



PENGARUH MATERIAL KACA SEBAGAI SELUBUNG BANGUNAN TERHADAP BESAR PERPINDAHAN PANAS PADA GEDUNG DIKLAT PMI PROVINSI JAWA TENGAH

Wingky Aseani¹, Erni Setyowati², Suzanna Ratih Sari³

Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang, Indonesia

E-mail: waseani@yahoo.com, ernisyahdu@gmail.com, ratihсарis@yahoo.com

Informasi Naskah:

Diterima:
05-01-2019

Direvisi:
15-02-2019

Disetujui terbit:
06-03-2019

Diterbitkan:
Cetak:
30-02-2019
Online
30-02-2019

Abstract: *Buildings in the tropical area should be able to anticipate the tropical climate well. Buildings with active systems design need to be planned in such a way that energy use in the building becomes effective and efficient, Setyowati (2015). The envelope of the building became the front guard of radiation into the building. With the right building envelope design, the use of energy in the building can be optimally saved. Building envelope as a building element that encloses it is a wall and translucent roof or non-translucent light where most thermal and light energy moves through the element. The results show that solar radiation contributes the largest amount of heat entering the building. The concept of OTTV calculates the heat transfer from outside into a building that is conduction through infinite walls of light, sun-glass radiation, and heat conduction on glass. Large solar radiation transmitted through the building envelope is influenced by the building facade, the ratio of the glass area and the overall wall of the wall (wall to wall ratio), and the type and thickness of glass used. If the OTTV value of a building is less than or equal to 35 W / m², then the building is in compliance with the Energy Efficient Building Terms SNI 03-6389-2011. PMI Training Center Central Java Province as the object of study is a modern building dominated by glass material. The glass used is a hot-colored glass. The result of the OTTV calculation on the East wall of the Central Java Education Center was 33.140 W / m², on the North Wall was 33.577 W / m², on the West wall was 41.645 W / m², at the South wall of 30.468 W / m². From the OTTV calculation, total OTTV value is 35,5991 W / m², so it is concluded that the building of PMI Training Center in Central Java Province does not meet the requirement of energy-saving building based on SNI 03-6389-2011. To achieve the ideal value of OTTV energy-saving buildings based on SNI 03-6389-2011 at PMI Training Center Central Java Province, it is necessary to reduce the use of glass to 10.5% of the wall area on the western wall. From the simulation result after repairing on West side wall, total OTTV value is 32.9795 W / m² in order that PMI Training Center of Central Java Province could fulfilled energy saving building requirement based on SNI 03-6389-2011.*

Keywords: *Building Envelope, Glass, OTTV*

Abstrak: Bangunan di daerah tropis seyogyanya dapat mengantisipasi iklim tropis dengan baik. Bangunan dengan sistem aktif desain perlu direncanakan sedemikian rupa agar pemanfaatan energi didalam bangunan menjadi efisien, efektif dan hemat, Setyowati (2015). Selubung bangunan menjadi garda depan masuknya radiasi ke dalam bangunan. Dengan desain selubung bangunan yang tepat, maka pemakaian energi didalam bangunan dapat dihemat seoptimal mungkin. Selubung Bangunan sebagai elemen bangunan yang menyelubungi yaitu dinding dan atap tembus atau yang tidak tembus cahaya dimana sebagian besar energi termal dan cahaya berpindah melalui elemen tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi matahari adalah penyumbang jumlah panas terbesar yang masuk ke dalam bangunan. Konsep OTTV menghitung perpindahan panas dari luar ke dalam bangunan yaitu konduksi melalui dinding tak tembus cahaya, radiasi matahari yang melalui kaca, dan konduksi panas pada kaca. Besar radiasi matahari yang ditransmisikan melalui selubung bangunan dipengaruhi oleh fasade bangunan yaitu perbandingan luas kaca dan luas dinding bangunan keseluruhan (wall to wall ratio), serta jenis dan tebal kaca yang digunakan. Bila nilai OTTV suatu bangunan yang dihasilkan kurang/sama dengan 35 W/m², maka bangunan tersebut sudah sesuai dengan Syarat Bangunan Hemat Energi pada SNI 03-6389-2011. Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah sebagai objek studi adalah bangunan berlanggam modern dengan dominasi bukaan dinding bermaterial kaca. Kaca yang digunakan adalah kaca berwarna jenis Panasap. Hasil perhitungan OTTV pada dinding Timur Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah sebesar 33,140 W/m², pada dinding Utara

