium kilap	0,12
Bata glazur putih	0,25

(Sumber : Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional, 2011)

¹⁾ Untuk Bangunan Nuklir

Tabel 2. Nilai Absorbtansi Radiasi Matahari Untuk Cat Pada Dinding Luar dan Atap Tak Tembus Cahaya

Cat permukaan dinding luar	α
Hitam merata	0,95
Pernis hitam	0,92
Abu-abu tua	0,91
Pernis biru tua	0,91
Cat minyak hitam	0,90
Coklat tua	0,88
Abu-abu/biru tua	0,88
Biru/hijau tua	0,88
Coklat medium	0,84
Pernis hijau	0,79
Hijau medium	0,59
Kuning medium	0,58
Hijau/biru medium	0,57
Hijau muda	0,47

Putih semi kilap	0,30
Putih kilap	0,25
Perak	0,25
Pernis putih	0,21

(Sumber : Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional, 2011)

Tabel 3. Nilai k Bahan Bangunan

No	Bahan Bangunan	Densitas (kg/m ³)	k(w/m.k)
1	Beton	2400	1,448
2	Beton ringan	960	0,303
3	Bata dengan lapisan plester	1760	0,807
4	Bata langsung dipasang tanpa plester,tahan terhadap cuaca		1,154
5	Plesteran pasir semen	1568	0,533
6	Kaca lembaran	2512	1,053
7	Papan gypsum	880	0,170
8	Kayu lunak	608	0,125
9	Kayu keras	702	0,138
10	Kayu lapis	528	0,148
11	Glasswool	32	0,035
12	Fibreglass	32	0,035
13	Paduan Alumunium	2672	211
14	Tembaga	8784	385
15	Baja	7840	47,6
16	Granit	2640	2,927
17	Marmer/Batako/terazo/keramik/mozaik	2640	1,298

(Sumber : Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional, 2011)

Untuk menyederhanakan perhitungan OTTV, maka nilai T_{DEK} untuk berbagai tipe konstruksi tercantum pada tabel 4.

Tabel 4. Beda Temperatur Ekuivalen Untuk Dinding

Berat/satuan luas (kg/m ²)	T _{DEK}
Kurang dari 125	15
126 ~ 195	12
Lebih dari 195	10

(Sumber : Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional, 2011)

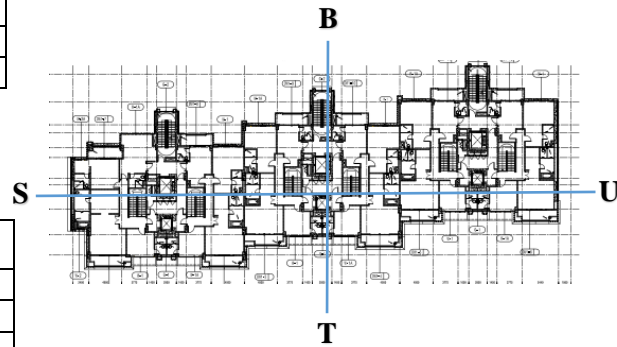
Beberapa faktor radiasi matahari dihitung antara jam 07.00 sampai dengan jam 18.00. Untuk bidang vertikal untuk berbagai orientasi dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Faktor Rerata Radiasi Matahari (SF, W/m²) Untuk Berbagai Orientasi¹⁾

Orientasi	U	TL	T	TGR	S	BD	B	BL
		130	113	112	97	97	176	243

(Sumber : Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional, 2011)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 5. Denah Bangunan Dan Arah Mata Angin Proyek Thamrin Nine - Townhouse
 (Sumber: Data Proyek, 2021)

Data Bentuk Bangunan

Orientasi (arah hadap) : Timur
 Dimensi bangunan : Panjang 74,6m, Lebar 27m
 Tinggi lantai : 9 Lantai
 Luas bangunan : 2.014m²
 Keliling bangunan : 203m

Untuk mengetahui perpindahan panas pada bangunan proyek Thamrin Nine - Townhouse dilakukan menggunakan rumus OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) pada keempat sisi dindingnya yaitu dinding Utara, dinding Timur, dinding Selatan dan dinding Barat, baik yang didominasi kaca ataupun tidak.

