

**Pengaruh Material Kaca Terhadap  
Perpindahan Panas pada Bangunan Pendidikan  
(Studi Kasus Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang)**

***Effect of Glass Material Against Heat Transfer in Education Buildings  
(Case Study Of Postgraduate Building, Poltekkes Semarang)***

Danang Rujito Wibowo, Wahyu Setia Budi, Erni Setyowati  
Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang, Jl. Prof.  
Sudarto No.13, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 5027  
bacalahaku@yahoo.com

[Diterima 9/11/2020 , Disetujui 30/11/2020, Diterbitkan 31/12/2020]

---

---

**Abstrak**

Tujuan riset ini adalah dmengevaluasi kinerja termal selubung bangunan pada Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang 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 fasade 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  $40 W/m^2$ , maka bangunan tersebut sesuai dengan Syarat Bangunan Gedung Hijau pada Peraturan Walikota Semarang nomor 24 tahun 2019. Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang sebagai objek studi adalah bangunan berlanggam modern dengan dominasi bukaan dinding bermaterial kaca berwarna jenis Panasap. Hasil perhitungan OTTV pada sisi dinding Utara sebesar  $53,35 W/m^2$ , dinding Timur sebesar  $77,31 W/m^2$ , dinding Selatan sebesar  $52,40 W/m^2$ , dinding Barat sebesar  $26,43 W/m^2$  sehingga didapatkan nilai total sebesar  $53,11 W/m^2$ , sehingga dapat disimpulkan bangunan tersebut tidak memenuhi syarat bangunan Hemat Energi. Untuk mencapai nilai ideal OTTV bangunan Gedung Hijau, maka perlu dilakukan penggantian material kaca dengan kaca jenis *Low E* bernilai *U Value* rendah atau mengurangi luasan dari bukaan dinding pada sisi bangunan.

**Kata Kunci:** Kaca, OTTV, Perpindahan Panas

**Abstract**

*The purpose of this research is to evaluate the thermal performance of the building envelope at the Post-Graduate Building of the Poltekkes Semarang by calculating the OTTV (Overall Thermal Transfer Value), a value that describes the ability of the building envelope to transmit heat as a whole from the outside to the inside or otherwise, expressed in  $W / m^2$ . The amount of solar radiation transmitted through the building envelope is influenced by the building facade, namely the ratio of the glass area and the overall building wall area, as well as the type and thickness of the glass used. If the OTTV value of a building is less / equal to  $40 W / m^2$ , then the building is by the Green Building Requirements in the Regulation of the Mayor of Semarang number 24 of 2019. The Semarang Health Polytechnic Postgraduate Building as the object of study is a modern building with the domination of glass wall openings. Colored Panasap type. The results of OTTV calculations on the North wall are  $53.35 W / m^2$ , the East wall is  $77.31 W / m^2$ , the South wall is  $52.40 W / m^2$ , the West wall is  $26.43 W / m^2$  so that the total value is  $53, 11 W / m^2$ , so it can be concluded that the building doesn't meet the requirements for an Energy Saving building. To achieve the ideal value of the Green Building OTTV for buildings, it is necessary to replace the glass material with Low E type glass with low U Value or reduce the area of the wall openings on the side of the building.*

**Keyword:** Glass, OTTV, Thermal Transfer

---

---

©Arsir : Jurnal Arsitektur  
p-ISSN 2580-1155  
e-ISSN 2614-4034

## **Pendahuluan**

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) dalam Buku Ajar Fisika Bangunan 2 menyebutkan iklim tropis yang cenderung panas mengakibatkan terjadinya perpindahan panas, perpindahan panas akan terjadi perbedaan temperatur. Aspek iklim yang berpengaruh terhadap perencanaan bangunan Tropis adalah Temperatur Udara, Kelembaban Udara, Arah Angin, Kecepatan Angin, Radiasi Matahari, Cahaya Matahari serta Faktor Langit. Szokolay (1980) dalam *Manual of Tropical Housing and Building* menyebutkan kenyamanan tergantung pada variabel iklim (matahari/ radiasinya, suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin) dan beberapa faktor individual/ subyektif seperti pakaian, aklimatisasi, usia dan jenis kelamin, tingkat kegemukan, tingkat kesehatan, jenis makanan dan minuman yang dikonsumsi, serta warna kulit. Givoni (1998) berpendapat bahwa dalam hal kontrol lingkungan, kaca dan elemen pembayangnya berpengaruh besar terhadap penciptaan iklim dalam bangunan. 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 fasade 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 alternatif 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.

Studi kasus pada Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang. Lokasi bangunan yang berada di daerah terbuka dekat dengan jalan tol mempunyai view yang baik, serta potensi angin dan cahaya sebagai sumber penghawaan alami yang berlimpah namun dalam penerapan pada desain beberapa ruangnya belum memanfaatkan potensi alam yang ada sehingga Gedung Pasca Sarjana sebagai fasilitas pembelajaran lebih banyak memanfaatkan penghawaan buatan berupa AC. Bila energi yang ada dapat dimanfaatkan dengan optimal dan mengurangi pemakaian AC tentunya akan memberikan dampak positif bagi pihak Politeknik Kesehatan (Poltekkes) Semarang terutama dalam hal penghematan biaya operasional dan dapat menambah profit. Diharapkan dari studi penelitian ini adalah: (1) Untuk mengevaluasi kinerja termal selubung bangunan pada Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang dengan menggunakan perhitungan OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) secara manual sehingga diketahui nilai OTTV yang diijinkan pada Peraturan Walikota Semarang nomor 24 tahun 2019 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 Peraturan Walikota Semarang nomor 24 tahun 2019 sebagai bangunan hemat energi. (3) Menjadi masukan bagi para perancang dan perencana dalam mendesain bangunan yang kaitan dengan pemilihan orientasi bangunan dan pemilihan tipe kaca sebagai material selubung bangunan agar tercapai bangunan yang hemat energi.