sebesar 33,577 W/m², pada dinding Barat sebesar 41,645 W/m², pada dinding Selatan sebesar 30,468 W/m². Dari hasil perhitungan OTTV didapatkan nilai Total OTTV sebesar 35,5991 W/m², sehingga disimpulkan bangunan hemat energi berdasarkan SNI 03-6389-2011. Untuk mencapai nilai ideal OTTV bangunan hemat energi berdasar SNI 03-6389-2011 pada Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah, maka perlu dilakukan pengurangan pemakaian kaca menjadi 10,5% dari luas dinding pada dinding sisi Barat. Dari hasil simulasi setelah dilakukan perbaikan pada dinding sisi Barat, didapatkan nilai Total OTTV sebesar 32,9795 W/m² sehingga Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah memenuhi syarat bangunan hemat energi berdasarkan SNI 03-6389-2011.

Kata Kunci: Selubung Bangunan, Kaca, OTTV

PENDAHULUAN

Bangunan di daerah tropis sebaiknya dapat mengantisipasi iklim tropis sehingga perlu direncanakan dengan baik agar pemanfaatan energi di dalam bangunan menjadi efisien, efektif dan hemat. Terkait dengan isue global warming menuju bangunan yang lebih ramah lingkungan sebaiknya desain bangunan dapat memanfaatkan potensi energi terbarukan seperti angin, cahaya matahari dan air secara optimal termasuk dalam pemilihan bahan bangunan yang tepat.

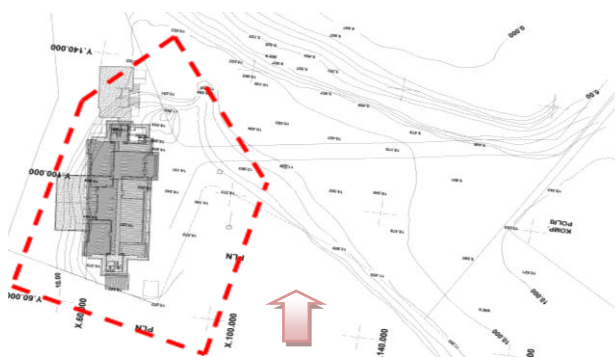
Bidang kaca sebagai bagian dari selubung bangunan merupakan elemen kontrol lingkungan, yang memodifikasi lingkungan luar menjadi lingkungan dalam untuk kepentingan kenyamanan penghuni. Givoni (1998) menyampaikan bahwa dalam hal kontrol lingkungan, kaca dan elemen pembayangnya berpengaruh besar terhadap penciptaan iklim dalam bangunan. Dalam hal ini, kaca memasukkan cahaya alami dan panas radiasi, disamping fungsi lain seperti konservasi energi maupun penciptaan efek psikologis dalam pencahayaan.

Studi kasus pada Gedung Pendidikan dan Pelatihan (Diklat) PMI Provinsi Jawa Tengah di Sambiroto, Tembalang, Semarang. Lokasi bangunan yang berada di daerah perbukitan mempunyai view yang baik, serta potensi angin, cahaya sebagai sumber penghawaan alami yang melimpah namun dalam penerapan desain ruangnya masih kurang memanfaatkan potensi alam yang ada sehingga Diklat sebagai fasilitas pembelajaran dalam penggunaannya lebih banyak memanfaatkan penghawaan buatan berupa AC. Tentunya hal ini memberikan beban tersendiri dalam penggunaan AC.

Yang menjadi permasalahan seberapa besar pengaruh material kaca sebagai selubung bangunan terhadap perpindahan panas matahari, dan untuk memberikan alternatif desain *sun shading*, penggunaan jenis kaca yang tepat dengan arah orientasi bangunan menghadap ke timur sehingga dapat dicapai kenyamanan thermal.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui besar kinerja termal perpindahan panas matahari pada selubung bangunan studi kasus Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah.

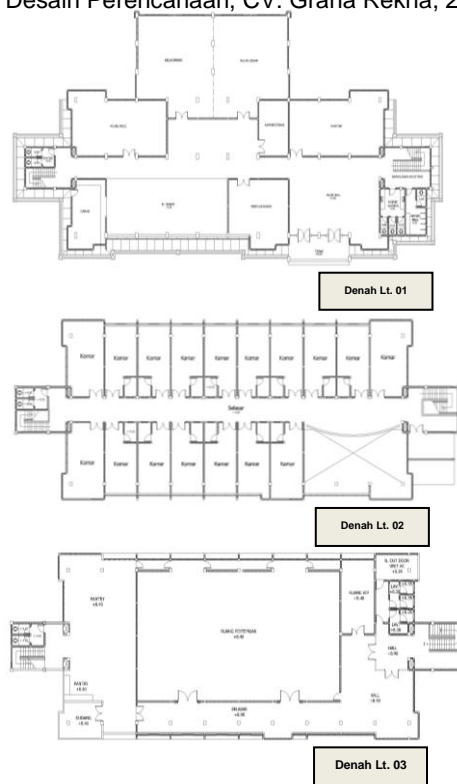
Diharapkan penelitian ini untuk mengevaluasi kinerja termal selubung bangunan pada gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah dengan menggunakan perhitungan OTTV (Overall Thermal Transfer Value) secara manual sehingga diketahui nilai OTTV yang diijinkan pada SNI 03-6389-2011.