Tabel 3. Perhitungan OTTV Tampak Utara & Selatan

A. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI DINDING										
No	Total Area Fasad		Heat Absorption Factor (a)	Total Area Bukaan		Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (U _w)	T _{dek}	OTTV	(A) x OTTV
	(m ²)	(m ²)		(m ²)	(m ²)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	Fasad			Bukaan		= (5)/(6)	= 1/(8)			= (10)/(9)
U 1	855,00	0,81	-	-	-	1,00	5,22	10,00	47,47	40,590,87
	855,00									40,590,87

B. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI BUKAAN										
No	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value Bukaan	ΔT	OTTV	(A) x OTTV			
	(m ²)	(m ²)								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)			
	Fasad		= (2)/(3)			= (6)/(4x5)	= (7)/(6)			
U 1	855,00	-	-	0,30	5,00	-	-			
	855,00	-	-	-	-	-	-			

C. PERHITUNGAN RADIASI MELALUI BUKAAN										
No	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SC _{ext} *SC _{int})	OTTV	(A) x OTTV			
	(m ²)	(m ²)								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)			
	Fasad		= (2)/(3)			= (6)/(4x5)	= (7)/(6)			
U 1	855,00	-	-	130,00	1,00	-	-			
	855,00	-	-	-	-	-	-			

Berdasarkan perhitungan OTTV pada sisi dinding utara & selatan bahwa perpindahan panas atau konduksi melalui dinding precast atau konduksi melalui bukaan dinding bermaterial precast sebesar 0 Watt, sedangkan perpindahan panas melalui radiasi bukaan dinding bermaterial precast sebesar 0Watt. Total area bukaan dinding adalah 0m, karena pada dinding bagian utara & selatan semuanya menggunakan precast dan tidak ada bukaan jendela.

Tabel 4. Perhitungan OTTV Tampak Timur

A. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI DINDING

No	Total Area Fasad		Total Area Bukaan		Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (U _w) (W/m ² K)	Tdek	OTTV	(A) x OTTV (Watt)	
	(m ²) (1)	(m ²) (2)	(m ²) (3)	(m ²) (4)						
Fasade										
					=(5)/(1)	=(6)	=(7)	=(8)	=(9)/(10)	
T1	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	86,40	0,03	0,93	1,95	15,00	4,07	13.684,48
T2	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	86,40	0,03	0,93	1,95	15,00	4,07	13.684,48
T3	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	86,40	0,03	0,93	1,95	15,00	4,07	13.684,48
T4	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	79,94	0,02	0,98	1,95	15,00	4,09	12.792,26
T5	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	79,94	0,02	0,98	1,95	15,00	4,09	12.792,26
T6	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	95,04	0,03	0,93	1,95	15,00	4,06	13.628,03
T7	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	24,83	0,01	0,99	1,95	15,00	4,15	13.921,41
T8	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	86,40	0,03	0,93	1,95	15,00	4,07	13.684,48
T9	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	86,40	0,03	0,93	1,95	15,00	4,07	13.684,48
T10	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	86,38	0,03	0,93	1,95	15,00	4,07	13.682,13
		33.570,00		791,90	0,02					136.943,07

B. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI BUKAAN

No	Total Area Fasad		Window to Wall Ratio (WWR)	U Value Bukaan (W/m ² K)	ΔT	OTTV	(A) x OTTV (Watt)	
	(m ²) (1)	(m ²) (2)						
Fasade								
			=(3)/(1)	=(4)	=(5)	=(6)	=(7)/(8)	
T1	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	86,40	0,03	1,05	5,00	0,14	454,90
T2	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	86,40	0,03	1,05	5,00	0,14	454,90
T3	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	89,28	0,03	1,05	5,00	0,14	470,20
T4	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	79,94	0,02	1,05	5,00	0,12	389,27
T5	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	79,94	0,02	1,05	5,00	0,12	389,27
T6	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	95,04	0,03	1,05	5,00	0,15	500,38
T7	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	24,83	0,01	1,05	5,00	0,04	130,74
T8	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	86,40	0,03	1,05	5,00	0,14	454,90
T9	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	86,40	0,03	1,05	5,00	0,14	454,90
T10	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	89,28	0,03	1,05	5,00	0,14	470,20
		33.570,00	791,90	0,02				4.169,36