## 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 Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang yang dirancang memenuhi nilai OTTV yang diijinkan pada pada Peraturan Walikota Semarang nomor 24 tahun 2019 tentang Bangunan Gedung Hijau sebesar  $\leq 40$  Watt/m<sup>2</sup>. Untuk mengetahuinya maka akan dilakukan pengukuran dengan menggunakan rumus OTTV. Ruang lingkup penelitian mengulas mengenai hal-hal berikut:

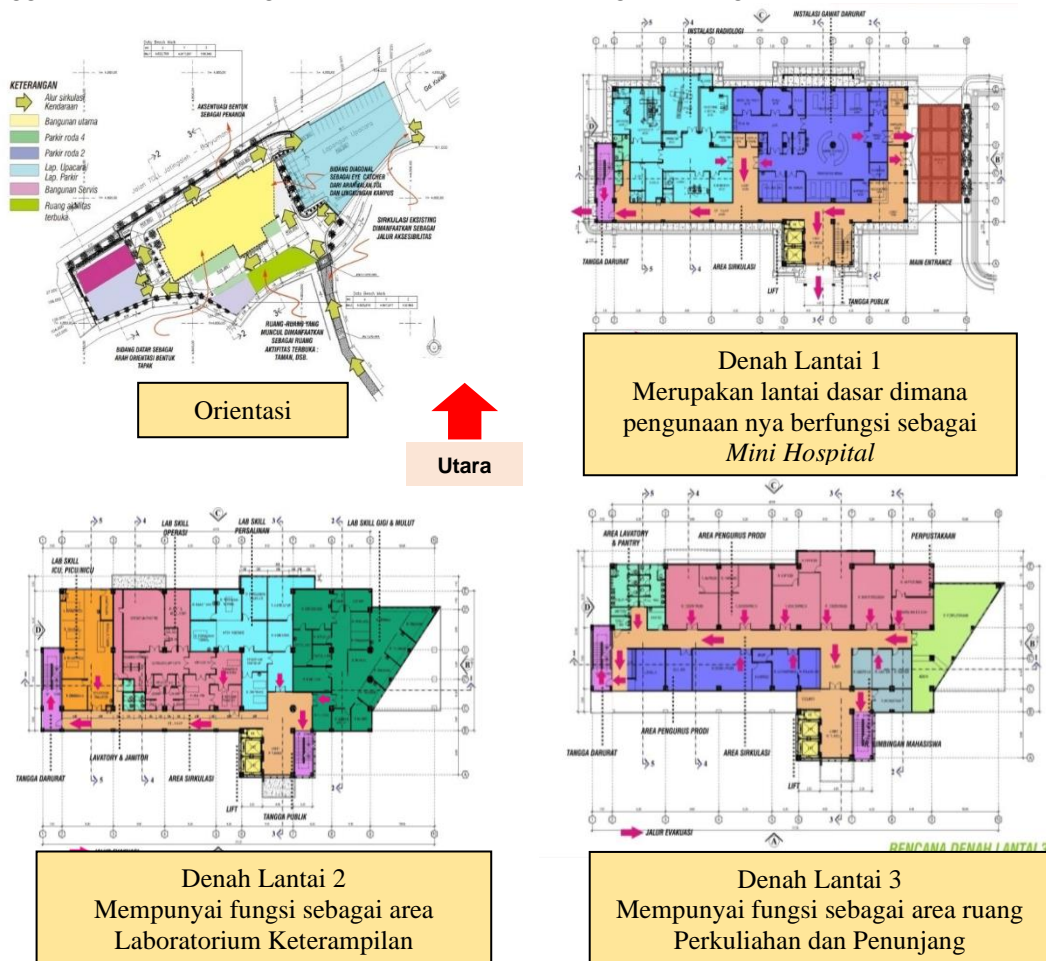
1. Definisi dan teori OTTV pada bangunan gedung.
2. Standar dan regulasi yang tertera pada Peraturan Walikota Semarang nomor 24 tahun 2019 tentang Bangunan Gedung Hijau.
3. Deskripsi umum rancangan Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang.
4. Ulasan perhitungan nilai OTTV.