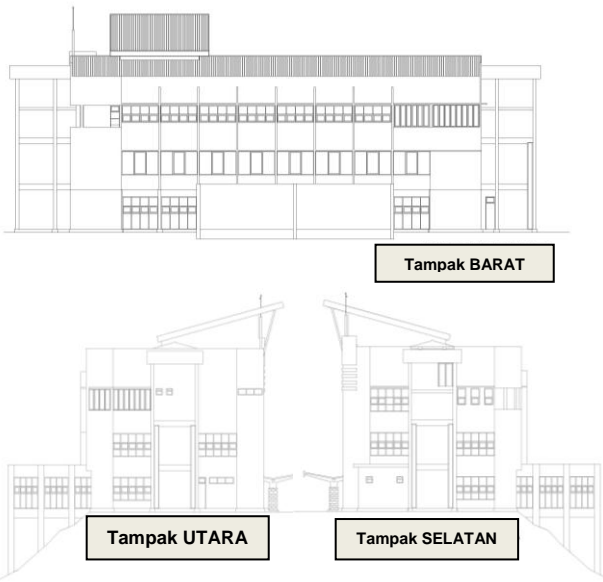
Site Eksisting Gedung PMI Provinsi Jawa Tengah

Gambar 1. Site Plan Existing Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah

Sumber: Desain Perencanaan, CV. Graha Rekha, 2011



Gambar 2. Denah Existing Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah



Gambar 3. Tampak Existing Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah



Gambar 4. Existing Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah

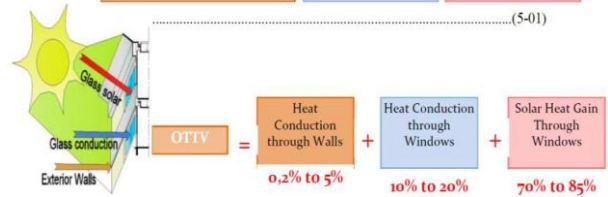
TINJAUAN PUSTAKA

Definisi dan teori OTTV pada bangunan gedung OTTV atau harga overall thermal transfer value suatu permukaan bangunan adalah suatu metode perhitungan yang dilakukan untuk menentukan secara teoritis besarnya beban panas yang akan masuk melalui suatu konstruksi permukaan bangunan (dinding dan atap) pada bangunan yang menggunakan peralatan pendingin (AC). (Heryanto, 2004)

Perhitungan OTTV oleh sementara ahli bangunan dan pemerintah beberapa negara di ASEAN (Singapore, Malaysia, Thailand) dianggap cukup baik untuk mengontrol dan memprediksi besarnya

beban panas yang akan terjadi. Sebagai contoh OTTV untuk bangunan hemat energi bagi beberapa negara tersebut diatas pernah disepakati bersama sebesar 45 W/m² bangunan, namun pada tahun 2001, diturunkan lagi menjadi 30 -35 W/m² karena perkembangan teknologi bahan bangunan seperti bahan dinding dan kaca pada bangunan bukaan (fenestration) dan pemakaian teritisan (shading device) secara baik dan benar. (Heryanto, 2004) Untuk menghitung nilai OTTV dinding luar bangunan, dipergunakan rumus sebagai berikut (Setyowati, 2015):

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



Gambar 2. Perpindahan Panas Ke Dalam Bangunan
Sumber: Setyowati, 2015

OTTV : Harga perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (W/m²)

- α : Absorbansi radiasi matahari
- UW : Transmittansi termal dinding tak tembus cahaya (W/m².K)
- WWR : Perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan
- TDEK : Beda temperatur ekuivalen (K)
- SF : Faktor Radiasi Matahari (W/m²)
- SC : Koefisien peneduh dari sistem fenestration
- UF : Transmittansi termal fenestration (W/m².K)
- ΔT : Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5K)

Untuk menghitung OTTV seluruh dinding luar:

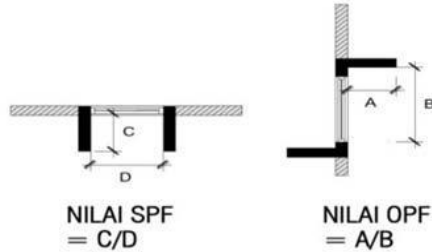
$$OTTV = \frac{(A_{01} \times OTTV_1) + (A_{02} \times OTTV_2) + \dots + (A_{0i} \times OTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + \dots + A_{0i}}$$

Perhitungan ini Yang perlu diperhatikan adalah pada nilai SC atau Shading Coefficient. SC (*Shading Coefficient*).

SC (*Shading Coefficient*) merupakan angka perbandingan antara perolehan kalor melalui fenestration, dengan atau tanpa peneduh, dengan perolehan kalor melalui kaca biasa/bening setebal 3 mm tanpa peneduh yang ditempatkan pada fenestration yang sama. Elemen bangunan yang menyelubungi bangunan gedung, yaitu dinding dan atap tembus atau yang tidak tembus cahaya dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut. Koefisien peneduh tiap sistem fenestration dapat diperoleh dengan cara mengalikan besaran SC kaca dengan SC efektif dari kelengkapan peneduh luar, sehingga persamaannya menjadi :

$$SC = SC \text{ Kaca} \times SC \text{ Efektif}$$

Untuk menentukan SC efektif diperlukan klasifikasi jenis kaca berdasarkan nilai OPF dan SPF.



Gambar 2. Penghitungan Nilai SPF dan OPF
Sumber: Setyowati, 2015

2. Langkah-langkah menghitung OTTV
 - a. Menentukan Tipe Dinding (W) dan variabelnya (Uw, Tdek, dan Δ)
 - b. Menentukan Luas masing-masing Tipe Dinding (W), Luas Fenestrasi (F) dan WWR
 - c. Menentukan SC Kaca, U kaca, dan SC efektif
 - d. Menghitung OTTV masing-masing orientasi
 - e. Menghitung OTTV keseluruhan

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan analisa kasus dengan pendekatan penelitian kuantitatif untuk menghitung nilai OTTV pada Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah. Pendekatan kuantitatif dipilih karena proses penelitian yang menggunakan cakupan data berupa angka-angka dan dilakukan secara manual.

Ruang Lingkup Penelitian

Mengulas mengenai hal-hal berikut:

1. Definisi dan teori OTTV pada bangunan gedung
2. Standar dan regulasi yang tertera pada SNI 03-6389-2011
3. Deskripsi umum rancangan Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah
4. Ulasan perhitungan nilai OTTV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui perpindahan panas pada gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah dilakukan perhitungan menggunakan rumus Overall Thermal Transfer Value (OTTV) pada keempat fasade yang yaitu fasade Timur, fasade Utara, fasade Barat dan fasade Selatan baik yang didominasi kaca ataupun tidak.

1. Penghitungan OTTV Dinding Timur

Konduksi Dinding Timur								
Arah Mata angin	Bahan	Luas	1-WWR	Tdek	U	α	Sub Total	Total
Timur	W1	501,21	0,633	10,0	2,7	0,455	7,771	
	W2	49,12	0,062	10,0	2,6	0,76	1,225	
	W3	8,94	0,011	10,0	2,297	0,605	0,157	9,152
		559,27						

Radiasi Kaca Timur								
Arah Mata Angin	Bahan	Luas	WWR	SC	SF	Faktor	Sub Total	Total
	F1	37,84	0,048	0,63	112	0,77	2,595	
	F2	28,01	0,035	0,63	112	0,77	1,921	
	F3	40,32	0,051	0,69	112	0,77	3,028	

Timur	F4	16,82	0,021	0,69	112	0,77	1,263		
	F5	22,42	0,028	0,69	112	1	2,187		
	F6	17,15	0,022	0,69	112	0,77	1,288		
	F7	3,16	0,004	0,69	112	0,77	0,237		
	F8	19	0,024	0,63	112	0,77	1,303		
	F9	7,73	0,010	0,69	112	0,77	0,580		
	F10	1,37	0,002	0,69	112	0,77	0,103		
	F11	4,065	0,005	0,63	112	0,77	0,279		
	F12	17,11	0,022	0,83	112	0,55	1,104		
	F13	5,17	0,007	0,63	112	0,77	0,354		
	F14	2,46	0,003	0,63	112	0,77	0,169		
	F15	4,44	0,006	0,63	112	1	0,395		
	F16	1,89	0,002	0,63	112	1	0,168		
	F17	2,84	0,004	0,63	112	0,6	0,152		
	F18	1,32	0,002	0,63	112	1	0,118	17,243	
			233,115						

Transmisi / Konduksi Kaca Timur									
Arah Mata angin	Bahan	Luas	WWR	DT	U	Faktor	Sub Total	Total	
Timur	F1	37,84	0,048	5,0	5,82	0,77	1,070		
	F2	28,01	0,035	5,0	5,82	0,77	0,792		
	F3	40,32	0,051	5,0	5,93	0,77	1,162		
	F4	16,82	0,021	5,0	5,93	0,77	0,485		
	F5	22,42	0,028	5,0	5,93	1	0,839		
	F6	17,15	0,022	5,0	5,93	0,77	0,494		
	F7	3,16	0,004	5,0	5,93	0,77	0,091		
	F8	19	0,024	5,0	5,82	0,77	0,537		
	F9	7,73	0,010	5,0	5,93	0,77	0,223		
	F10	1,37	0,002	5,0	5,93	0,77	0,039		
	F11	4,065	0,005	5,0	5,82	0,77	0,115		
	F12	17,11	0,022	5,0	5,7	0,55	0,338		
	F13	5,17	0,007	5,0	5,82	0,77	0,146		
	F14	2,46	0,003	5,0	5,82	0,77	0,070		
	F15	4,44	0,006	5,0	5,82	1	0,163		
	F16	1,89	0,002	5,0	5,82	1	0,069		
	F17	2,84	0,004	5,0	5,82	0,6	0,063		
	F18	1,32	0,002	5,0	5,82	1	0,048	6,745	
		233,115							
Jumlah Luas Dinding + Kaca						792,385	M ²		
OTTV Timur						33,140	W/M ²		
Standar OTTV						35	W/M ²		

Dari penghitungan nilai OTTV Dinding sebelah Timur mempunyai nilai OTTV sebesar 33,140 W/m² (**Memenuhi Syarat SNI 03-6389-2011**)

2. Penghitungan OTTV Dinding Utara

Konduksi Dinding Utara								
Arah Mata angin	Bahan	Luas	WWR	Tdek	U	α	Sub Total	Total
Utara	W1	285,08	0,854	10	2,7	0,745	17,180	17,180
		285,08						

Radiasi Kaca Utara								
Arah Mata angin	Bahan	Luas	1-WWR	SC	SF	Faktor	Sub Total	Total
Utara	F1	16,96	0,051	0,63	130	1	4,161	
	F2	16,96	0,051	0,63	130	1	4,161	
	F3	5,92	0,018	0,63	130	1	1,453	
	F4	0,66	0,002	0,63	130	1	0,162	
	F5	5,56	0,017	0,69	130	1	1,494	
	F6	2,64	0,008	0,69	130	1	0,709	12,141
		48,7						

Transmisi / Konduksi Kaca								
Arah Mata Angin	Bahan	Luas	1-WWR	DT	U	Faktor	Sub Total	Total
Utara	F1	16,96	0,051	5	5,828	1	1,481	
	F2	16,96	0,051	5	5,828	1	1,481	
	F3	5,92	0,018	5	5,828	1	0,517	
	F4	0,66	0,002	5	5,828	1	0,058	
	F5	5,56	0,017	5	5,828	1	0,485	
	F6	2,64	0,008	5	5,926	1	0,234	4,256
		48,7						

Jumlah Luas Dinding + Kaca	333,78	
OTTV Utara	33,577	W/M ²
Standar OTTV	35	W/M ²

Dari penghitungan nilai OTTV Dinding sebelah Utara mempunyai nilai OTTV sebesar 33,577 W/m². **(Memenuhi Syarat SNI 03-6389-2011)**

3. Penghitungan OTTV Dinding Barat

Konduksi Dinding Barat								
Arah Mata Angin	Bahan	Luas	WWR	Tdek	U	α	Sub Total	Total
Barat	W1	600,63	0,836	10	2,7	0,745	16,821	16,821
		600,63						

Radiasi Kaca Barat								
Arah Mata Angin	Bahan	Luas	1-WWR	SC	SF	Faktor	Sub Total	Total
Barat	F1	24,09	0,034	0,63	243	1	5,135	
	F2	48,2	0,067	0,63	243	0,77	7,911	
	F3	1,89	0,003	0,63	243	1	0,403	
	F4	1,89	0,003	0,69	243	0,65	0,287	
	F5	31,85	0,044	0,69	243	0,77	5,725	
	F6	9,69	0,013	0,69	243	0,77	1,742	21,202
		117,61						

Transmisi / Konduksi Kaca								
Arah Mata Angin	Bahan	Luas	1-WWR	DT	U	Faktor	Sub Total	Total
Barat	F1	24,09	0,034	5	5,828	1	0,977	
	F2	48,2	0,067	5	5,828	0,77	1,506	
	F3	1,89	0,003	5	5,828	1	0,077	
	F4	1,89	0,003	5	5,926	0,65	0,051	
	F5	31,85	0,044	5	5,926	0,77	1,012	
	F6	9,69	0,013	5	5,926	0,77	0,308	3,622
		117,61						

Jumlah Luas Dinding + Kaca	718,24	M ²
OTTV Barat	41,645	W/M ²
Standar OTTV	35	W/M ²

Dari penghitungan nilai OTTV Dinding sebelah Barat mempunyai nilai OTTV sebesar 41,645 W/m². Diatas nilai yang telah ditentukan **(Tidak Memenuhi Syarat SNI 03-6389-2011)**.

4. Penghitungan OTTV Dinding Selatan

Konduksi Dinding Selatan								
Arah Mata Angin	Bahan	Luas	WWR	Tdek	U	α	Sub Total	Total
Selatan	W1	283,02	0,845	10	2,7	0,745	16,995	16,995
		283,02						

Radiasi Kaca Selatan								
Arah Mata Angin	Bahan	Luas	1-WWR	SC	SF	Faktor	Sub Total	Total
Selatan	F1	16,96	0,051	0,63	97	1	3,094	
	F2	16,96	0,051	0,63	97	1	3,094	
	F3	4,44	0,013	0,63	97	1	0,810	
	F4	2,975	0,009	0,63	97	1	0,543	
	F5	0,9	0,003	0,63	97	1	0,164	
	F6	8,19	0,024	0,69	97	0,7	1,145	
	F7	1,535	0,005	0,69	97	1	0,307	9,157
		51,96						

Transmisi / Konduksi Kaca								
Arah Mata Angin	Bahan	Luas	1-WWR	DT	U	Faktor	Sub Total	Total
Selatan	F1	16,96	0,051	5	5,827	1	1,475	
	F2	16,96	0,051	5	5,827	1	1,475	
	F3	4,44	0,013	5	5,827	1	0,386	
	F4	2,975	0,009	5	5,827	1	0,259	
	F5	0,9	0,003	5	5,827	1	0,078	
	F6	8,19	0,024	5	5,925	0,7	0,507	
	F7	1,535	0,005	5	5,925	1	0,136	4,316
		51,96						

Jumlah Luas Dinding + Kaca	334,98	M ²
OTTV selatan	30,468	W/M ²
Standar OTTV	45	W/M ²

Dari penghitungan nilai OTTV Dinding sebelah Selatan mempunyai nilai OTTV sebesar 30,468 W/m². **(Memenuhi Syarat SNI 03-6389-2011)**

5. Penghitungan OTTV Total Dinding Bangunan

Arah Mata Angin	A	OTTV1	OTTV1 X A	OTTV
UTARA	333,78	33,577	11207,331	
SELATAN	334,980	30,468	10206,171	
TIMUR	792,385	33,140	26259,639	
BARAT	718,24	41,645	29911,105	
JUMLAH	2179,39		77584,245	35,5991

Dari penghitungan nilai OTTV Total Dinding Bangunan Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah mempunyai nilai OTTV sebesar 35,5991 W/M². **(Tidak Memenuhi Syarat SNI 03-6389-2011).**

6. Penghitungan OTTV Dinding Barat Setelah Perbaikan

Dari ketiga sisi dinding yang menghadap Timur, Utara dan Selatan memenuhi syarat ketentuan nilai OTTV. Dinding yang menghadap Barat mempunyai nilai diatas 35 W/M².

Untuk itu Dinding sebelah Barat perlu ada perbaikan desain sebagai berikut:

- Mengurangi Angka Koefisien Peneduh dengan mempertahankan Desain existing luas bukaan dinding/ jendela kaca sisi barat dan mencari alternatif tipe Kaca yang ada di pasaran yang mempunyai nilai SC lebih rendah.



Gambar 5. Visualisasi Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah

KONDUKSI DINDING								
Arah Mata angin	Bahan	Luas	WWR	Tdek	U	α	Sub Total	Total
Barat	W1	600,6	0,836	10	2,7	0,745	16,821	16,821
		600,6						

RADIASI								
Arah Mata angin	Bahan	Luas	1-WWR	SC	SF	Faktor	Sub Total	Total
Barat	F1	24,09	0,034	0,41	243	1	3,342	
	F2	48,2	0,067	0,41	243	0,77	5,148	
	F3	1,89	0,003	0,63	243	1	0,403	
	F4	1,89	0,003	0,69	243	0,65	0,287	
	F5	31,85	0,044	0,41	243	0,77	3,402	
Barat	F6	9,69	0,013	0,69	243	0,77	1,742	14,323
		117,6	0,164					

TRANSMISI / KONDUKSI KACA								
Arah Mata Angin	Bahan	Luas	1-WWR	DT	U	Faktor	Sub Total	Total
	F1	24,09	0,034	5	5,83	1	0,977	
	F2	48,2	0,067	5	5,83	0,77	1,506	

	F3	1,89	0,003	5	5,83	1	0,077	
	F4	1,89	0,003	5	5,93	0,65	0,051	
	F5	31,85	0,044	5	5,83	0,77	0,995	
Barat	F6	9,69	0,013	5	5,93	0,77	0,308	3,605
		117,6	0,164					

Jumlah Luas Dinding + Kaca	718,2	M2
OTTV barat	34,750	W/M ²
Standar d OTTV	35	W/M ²

(Kaca Sunergy Blue Green (SNBN) 8mm, Euro Grey (SNGE) 8mm)

Nilai OTTV Total Keseluruhan Dinding setelah dilakukan perbaikan:

Arah Mata Angin	A	OTTV1	OTTV1XA	OTTV
UTARA	333,78	33,577	11207,331	
SELATAN	334,980	30,468	10206,171	
TIMUR	792,385	33,140	26259,639	
BARAT	718,24	34,750	24958,840	
JUMLAH	2179,39		72631,981	33,3268

Dari hasil penghitungan Total Dinding Bangunan Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah diatas didapatkan nilai **OTTV keseluruhan dinding luar** adalah sebesar **33,33 W/m²**. Ketentuan yang dipersyaratkan berdasarkan SNI-03-6389-2011 sebagai bangunan hemat energi yaitu nilai OTTV sebesar $\leq 35 \text{ W/m}^2$. Dengan demikian nilai OTTV keseluruhan dinding **memenuhi persyaratan**.

Dari jenis kaca yang dipilih memiliki nilai SC 0.41. Jenis Blue Green (SNBN) 8mm dan Euro Grey (SNGE) 8 mm mampu menurunkan radiasi yang masuk sehingga nilai OTTV dapat memenuhi persyaratan.

- Menurunkan Angka Absorbsivitas Mengurangi luas bukaan dinding kaca dengan menambah dinding bata tanpa merubah jenis kaca yang terpasang existing.



Gambar 5. Desain Solusi Fasad Gedung Diklat PMI

KONDUKSI DINDING								
Arah Mata angin	Bahan	Luas	WWR	Tdek	U	α	Sub Total	Total
Barat	W1	636,53	0,886	10	2,7	0,745	17,827	17,827
		636,53						

RADIASI								
Arah Mata angin	Bahan	Luas	1-WWR	SC	SF	Faktor	Sub Total	Total
Barat	F1	14,4	0,020	0,63	243	1	3,069	
	F2	35,64	0,050	0,63	243	0,77	5,849	
	F3	1,89	0,003	0,63	243	1	0,403	
	F4	1,89	0,003	0,69	243	0,65	0,287	
	F5	18,2	0,025	0,69	243	0,77	3,272	
	F6	9,69	0,013	0,69	243	0,77	1,742	14,622
		81,71	0,114					

TRANSMISI / KONDUKSI KACA								
Arah Mata angin	Bahan	Luas	1-WWR	DT	U	Faktor	Sub Total	Total
Barat	F1	14,4	0,020	5	5,828	1	0,584	
	F2	35,64	0,050	5	5,828	0,77	1,113	
	F3	1,89	0,003	5	5,828	1	0,077	
	F4	1,89	0,003	5	5,926	0,65	0,051	
	F5	18,2	0,025	5	5,926	0,77	0,578	
	F6	9,69	0,013	5	5,926	0,77	0,308	2,403
		81,71	0,114					

Jumlah Luas Dinding + Kaca	718,24 M ²
OTTV barat	34,851 W/M ²
Standar OTTV	35 W/M ²

Dari hasil penghitungan pengurangan bukaan dinding diatas didapatkan nilai **OTTV dinding Sisi Barat** adalah sebesar **34,851 W/m²**. Ketentuan yang dipersyaratkan berdasarkan SNI – 03-6389-2011 sebagai bangunan hemat energi yaitu nilai OTTV sebesar ≤ 35 W/m². Dengan demikian untuk dinding Sisi Barat sudah **Memenuhi Persyaratan**.

Nilai OTTV Total Keseluruhan Dinding setelah dilakukan perbaikan :

Arah Mata Angin	A(m ²)	OTTV1 (W/m ²)	OTTV1XA	OTTV TOTAL (W/m ²)
UTARA	333,78	33,577	11207,331	
SELATAN	334,980	30,468	10206,171	
TIMUR	792,385	33,140	26259,639	
BARAT	718,24	34,851	25031,382	
JUMLAH	2179,39		72704,523	33,3601

Dari hasil penghitungan Total Dinding Bangunan Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah diatas didapatkan nilai **OTTV keseluruhan dinding luar** adalah sebesar **33,3601 W/m²**. Ketentuan yang dipersyaratkan berdasarkan SNI-03-6389-2011 sebagai bangunan hemat energi yaitu nilai OTTV sebesar ≤ 35 W/m². Dengan demikian nilai OTTV keseluruhan dinding **Memenuhi Persyaratan**.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap desain material kaca sebagai selubung bangunan dan pengaruhnya terhadap perpindahan termal melalui penghitungan OTTV secara manual pada seluruh bidang dinding Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah dapat diambil kesimpulan:

Dari hasil penelitian didapatkan nilai OTTV dinding fasade Sisi Timur sebesar 33,140 W/m², nilai OTTV Sisi Utara sebesar 33,577W/m², nilai OTTV Sisi Barat sebesar 41,645 W/m², nilai OTTV Sisi Selatan sebesar 30,468 W/m². Dan hasil penghitungan OTTV Total keseluruhan dinding Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah didapatkan nilai OTTV sebesar **35,5991 W/m²**. Dengan demikian nilai OTTV keseluruhan dinding **tidak memenuhi persyaratan**.

Beberapa rekomendasi yang disarankan untuk perbaikan agar nilai OTTV keseluruhan dinding luar sesuai dengan ketentuan SNI-03-6389-2011 antara lain :

- Mempertahankan Desain existing luas bukaan dinding/ jendela kaca sisi barat dan memakai tipe Kaca yang ada di pasaran yang mempunyai nilai SC minimal 0,41 atau kaca jenis Low -E seperti Jenis SUNERGY Blue Green (SNBN) 8mm dan SUNERGY Euro Grey (SNGE) 8 mm yang mampu menurunkan nilai OTTV sehingga memenuhi persyaratan.
- Mengurangi luas bukaan dinding kaca minimal 5% dari bidang kaca existing dengan menambah dinding masif batu bata minimal 5% dari seluruh luas bidang existing tanpa merubah jenis kaca yang terpasang untuk mencapai nilai OTTV ≤ 35 W/m².

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Pengurus PMI Provinsi Jawa Tengah, Konsultan perencana CV. Graha Rekha yang telah memberikan ijin peneliti untuk

memperoleh informasi dan data sebagai bahan untuk menyusun penelitian.

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.
- Arikunto, S., 1992, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: PT. Melton Utama.
- Asih, D.S, 1992, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: PT. Melton Utama.
- Badan Standarisasi Nasional, 2011, *Konservasi Energi Selubung Bangunan*, Jakarta
- 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.
- Eumorfopoulou, E.A., Kontoleon, K.J., 2009, *Experimental Approach to the Contribution of Plant-Covered Walls to the Thermal Behaviour of Building Envelopes*, *Building Environment*, 44:1024–1038.
- Givoni, B., 1994, *Passive and Low Energy Cooling of Building*, Van Nostrand Reinhold, United State of America.
- Hutabarat, Sahala, 1999, *Penyinaran Matahari*, Penerbit Pakar Raya, Bandung.
- Juniwati Santoso, Anik & I Gusti Ngurah Antaryama, 2005, *Konsekuensi Energi Akibat Pemakaian Bidang Kaca pada Bangunan Tinggi di Daerah Tropis Lembab*, Surabaya : Universitas Kristen Petra & Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Karsono, Tri Harso, 2010, *Green Architecture - Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia*, Rajawali Presse, Jakarta.
- 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.
- Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung, SNI 03-6389-2000
- Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung, SNI 03-6389-2011
- 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.
- Priatman, Jimmy, 2003, *Konsepsi dan Strategi Perancangan Bangunan di Indonesia*, Surabaya : Universitas Kristen Petra
- Satwiko, P., 2005, *Arsitektur Sadar Energi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- 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