C. PERHITUNGAN RADIASI MELALUI BUKAAN

No	Total Area Fasad		Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SC _{gl} *SC _{eff})	OTTV	(A) x OTTV (Watt)	
	(m ²) (1)	(m ²) (2)						
Fasade								
			=(3)/(1)	=(4)	=(5)	=(6)	=(7)/(8)	
T1	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	86,40	0,03	112,00	0,42	1,22	4.095,54
T2	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	86,40	0,03	112,00	0,42	1,22	4.095,54
T3	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	89,28	0,03	112,00	0,42	1,26	4.221,72
T4	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	79,94	0,02	112,00	0,63	1,54	5.164,69
T5	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	79,94	0,02	112,00	0,63	1,54	5.164,69
T6	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	95,04	0,03	112,00	0,60	1,90	6.394,55
T7	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	24,83	0,01	112,00	0,88	0,73	2.433,99
T8	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	86,40	0,03	112,00	0,58	1,68	5.638,67
T9	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	86,40	0,03	112,00	0,58	1,68	5.638,67
T10	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	89,28	0,03	112,00	0,58	1,74	5.826,63
		33.570,00	791,90	0,02				48.644,71

Berdasarkan perhitungan OTTV pada sisi dinding timur bahwa perpindahan panas atau konduksi melalui dinding kaca diketahui sebesar 136,943 Watt, perpindahan panas atau konduksi melalui bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 4,169 Watt, sedangkan perpindahan panas melalui radiasi bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 48,644 Watt. Total area bukaan dinding adalah 24% dari tota area dinding sisi timur.

Tabel 5. Perhitungan OTTV Tampak Barat

A. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI DINDING

No	Total Area Fasad		Total Area Bukaan		Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (U _w) (W/m ² K)	Tdek	OTTV	(A) x OTTV (Watt)	
	(m ²) (1)	(m ²) (2)	(m ²) (3)	(m ²) (4)						
Fasade										
					=(5)/(1)	=(6)	=(7)	=(8)	=(9)/(10)	
B 1	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	73,01	0,03	0,98	1,95	15,00	4,06	13.700,12
B 2	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	73,01	0,03	0,98	1,95	15,00	4,06	13.700,12
B 3	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	24,75	0,01	0,98	1,95	15,00	4,15	13.921,75
B 4	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	94,25	0,03	0,97	1,95	15,00	4,06	13.621,39
B 5	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	94,25	0,03	0,97	1,95	15,00	4,06	13.621,39
B 6	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	31,95	0,01	0,99	1,95	15,00	4,11	13.907,15
B 7	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	80,38	0,02	0,98	1,95	15,00	4,08	13.866,34
B 8	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	80,38	0,02	0,98	1,95	15,00	4,08	13.866,34
B 9	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	61,08	0,02	0,98	1,95	15,00	4,10	13.799,38
B 10	Glass Back Panel	3.957,00	0,14	61,08	0,02	0,98	1,95	15,00	4,10	13.799,38
		33.570,00		675,34	0,02					137.430,05

B. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI BUKAAN

No	Total Area Fasad		Window to Wall Ratio (WWR)	U Value Bukaan (W/m ² K)	ΔT	OTTV	(A) x OTTV (Watt)	
	(m ²) (1)	(m ²) (2)						
Fasade								
			=(3)/(1)	=(4)	=(5)	=(6)	=(7)/(8)	
B 1	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	73,01	0,02	1,05	5,00	0,11	384,41
B 2	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	73,01	0,02	1,05	5,00	0,11	384,41
B 3	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	24,75	0,01	1,05	5,00	0,04	130,31
B 4	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	94,25	0,03	1,05	5,00	0,15	486,24
B 5	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	94,25	0,03	1,05	5,00	0,15	486,24
B 6	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	31,95	0,01	1,05	5,00	0,05	168,22
B 7	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	80,38	0,02	1,05	5,00	0,13	426,35
B 8	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	80,38	0,02	1,05	5,00	0,13	426,35
B 9	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	61,08	0,02	1,05	5,00	0,10	321,57
B 10	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	61,08	0,02	1,05	5,00	0,10	321,57
		33.570,00	675,34	0,02				3.555,65