### Langkah – Langkah Penelitian:

1. Kompilasi Data dan Interpretasi 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.



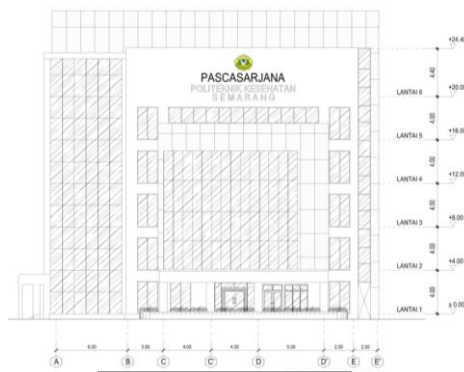
**Gambar 1.** Data Orientasi dan Denah Bangunan  
Sumber : Konsultan Perencana



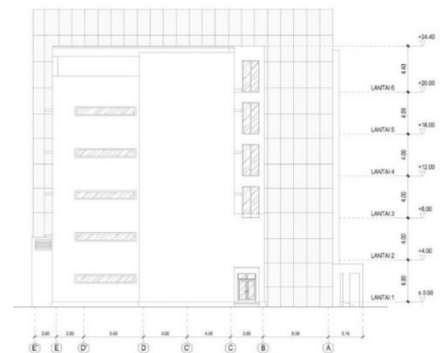
Denah Lantai 4



Denah Lantai 5



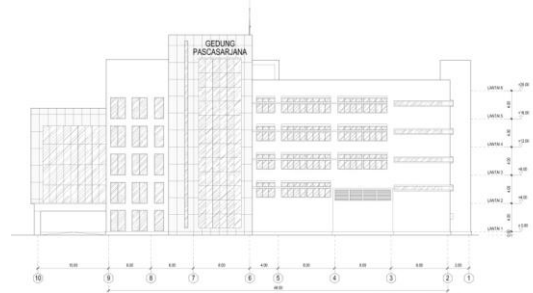
Tampak Depan



Tampak Belakang



Tampak Samping Kiri



Tampak Samping Kanan



Gambar 2. Data Tampak Bangunan  
Sumber : Konsultan Perencana dan Koleksi Pribadi

## 2. Analisa Data

### Analisa Kuantitatif

- Dilakukan untuk menganalisa hasil observasi di lapangan yaitu untuk mendapatkan indeks perpindahan panas matahari dengan menggunakan teori pengukuran penggunaan energi sesuai Peraturan yang Berlaku.
- Pengukuran Perpindahan Panas Matahari menggunakan perhitungan OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*)

Langkah-langkah menghitung OTTV

- Menentukan Tipe Dinding (W) dan variabelnya ( $U_w$ ,  $T_{Dek}$ , dan  $\Delta$ )
- Menentukan Luas masing-masing Tipe Dinding (W), Luas Fenestrasi (F) dan WWR
- Menentukan SC Kaca, U kaca, dan SC efektif
- Menghitung OTTV masing-masing orientasi
- Menghitung OTTV keseluruhan

Untuk menghitung nilai OTTV dinding luar bangunan, dipergunakan rumus

$$OTTV = \alpha [U_w \times (1 - WWR)] \times TD_{EK} + (U_f \times WWR \times \Delta T) + (SC \times WWR \times SF) \quad (5-01)$$

sebagai berikut (Setyowati, 2015):

**Gambar 3.** Perpindahan Panas Ke Dalam Bangunan

Sumber : Buku Fisika Bangunan 2 Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Edisi 2 Thermal & Acoustic (Setyowati, 2015)

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

$\alpha$  : Absorbtansi radiasi matahari

$U_w$  : 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 fenestrasi

$U_f$  : Transmittansi termal fenestrasi ( $W/m^2.K$ )

$\Delta T$  : Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5K)

Nilai absorbtansi termal ( $\alpha$ ) untuk beberapa jenis permukaan dinding tak tembus cahaya dan bahan warna dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

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

Bahan dinding luar	$\alpha$
Beton berat <sup>1)</sup>	0,91
Bata merah	0,89
Bitumunous felt	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 alumunium	0,40
Kerikil	0,29
Seng putih	0,26
Bata gelazur putih	0,25
Lembaran alumunium yang dikilapkan.	0,12

Sumber : Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional, 2011

<sup>1)</sup> Untuk bangunan nuklir.

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

Cat permukaan dinding luar	$\alpha$
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

Selain itu besar harga k untuk berbagai jenis bahan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.** Nilai k Bahan Bangunan

No	Bahan bangunan	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	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 Aluminium	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

Guna perhitungan OTTV, nilai beda temperatur ekuivalen ( $TD_{EK}$ ) pada tabel yang dimasukkan adalah:

**Tabel 4.** Beda Temperatur Ekuivalen Untuk Dinding

Berat/satuan luas (kg/m <sup>2</sup> )	$TD_{EK}$
Kurang dari 125	15
126 ~ 195	12
lebih dari 195	10

Sumber : Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional, 2011

Sedangkan untuk menghitung faktor radiasi matahari, dimasukkan data tabel dibawah ini:

**Tabel 5.** Faktor Rerata Radiasi Matahari (SF, W/m<sup>2</sup>) Untuk Berbagai Orientasi <sup>1)</sup>

Orientasi	U	TL	T	TGR	S	BD	B	BL
	130	113	112	97	97	176	243	211

<sup>1)</sup> Berdasarkan data radiasi matahari di Jakarta.

Sumber : Standar Nasional Indonesia, Badan Standardisasi Nasional, 2011

Untuk menghitung Koefisien Peneduh dapat memasukkan SC kaca dari tabel dibawah ini:

**Tabel 6.** Shading Coefficient untuk Berbagai Jenis Material Kaca

No.	Penggunaan Kaca			Shading Coefficient
	Jenis Kaca	Warna	Tebal	
1.	Kaca Bening	-	¼ inci	0,95
		-	3/8 inci	0,90
2.	Heat Absorbing glass	abu2, bronze, atau green tinted	3/16 inci	0,75
		-	1/2 inci	0,50
3.	Revlective glass	dark gray metallized	-	0,35 s/d 0,20
		light gray metallized	-	0,60 s/d 0,35

Sumber: Pengantar Fisika Bangunan, Mangunwijaya, hal.118

## Hasil dan Pembahasan

Untuk mengetahui perpindahan panas pada Gedung Politeknik Kesehatan Kemenkes (Poltekkes) Semarang dilakukan perhitungan 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 1.** Penghitungan OTTV Dinding Utara

### A. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI DINDING

TABEL 7

No	$\alpha [(1-WWR) \cdot U_w + T_{dek}]$	Total Area Fasad	Heat Absorption Factor (e)	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (U <sub>w</sub> ) wall	Tdek	OTTV	(A) x OTTV	
		(m <sup>2</sup> )		(m <sup>2</sup> )			(W/m <sup>2</sup> K)			(Watt)	
Façade		(1)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
				= (5)/(1)		= 1-(6)		= (4)x(7)x(8)x(9)		= (1)x(10)	
U 1	Bata Ringan finish ACP	144.84	0.40	98.37	0.68	0.32	1.18	12.00	1.82	263.09	
U 2	Brick Wall	220.61	0.89	79.30	0.36	0.64	2.80	10.00	19.95	3,518.40	
U 3	Bata Ringan finish ACP	120.42	0.40	8.30	0.07	0.93	1.18	12.00	5.27	634.74	
U 4	Bata Ringan finish ACP	214.99	0.40	124.38	0.58	0.42	1.18	12.00	2.39	512.97	
U 5	Brick Wall	251.12	0.89	70.60	0.28	0.72	2.80	10.00	17.90	4,494.54	
U 6	Brick Wall	172.00	0.89	38.48	0.22	0.78	2.80	10.00	19.33	3,324.35	
U 7	Brick Wall	179.53	0.89	58.06	0.32	0.68	2.80	10.00	16.85	3,024.11	
U 8	Brick Wall	70.47	0.89	-	-	1.00	2.80	10.00	24.90	1,754.54	
U 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		<b>1,373.97</b>		<b>477.49</b>	<b>0.35</b>					<b>17,526.73</b>	
		TOTAL		TOTAL	TOTAL					TOTAL	

### B. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI BUKAAN

TABEL 8

No	$(WWR \cdot U_f \cdot \Delta T)$	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value Bukaan	$\Delta T$	OTTV	(A) x OTTV	
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )		(W/m <sup>2</sup> K)			(Watt)	
Façade		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
				= (2)/(1)		= (3)x(4)x(5)		= (1)x(6)	
U 1	PANASAP GREEN GNFL	144.84	98.37	0.68	5.70	5.00	19.36	2,803.55	
U 2	PANASAP GREEN GNFL	220.61	79.30	0.36	5.70	5.00	10.24	2,260.05	
U 3	PANASAP GREEN GNFL	120.42	8.30	0.07	5.70	5.00	1.96	236.55	
U 4	PANASAP GREEN GNFL	214.99	124.38	0.58	5.70	5.00	16.49	3,544.83	
U 5	PANASAP GREEN GNFL	251.12	70.60	0.28	5.70	5.00	8.01	2,012.10	
U 6	PANASAP GREEN GNFL	172.00	38.48	0.22	5.70	5.00	6.38	1,096.68	
U 7	PANASAP GREEN GNFL	179.53	58.06	0.32	5.70	5.00	9.22	1,654.82	
U 8	-	70.47	-	-	-	5.00	-	-	
		<b>1,373.97</b>	<b>477.49</b>	<b>0.35</b>				<b>13,608.58</b>	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	

### C. PERHITUNGAN RADIASI MELALUI BUKAAN

TABEL 9

No	$(WWR \cdot SC \cdot SF)$	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=S <sub>ck</sub> ·S <sub>ceff</sub> )	OTTV	(A) x OTTV	
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )					(Watt)	
Façade		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
				= (2)/(1)		= (3)x(4)x(5)		= (1)x(6)	
U 1	PANASAP GREEN GNFL	144.84	98.37	0.68	142.29	0.66	64.05	9,277.22	
U 2	PANASAP GREEN GNFL	220.61	79.30	0.36	142.29	0.66	33.90	7,478.74	
U 3	PANASAP GREEN GNFL	120.42	8.30	0.07	142.29	0.66	6.50	782.77	
U 4	PANASAP GREEN GNFL	214.99	124.38	0.58	142.29	0.66	54.56	11,730.21	
U 5	PANASAP GREEN GNFL	251.12	70.60	0.28	142.29	0.48	19.12	4,800.60	
U 6	PANASAP GREEN GNFL	172.00	38.48	0.22	142.29	0.48	15.21	2,616.53	
U 7	PANASAP GREEN GNFL	179.53	58.06	0.32	142.29	0.66	30.50	5,475.98	
U 8	-	70.47	-	-	142.29	-	-	-	
		<b>1,373.97</b>	<b>477.49</b>	<b>0.35</b>				<b>42,162.05</b>	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	

Berdasarkan perhitungan OTTV pada sisi Dinding Utara bahwa perpindahan panas atau konduksi melalui dinding bata ataupun berlapis ACP diketahui sebesar 17,526 Watt, perpindahan panas atau konduksi melalui bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 13,608 Watt, sedangkan perpindahan panas melalui radiasi bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 42,162 Watt. Total area bukaan dinding adalah 477,49 m<sup>2</sup> atau 35% dari total area dinding sisi utara.



**Tabel 2.** Penghitungan OTTV Dinding Timur

**A. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI DINDING**

**TABEL 7**

No	$\alpha ((1-WWR) \cdot U_w \cdot T_{deq})$	Total Area Fasad	Heat Absorption Factor (a)	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (U <sub>w</sub> ) wall	T <sub>dek</sub>	OTTV	(A) x OTTV	
		(m <sup>2</sup> )		(m <sup>2</sup> )			(W/m <sup>2</sup> K)			(Watt)	
Façade		(1)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
				= (5)/(1)		= 1-(6)		= (4)x(7)x(8)x(9)		= (1)x(10)	
T 1	Bata Ringan Finish ACP	168.32	0.40	141.00	0.84	0.16	1.18	12.00	0.92	154.64	
T 2	Brick Wall	127.40	0.89	52.50	0.41	0.59	2.80	10.00	14.64	1,864.84	
T 3	Brick Wall	100.45	0.89	-	-	1.00	2.80	10.00	24.90	2,500.89	
T 4	Bata Ringan Finish ACP	261.58	0.40	153.02	0.58	0.42	1.18	12.00	2.35	614.63	
T 5	Bata Ringan Finish ACP	38.65	0.40	23.38	0.61	0.39	1.18	12.00	2.24	86.42	
T 6	Brick Wall	56.80	0.89	28.59	0.50	0.50	2.80	10.00	12.37	702.37	
T 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		<b>753.19</b>		<b>398.49</b>	<b>0.53</b>					<b>5,923.79</b>	
		<b>TOTAL</b>		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>					<b>TOTAL</b>	

**B. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI BUKAAN**

**TABEL 8**

No	$(WWR \cdot U_p \cdot \Delta T)$	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value Bukaan	$\Delta T$	OTTV	(A) x OTTV	
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )		(W/m <sup>2</sup> K)			(Watt)	
Façade		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
				= (2)/(1)		= (3)x(4)x(5)		= (1)x(6)	
T 1	PANASAP GREEN GNFL	168.32	141.00	0.84	5.70	5.00	23.87	4,018.50	
T 2	PANASAP GREEN GNFL	127.40	52.50	0.41	5.70	5.00	11.74	1,496.25	
T 3	None	100.45	-	-	-	5.00	-	-	
T 4	PANASAP GREEN GNFL	261.58	153.02	0.58	5.70	5.00	16.67	4,361.07	
T 5	PANASAP GREEN GNFL	38.65	23.38	0.61	5.70	5.00	17.24	666.36	
T 6	PANASAP GREEN GNFL	56.80	28.59	0.50	5.70	5.00	14.35	814.82	
T 7	-	-	-	-	-	5.00	-	-	
		<b>753.19</b>	<b>398.49</b>	<b>0.53</b>				<b>11,356.99</b>	
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>				<b>TOTAL</b>	

**C. PERHITUNGAN RADIASI MELALUI BUKAAN**

**TABEL 9**

No	$(WWR \cdot SC \cdot SF)$	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SCK*SCeff)	OTTV	(A) x OTTV	
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )					(Watt)	
Façade		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
				= (2)/(1)		= (3)x(4)x(5)		= (1)x(6)	
T 1	PANASAP GREEN GNFL	168.32	141.00	0.84	155.04	0.66	86.08	14,489.38	
T 2	PANASAP GREEN GNFL	127.40	52.50	0.41	155.04	0.66	42.35	5,394.98	
T 3	None	100.45	-	-	155.04	-	-	-	
T 4	PANASAP GREEN GNFL	261.58	153.02	0.58	155.04	0.66	60.11	15,724.57	
T 5	PANASAP GREEN GNFL	38.65	23.38	0.61	155.04	0.66	62.17	2,402.67	
T 6	PANASAP GREEN GNFL	56.80	28.59	0.50	155.04	0.66	51.72	2,937.95	
T 7	-	-	-	-	155.04	-	-	-	
		<b>753.19</b>	<b>398.49</b>	<b>0.53</b>				<b>40,949.55</b>	
		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>				<b>TOTAL</b>	

Berdasarkan perhitungan OTTV pada sisi Dinding Timur bahwa perpindahan panas atau konduksi melalui dinding bata ataupun berlapis ACP diketahui sebesar 5,923 Watt, perpindahan panas atau konduksi melalui bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 11,356 Watt, sedangkan perpindahan panas melalui radiasi bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 40,949 Watt. Total area bukaan dinding adalah 398,49 m<sup>2</sup> atau 53% dari tota area dinding sisi timur.

**Tabel 3.** Penghitungan OTTV Dinding Selatan

**A. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI DINDING**

**TABEL 7**

No	$\alpha ((1-WWR) \cdot U_w \cdot T_{deq})$	Total Area Fasad	Heat Absorption Factor (a)	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (U <sub>w</sub> ) wall	T <sub>dek</sub>	OTTV	(A) x OTTV	
		(m <sup>2</sup> )		(m <sup>2</sup> )			(W/m <sup>2</sup> K)			(Watt)	
Façade		(1)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
				= (5)/(1)		= 1-(6)		= (4)x(7)x(8)x(9)		= (1)x(10)	
S 1	Brick Wall	273.86	0.89	107.17	0.39	0.61	2.80	10.00	15.15	4,150.14	
S 2	Brick Wall	361.98	0.89	129.39	0.36	0.64	2.80	10.00	16.00	5,790.99	
S 3	Brick Wall	39.36	0.89	8.32	0.21	0.79	2.80	10.00	19.64	772.85	
S 4	Bata Ringan Finish ACP	295.85	0.40	170.84	0.58	0.42	1.18	12.00	2.39	707.76	
S 5	Bata Ringan Finish ACP	16.68	0.40	16.68	1.00	-	1.18	12.00	-	-	
S 6	Brick Wall	215.94	0.89	95.70	0.44	0.56	2.80	10.00	13.86	2,993.71	
S 7	Bata Ringan Finish ACP	243.30	0.40	153.02	0.63	0.37	1.18	12.00	2.10	511.14	
S 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		<b>1,446.98</b>		<b>681.12</b>	<b>0.47</b>					<b>14,926.58</b>	
		<b>TOTAL</b>		<b>TOTAL</b>	<b>TOTAL</b>					<b>TOTAL</b>	

**B. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI BUKAAN**

TABEL 8

No	(WWR*Uf*ΔT)	Total Area Fasad	Total Area Bukaannya	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value Bukaannya	ΔT	OTTV	(A) x OTTV
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )					
		(1)	(2)					
Façade	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
				= (2)/(1)			= (3)x(4)x(5)	= (1)x(6)
S 1	PANASAP GREEN GNFL	273.86	107.17	0.39	5.70	5.00	11.15	3,054.40
S 2	PANASAP GREEN GNFL	361.98	129.39	0.36	5.70	5.00	10.19	3,687.62
S 3	PANASAP GREEN GNFL	39.36	8.32	0.21	5.70	5.00	6.02	237.09
S 4	PANASAP GREEN GNFL	295.85	170.84	0.58	5.70	5.00	16.46	4,868.91
S 5	PANASAP GREEN GNFL	16.68	16.68	1.00	5.70	5.00	28.50	475.38
S 6	PANASAP GREEN GNFL	215.94	95.70	0.44	5.70	5.00	12.63	2,727.45
S 7	PANASAP GREEN GNFL	243.30	153.02	0.63	5.70	5.00	17.92	4,361.07
		<b>1,446.98</b>	<b>681.12</b>	<b>0.47</b>				<b>19,411.92</b>
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL

**C. PERHITUNGAN RADIASI MELALUI BUKAAN**

TABEL 9

No	(WWR*SC*SF)	Total Area Fasad	Total Area Bukaannya	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=Sck*SCeff)	OTTV	(A) x OTTV
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )					
		(1)	(2)					
Façade	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
				= (2)/(1)			= (3)x(4)x(5)	= (1)x(6)
S 1	PANASAP GREEN GNFL	273.86	107.17	0.39	97.81	0.66	25.37	6,947.80
S 2	PANASAP GREEN GNFL	361.98	129.39	0.36	97.81	0.48	16.71	6,047.86
S 3	PANASAP GREEN GNFL	39.36	8.32	0.21	97.81	0.66	13.70	539.31
S 4	PANASAP GREEN GNFL	295.85	170.84	0.58	97.81	0.66	37.43	11,075.24
S 5	PANASAP GREEN GNFL	16.68	16.68	1.00	97.81	0.46	44.88	748.61
S 6	PANASAP GREEN GNFL	215.94	95.70	0.44	97.81	0.66	28.73	6,204.09
S 7	PANASAP GREEN GNFL	243.30	153.02	0.63	97.81	0.66	40.77	9,920.06
		<b>1,446.98</b>	<b>681.12</b>	<b>0.47</b>				<b>41,482.97</b>
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL

Berdasarkan perhitungan OTTV pada sisi Dinding Selatan bahwa perpindahan panas atau konduksi melalui dinding bata ataupun berlapis ACP diketahui sebesar 14,926 Watt, perpindahan panas atau konduksi melalui bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 19,411 Watt, sedangkan perpindahan panas melalui radiasi bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 41,482 Watt. Total area bukaan dinding adalah 681,12 m<sup>2</sup> atau 47% dari total area dinding sisi selatan.

**Tabel 4. Penghitungan OTTV Dinding Barat**

**A. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI DINDING**

TABEL 7

No	α (1-WWR)UwTdeg	Total Area Fasad	Heat Absorption Factor (a)	Total Area Bukaannya	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (Uv) wall	Tdek	OTTV	(A) x OTTV
		(m <sup>2</sup> )	(4)	(m <sup>2</sup> )						
		(1)	(4)	(5)						
Façade	(1)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
					= (5)/(1)	= 1-(6)			= (4)x(7)x(8)x(9)	= (1)x(10)
B 1	Brick Wall	176.00	0.89	18.00	0.10	0.90	2.80	10.00	12.35	3,933.84
B 2	Brick Wall	279.45	0.89	22.55	0.08	0.92	2.80	10.00	22.89	6,396.16
B 3	Bata Ringan finish ACP	155.87	0.40	-	-	1.00	1.18	12.00	5.66	882.47
B 4	Bata Ringan finish ACP	32.85	0.40	-	-	1.00	1.18	12.00	5.66	185.98
B 5	Brick Wall	12.64	0.89	-	-	1.00	2.80	10.00	24.90	314.58
B 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<b>656.81</b>		<b>40.55</b>	<b>0.06</b>					<b>11,713.03</b>
		TOTAL		TOTAL	TOTAL					TOTAL

**B. PERHITUNGAN KONDUKSI MELALUI BUKAAN**

TABEL 8

No	(WWR*Uf*ΔT)	Total Area Fasad	Total Area Bukaannya	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value Bukaannya	ΔT	OTTV	(A) x OTTV
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )					
		(1)	(2)					
Façade	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
				= (2)/(1)			= (3)x(4)x(5)	= (1)x(6)
B 1	PANASAP GREEN GNFL	176.00	18.00	0.10	5.70	5.00	2.91	513.00
B 2	PANASAP GREEN GNFL	279.45	22.55	0.08	5.70	5.00	2.30	642.76
B 3	-	155.87	-	-	-	5.00	-	-
B 4	-	32.85	-	-	-	5.00	-	-
B 5	-	12.64	-	-	-	5.00	-	-
		<b>656.81</b>	<b>40.55</b>	<b>0.06</b>				<b>1,155.76</b>
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL

**C. PERHITUNGAN RADIASI MELALUI BUKAAN**

TABEL 9

No	(WWR*SC*SF)	Total Area Fasad	Total Area Bukaannya	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=Sck*SCeff)	OTTV	(A) x OTTV
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )					
		(1)	(2)					
Façade	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
				= (2)/(1)			= (3)x(4)x(5)	= (1)x(6)
B 1	PANASAP GREEN GNFL	176.00	18.00	0.10	167.02	0.66	11.32	1,992.61
B 2	PANASAP GREEN GNFL	279.45	22.55	0.08	167.02	0.66	8.93	2,496.63
B 3	-	155.87	-	-	167.02	-	-	-
B 4	-	32.85	-	-	167.02	-	-	-
B 5	-	12.64	-	-	167.02	-	-	-
		<b>656.81</b>	<b>40.55</b>	<b>0.06</b>				<b>4,489.24</b>
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL

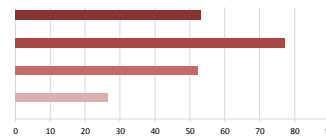
Berdasarkan perhitungan OTTV pada sisi Dinding Barat bahwa perpindahan panas atau konduksi melalui dinding bata ataupun berlapis ACP diketahui sebesar 11,713 Watt, perpindahan panas atau konduksi melalui bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 1,155 Watt, sedangkan perpindahan panas melalui radiasi bukaan dinding bermaterial kaca sebesar 4,489 Watt. Total area bukaan dinding adalah 40,55 m<sup>2</sup> atau 6% dari total area dinding sisi barat.

**Tabel 5. Rekapitulasi Penghitungan OTTV Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang**

BUILDING ENVELOPE COMPLIANCE FORM V2.0	
PERSYARATAN	
Nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV) untuk bangunan tidak boleh melebihi 40 Watts/m <sup>2</sup>	

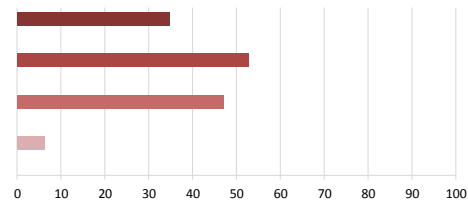
Project name : Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang
Address : Jl. Tirta Agung, Pedalangan, Semarang

No	Side	Konduksi melalui Dinding	Konduksi melalui Bukaan	Radiasi melalui Bukaan	Total	Total Area Fasad	OTTV
		Watt	Watt	Watt	Watt	m <sup>2</sup>	Watt/m <sup>2</sup>
		A	B	C	D = A + B + C	E	D / E
1	UTARA	17,526.73	13,608.58	42,162.05	73,297.36	1,373.97	53.35
2	TIMUR LAUT	-	-	-	-	-	-
3	TIMUR	5,923.79	11,356.99	40,949.55	58,230.33	753.19	77.31
4	TENGGARA	-	-	-	-	-	-
5	SELATAN	14,926.58	19,411.92	41,482.97	75,821.47	1,446.98	52.40
6	BARAT DAYA	-	-	-	-	-	-
7	BARAT	11,713.03	1,155.76	4,489.24	17,358.03	696.81	26.43
8	BARAT LAUT	-	-	-	-	-	-
		<b>50,090.13</b>	<b>45,533.25</b>	<b>129,083.82</b>	<b>224,707.20</b>	<b>4,230.95</b>	<b>53.11</b>
		TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL



COMPLY? **NO**

No	Side	Total Area Bukaan	WWR
		m <sup>2</sup>	( % )
		F	F / E
1	UTARA	477.49	34.75
2	TIMUR LAUT	-	-
3	TIMUR	398.49	52.91
4	TENGGARA	-	-
5	SELATAN	681.12	47.07
6	BARAT DAYA	-	-
7	BARAT	40.55	6.17
8	BARAT LAUT	-	-
		<b>1,597.66</b>	<b>37.76</b>
		TOTAL	TOTAL



Berdasarkan perhitungan Rekapitulasi perhitungan didapatkan nilai OTTV Dinding Sisi Utara mempunyai nilai OTTV sebesar 53,35 W/m<sup>2</sup>, Dinding Sisi Timur sebesar 77,31 W/m<sup>2</sup>, Dinding Sisi Selatan sebesar 52,40 W/m<sup>2</sup> dan Dinding Sisi Barat sebesar 26,43 W/m<sup>2</sup>. OTTV Rata-rata Dinding Bangunan Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang mempunyai nilai OTTV sebesar 53,11 W/m<sup>2</sup>, sedangkan Total Area Bukaan Dinding (WWR) adalah 1.597,66 m<sup>2</sup> atau 37,76% dari total luas dinding.

### Simpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: OTTV Rata-Rata Dinding Bangunan Gedung Pasca Sarjana Poltekkes Semarang mempunyai nilai OTTV sebesar 53,11 W/m<sup>2</sup> atau belum memenuhi kriteria bangunan hemat energi sesuai persyaratan Peraturan Walikota Semarang nomor 24 tahun 2019 tentang Bangunan Gedung Hijau. Besar nilai OTTV untuk dinding Sisi Barat atau Sisi Belakang sudah memenuhi kriteria nilai OTTV yang dipersyaratkan yaitu < 40 W/m<sup>2</sup>. Agar tercapai nilai yang dipersyaratkan perlu dilakukan penggantian material kaca dengan kaca jenis *Low E* bernilai *U Value* rendah atau mengurangi prosentase luasan dari bukaan dinding (WWR) pada beberapa sisi bangunan sehingga kriteria bangunan hemat energi sesuai persyaratan Peraturan Walikota Semarang nomor 24 tahun 2019 tentang Bangunan Gedung Hijau bisa terpenuhi.

### **Ucapan Terima Kasih**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Politeknik Kesehatan Semarang dan pihak-pihak yang membantu proses penelitian ini.

### **Daftar Pustaka**

Antaryama, I.G.N., 2005, Konsekuensi Energi Akibat Pemakaian Bidang Kaca Pada Bangunan Tinggi di Daerah Tropis Lembab, 33(1), pp.70-75.

Asih, D.S, 1992, Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik, Jakarta: PT. Melton Utama.

Badan Standarisasi Nasional, 2011, Konservasi Energi Selubung Bangunan, Jakarta

Chan, A.L.S., Chow, T.T., 2013, Calculation Of Overall Thermal Transfer Value (OTTV) For Commercial Buildings Constructed With Naturally Ventilated Double Skin Facade In Subtropical Hong Kong, Division of Building Science and Technology, College of Science and Engineering, City University of Hong Kong, Tat Chee Avenue, Hong Kong

Egan, M.D., 1975, Konsep-Konsep Dalam Kenyamanan Thermal, Alih Bahasa Oleh : Rosalia Niniek Srilestari, Kelompok Sain dan Teknologi Arsitektur, Jurusan Arsitektur Universitas Malang, Malang.

Givoni, B., 1994, Passive and Low Energy Cooling of Building, Van Nostrand Reinhold, United State of America.

Karsono, Tri Harso, 2010, Green Architecture - Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia, Rajawali Presse, Jakarta.

Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung, SNI 03-6389-2000

Konservasi Energi Selubung Bangunan Pada Bangunan Gedung, SNI 03-6389-2011

Koesnigsberger, O.H., Ingersoll, T.G., Mayhew, A., Szokolay, S.V., 1973, Manual of Tropical Housing and Building, Part 1: Climatic Design, Orient Longman Limited, India.

Lippsmeier, Georg., 1994, Bangunan Tropis, Erlangga, Jakarta.

Loekito, Sandra, 2006, Analisis Konservasi Energi Melalui Selubung Bangunan, Surabaya : Universitas Kristen Petra

Mangunwijaya, Y.B., 1994, Pengantar Fisika Bangunan, Penerbit Djambatan.

Peraturan Walikota Semarang nomor 24 tahun 2019 tentang Bangunan Gedung Hijau

Satwiko, P., 2008, Fisika Bangunan, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Selubung Bangunan, Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, 2012

Setyowati, Erni, 2015, Thermal Dan Acoustic, Buku Ajar Fisika Bangunan 2, Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Soegijanto, 1998, Bangunan Di Indonesia Dengan Iklim Tropis Lembab Ditinjau Dari Aspek Fisika Bangunan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan.

Sukmadinata N.S., 2008, Metode Penelitian Pendidikan, Remaja Rosdakarya, Bandung.  
Schwolsky, Rick & James I. Williams, 1982, The Builder's Guide to Solar Construction, USA

Watson, Donald, FAIA, 2003, The Energy Design Handbook, The American Institute of Architects Press : New York