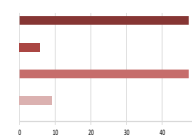
C. PERHITUNGAN RADIASI MELALUI BUKAAN

No	Total Area Fasad		Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SC _{gl} *SC _{eff})	OTTV	(A) x OTTV (Watt)	
	(m ²) (1)	(m ²) (2)						
Fasade								
			=(3)/(1)	=(4)	=(5)	=(6)	=(7)/(8)	
B 1	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	73,01	0,02	263,00	1,00	5,29	17.242,04
B 2	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	73,01	0,02	263,00	1,00	5,29	17.242,04
B 3	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	24,75	0,01	263,00	1,00	1,79	6.024,25
B 4	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	94,25	0,03	263,00	1,00	6,82	23.993,36
B 5	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	94,25	0,03	263,00	1,00	6,82	23.993,36
B 6	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	31,95	0,01	263,00	1,00	2,31	7.363,85
B 7	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	80,38	0,02	263,00	1,00	5,86	19.577,59
B 8	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	80,38	0,02	263,00	1,00	5,86	19.577,59
B 9	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	61,08	0,02	263,00	1,00	4,41	14.841,53
B 10	Laminated 6mm clear H5+12mm	3.957,00	61,08	0,02	263,00	1,00	4,41	14.841,53
		33.570,00	675,34	0,02				164.107,01

Berdasarkan perhitungan OTTV pada sisi dinding barat bahwa perpindahan panas atau konduksi melalui dinding kaca diketahui sebesar 137,430 Watt, perpindahan panas atau konduksi melalui bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 3,555 Watt, sedangkan perpindahan panas melalui radiasi bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 164,107 Watt. Total area bukaan dinding adalah 2% dari tota area dinding sisi barat.

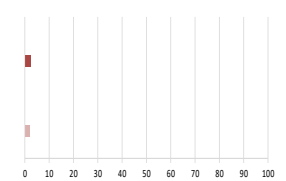
Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan OTTV Proyek Thamrin Nine - Townhouse

No	Side	Konduksi melalui Dinding		Konduksi melalui Bukaan		Radiasi melalui Bukaan		Total	Total Area Fasad	OTTV
		Watt	Watt	Watt	Watt	Watt	Watt			
1	UTARA	41.990,87	-	-	-	40.296,87	82.287,74	850,00	-	47,47
2	TIMUR LAUT	-	-	-	-	-	-	-	33.570,00	1,69
3	TIMUR	136.943,07	4.169,36	48.644,71	189.757,14	-	-	-	-	4,17
4	TENGGARA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	SELATAN	383.177,80	-	-	383.177,80	-	-	-	-	47,47
6	BARAT DAYA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	BARAT	137.430,05	3.555,65	164.107,01	305.092,71	-	-	-	33.570,00	3,60
8	BARAT LAUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		698.141,79	7.725,01	212.751,73	918.618,53	76.066,20	12,08			



COMPLY? YES

No	Side	Total Area Bukaan		WWR
		m ²	(%)	
1	UTARA	-	-	-
2	TIMUR LAUT	-	-	-
3	TIMUR	791,90	2,36	-
4	TENGGARA	-	-	-
5	SELATAN	-	-	-
6	BARAT DAYA	-	-	-
7	BARAT	675,34	2,01	-
8	BARAT LAUT	-	-	-
		1.467,24	1,93	-



Berdasarkan perhitungan rekapitulasi perhitungan didapatkan nilai OTTV dinding sisi utara mempunyai nilai OTTV sebesar 47,47W/m², dinding sisi timur sebesar 5,65W/m², dinding sisi selatan sebesar 47,47W/m² dan dinding sisi barat sebesar 9,09W/m² OTTV Rata-rata dinding bangunan proyek Thamrin Nine - Townhouse mempunyai

nilai OTTV sebesar 12,08 W/m², sedangkan total area bukaan dinding (WWR) adalah 1.467,24m² atau 1,93% dari total luas dinding.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

OTTV rata-rata dinding bangunan proyek Thamrin Nine - Townhouse mempunyai nilai OTTV sebesar 12,08 W/m² sudah memenuhi kriteria bangunan hemat energi sesuai persyaratan OTTV yang diijinkan pada pada Pergub DKI Jakarta nomor 38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau sebesar ≤ 45 Watt/m². terpenuhinya persyaratan tersebut didominasi penggunaan kaca pada tampak timur dan barat pada dinding bangunan dan penggunaan precast secara menyeluruh pada tampak utara dan selatan mempunyai nilai 47,47W/m² pada

masing-masing tampak sehingga bisa disimpulkan bahwa penggunaan material kaca lebih efisien dari pada menggunakan dinding precast tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

- Asih, D.S, (2012), *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: PT.Melton Utama.
- Pergub DKI Jakarta nomor 38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau.
- Setyowati, Erni, (2015), *Thermal Dan Acoustic*, Buku Ajar Fisika Bangunan 2, Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Green Building Concil Indonesia* (GBCI) (2012), *Green Building Jakarta* SNI-03-6389:2011, Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung.