

OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE

Studi Kasus : Ruang Kuliah III Pada Program Studi Arsitektur Universitas Malikussaleh

Muhammad Iqbal¹

Abstrak. Sistem tata udara menggunakan 50-70% energi dari keseluruhan energi listrik yang digunakan dalam sebuah bangunan gedung perkantoran. Beban pendinginan dari suatu bangunan gedung terdiri dari beban internal, yaitu beban yang ditimbulkan oleh lampu, penghuni serta peralatan lain yang menimbulkan panas dan beban external yaitu panas yang masuk dalam bangunan diakibatkan oleh radiasi matahari, konduksi dan ventilasi/infiltrasi melalui selubung bangunan. Untuk mengurangi beban external, SNI 03-6389-2000 menentukan kriteria disain yaitu Overall Thermal Transfer Value (OTTV) harus lebih kecil atau sama dengan 45 Watt/m². Untuk mempermudah perencanaan dalam mendukung upaya konservasi energi penelitian ini berusaha mencari Window to Wall Ratio (WWR) yang dapat memenuhi OTTV yang disyaratkan. Studi dilakukan pada salah satu ruang kuliah sederhana pada Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Hasil penelitian ini menunjukkan WWR lebih kecil atau sama dengan 0,30 menghasilkan nilai OTTV memenuhi syarat yang ditentukan oleh SNI 03-6389-2000.

Kata Kunci: OTTV, WWR, energi, U value, K Value

Abstract. Ventilating and Air Conditioning system consumes 50-70% of the total energy used in an office building. The cooling load of a building consists of internal cooling load, i.e. loads produce by light, occupants, and heat generating power/appliances; and external cooling load, i.e. loads produce by radiation, conduction, and ventilation/infiltration through building envelope. To reduce the external cooling load, SNI 03-6389-2000 specifies that the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) should be less than or equal to 45 Watt/m². This research supports energy conservation in finding the optimum building envelope design by specifying the Window to Wall Ratio (WWR) which will fulfill the OTTV requirement. Studies conducted in one simple lecture hall at Architecture Departement Engineering Faculty, Malikussaleh University. The result shows that WWR less than or equal to 0.40 will produce OTTV value that suits the SNI 03-6389-2000 requirement

Keywords: OTTV, WWR, energy, U value, K Value

¹ Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
iqbal_arch@yahoo.co.id

1. PENDAHULUAN

Lingkungan dan energi merupakan isu global yang dihadapi peradaban manusia dewasa ini. Peningkatan tajam penggunaan energi dalam kaitannya untuk menaikkan taraf hidup manusia tidak saja mengeksploitasi sumber-sumber daya energi, tetapi juga dapat membahayakan lingkungan fisik alami dalam skala global. Bangunan gedung sebagai bagian dari lingkungan yang bertujuan menciptakan ruang-ruang nyaman untuk taraf kehidupan yang lebih baik juga menyebabkan permasalahan yang sama. Meskipun bukan merupakan satu-satunya pemakai energi, tetapi bangunan gedung dengan seluruh peralatan penunjangnya mengkonsumsi energi dalam jumlah cukup besar, sehingga teknologi hemat energi perlu diupayakan untuk membatasi penggunaan energi dalam gedung.

Dari distribusi penggunaan energi dalam suatu gedung dapat dilihat bahwa komponen pemakaian energi terbesar adalah sistem pendingin. *Air Conditioner*/Fan mencapai 50-70% dari seluruh energi listrik yang digunakan, sedangkan Pencerayaan 10- 25%, dan Elevator hanya 2-10%. Karena itu sasaran dari penghematan energi dalam bangunan gedung seharusnya ditujukan pada optimalisasi sistem tata udara dan sistem tata cahaya. Efisiensi sistem tata udara dapat dilakukan antara lain dengan cara memperkecil beban pendinginan serta pemilihan sistem dan kontrol tata udara yang tepat.

Beban pendinginan dari suatu bangunan gedung yang dikondisikan terdiri dari beban internal yaitu beban yang ditimbulkan oleh lampu, penghuni serta peralatan lain yang menimbulkan panas, dan beban external yaitu panas yang masuk dalam bangunan akibat radiasi matahari dan konduksi melaluselubung bangunan. Untuk membatasi beban external, selubung bangunan dan bidang atap merupakan elemen bangunan yang penting yang harus diperhitungkan dalam penggunaan energi. Karena fungsinya sebagai selubung external itulah maka kriteria-kriteria konservasi energi perlu dipertimbangkan dalam proses disain suatu bangunan khususnya yang menyangkut perancangan bidang-bidang exterior dalam

hubungannya dengan penampilan tampak bangunan.

Untuk mengurangi beban external Badan Standarisasi Nasional Indonesia menentukan kriteria disain selubung bangunan yang dinyatakan dalam Harga Alih Termal Menyeluruh (*Overall Thermal Transfer Value*, OTTV) yaitu $OTTV = 45 \text{ Watt/m}^2$. Ketentuan ini berlaku untuk bangunan yang dikondisikan dan dimaksudkan untuk memperoleh disain selubung bangunan yang dapat mengurangi beban *external* sehingga menurunkan beban pendinginan. Dengan memberikan harga batas tertentu untuk OTTV maka besar beban external dapat dibatasi. Disini terlihat bahwa perancangan selubung bangunan sebagai elemen pelindung terhadap kondisi lingkungan cuaca luar merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan sistem tersebut.

Untuk mencapai kualifikasi bangunan hemat energi diperlukan serangkaian parameter analisa energi untuk memenuhi kriteria konservasi energi selubung bangunan antara lain rasio jendela kaca terhadap dinding atau *Window to Wall Ratio* (WWR), jenis, tebal dan warna dinding luar, alat peneduh, konduktansi kaca, insulasi atap dan dinding, penyerapan atap dan dinding, arah hadap dan lain-lain. Penelitian ini bertujuan menentukan WWR yang dapat dipakai untuk merencanakan bangunan untuk memenuhi OTTV yang disyaratkan serta hanya membahas parameter-parameter yang berhubungan dengan selubung bangunan dalam hubungannya dengan beban pendinginan maksimum dalam suatu jam tertentu.

1.1 OTTV dalam Proses Desain

OTTV mengontrol perpindahan panas dari lingkungan luar menuju lingkungan dalam bangunan melalui selubung bangunan. Penggunaan energi untuk penghawaan dapat dikurangi dan konsumsi energi listrik menjadi efisien.

Arsitek/perencana bebas berinovasi untuk menentukan material penting untuk selubung bangunan dalam upaya memproteksi panas berlebih dalam bangunan, seperti pada penggunaan material dinding, kaca, ukuran

jendela, tipe atap sehingga tercapainya Efisiensi energi

1.2 Tujuan Perhitungan OTTV

Adapun tujuan dari perhitungan OTTV adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan dan mengimplementasikan perancangan bangunan hemat energi
2. Mengembangkan tolok ukur manajemen energi dan sistem praktis untuk berbagai jenis bangunan
3. Meningkatkan penghematan penggunaan energi pada bangunan
4. Mewujudkan perancangan bangunan yang reponsif terhadap iklim.

1.3 Perkembangan OTTV

Pelopop OTTV adalah ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers*): Standards 90-75 dan 90-80 A.

OTTV di Asia dikembangkan berdasarkan ASHRAE oleh Singapura, sejak tahun 1979 dengan menyesuaikan kondisi iklim setempat. Hongkong mengembangkan OTTV sejak Juli 1995 dengan fokus pada bangunan komersial dan Hotel.

Indonesia, Malaysia, Philipina dan Thailand mengacu pada model referensi Singapura. Pada waktu yang sama Amerika Tengah, seperti Jamaika dan Pantai Gading juga telah mengembangkan OTTV dalam perancangan bangunan hemat energi. Berikut perbandingan nilai ottv di berbagai negara.

Tabel 1. Perbandingan Nilai OTTV

Sl.	Country	Year	Status	OTTV (Walls)	OTTV (Roof)
1	Singapore 1° 20' N	1979	Mandatory	45W/m ²	45W/m ²
2	Malaysia 3° 7' N	1989	Voluntary	45W/m ²	25W/m ²
3	Thailand 13° 41' N	1992	Mandatory	45W/m ²	25W/m ²
4	Philippines 14° 35' N	1993	Voluntary	48W/m ²	---
5	Jamica 17° 56' N	1992	Mandatory	55.1-67.7W/m ²	20W/m ²
6	Hong Kong 22° 18' N	1995	Mandatory	Tower: 35 W/m ² Podium: 80 W/m ²	

2 KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengertian OTTV

OTTV (Overall thermal transfer value) adalah konservasi energi pada bangunan yang mengatur nilai perpindahan panas pada fasade dinding bangunan. Dalam hal ini nilainya tidak boleh melebihi 45 watt/m². Semakin tinggi nilai OTTV maka semakin besar watt per meter persegi energi yang akan diterima suatu bangunan. Metode yang digunakan adalah testing out dengan pendekatan kuantitatif. Luasan bukaan mempengaruhi nilai OTTV pada suatu bangunan. Semakin besar bukaan dinding tembus cahaya maka semakin besar beban energi yang di hasilkan suatu bangunan.

2.2 Konsep OTTV

Konsep OTTV mencakup tiga elemen dasar perpindahan panas melalui selubung luar bangunan yaitu: konduksi panas melalui dinding tidak tembus cahaya, radiasi matahari melalui kaca, dan konduksi panas melalui kaca.

Nilai perpindahan termal menyeluruh (OTTV) untuk setiap bidang dinding luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu dapat dihitung melalui persamaan:

$$OTTV_i = 15\alpha [1 - WWR] U_w + 5(WWR) U_f + (194 \times CF \times WWR \times SC) \quad (1)$$

dimana:

OTTV_i = Nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (Watt/m²).

α = Absorbansi radiasi matahari.

U_w = Transmittansi termal dinding tak tembuscahaya (Watt/m².°K).

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

SC = Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi.

SF = Faktor radiasi matahari (Watt /m²).

U_f = Transmittansi termal fenestrasi (Watt/m².°K).

Untuk menghitung OTTV seluruh dinding luar, hasil perhitungan OTTV pada semua bidang luar dijumlahkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$OTTV = A_0 + \frac{\sum_{i=1}^n (A_i \times OTTV_i)}{\sum_{i=1}^n (A_{oi})}$$

dimana:

A_{oi} = Luas dinding pada bagian dinding luar i (m^2).

Luas ini termasuk semua permukaan dinding tak tembus cahaya dan luas permukaan jendela yang terdapat pada bagian dinding tersebut.

$OTTV_i$ = Nilai perpindahan termal menyeluruh pada bagian dinding i sebagai hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan.

2.3 U Value

U VALUE dalam perhitungan OTTV adalah Nilai Rata-Rata Transfer Panas dalam material. U Value dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$U = \frac{1}{R}$$

Dimana:

U = Thermal transmittance ($W/m^2 K$)

R = Thermal resistance (m^2K/W)

Faktor-faktor yang mempengaruhi transmitansi termal adalah tahanan panas (R), yang diperoleh dari ketebalan material dibagi dengan total nilai insulasi bangunan dan nilai tambah dari udara di dalam dan di luar.

$$R = b / k$$

dimana:

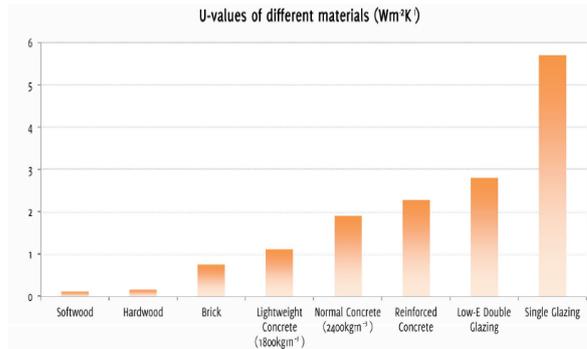
b = Ketebalan material (m)

k = K Value ($W / m^2 K$)

Tabel 2. Nilai U Value kelompok material

Material	U-value ($Wm^{-2}K^{-1}$)	Material	U-value ($Wm^{-2}K^{-1}$)
Softwood	0.13	Normal Concrete ($2400 kgm^{-3}$)	1.93
Hardwood	0.18	Reinforced Concrete	2.3
Brick	0.77	Low-E Double Glazing	2.8
Light Weight Concrete ($1800 kgm^{-3}$)	1.13	Single Glazing	5.7

source: www.puravent.co.uk



Grafik 1. U value of different material

Tabel 3. Surface Film Resistance For Walls And Roof

Type of Surface	Thermal Resistance $m^2 K/W$
A Surface Film Resistance for Walls:	
1 Inside surface (R_i)	
(a) High Emissivity	0,120
(b) Low Emissivity	0,299
2 Outside surface (R_o) (High Emissivity)	0,044
B Surface Film Resistance for Roofs:	
1 Inside surface (R_i)	
(a) High Emissivity	
(i) Flat roof	0,162
(ii) Sloped roof $22\frac{1}{2}^\circ$	0,148
(iii) Sloped roof 45°	0,133
(b) Low Emissivity	
(i) Flat roof	0,801
(ii) Sloped roof $22\frac{1}{2}^\circ$	0,595
(iii) Sloped roof 45°	0,391
2 Outside surface (R_o) (High Emissivity) Flat or Sloped	0,055

2.4. K Value

K Value adalah Konduktifitas Panas Pada Material Tertentu. K. Value dapat dibedakan berdasarkan jenis material (bersifat standar). K. Value dalam satuan w/m² K. Berikut standar K Value:

Tabel 4. Nilai k.value untuk Material Dasar

No.	Material	k-value W/m ² K
1	Asbestos cement sheet	0,317
2	Asbestos insulating board	0,108
3	Asphalt, roofing	1,226
4	Bitumen	1,298
5	Brick:	
	(a) dry (covered by plaster or tiles outside)	0,807
	(b) common brickwall (brickwall directly exposed to weather outside)	1,154
6	Concrete	1,442
		0,144
7	Concrete, light weight	0,303
		0,346
		0,476
8	Cork board	0,042
9	Fibre board	0,052
10	Fibre glass (see glass wool and mineral wool)	
11	Glass, sheet	1,053
12	Glass wool, mat or quilt (dry)	0,035
13	Gypsum plaster board	0,17
14	Hard board:	
	(a) standard	0,216
	(b) medium	0,123
15	Metals:	
	(a) aluminium alloy, typical	211
	(b) copper, commercial	385
	(c) steel	47,6
16	Mineral wool, felt	0.035 – 0.0
17	Plaster:	
	(a) gypsum	0,37
	(b) perlite	0,115
	(c) sand/cement	0,533
	(d) vermiculite	0.202 – 0.3
18	Polystyrene, expanded	0,035
19	Polyurethane, foam	0,204
20	PVC flooring	0,713
21	Soil, loosely packed	0,375
22	Stone, tile:	
	(a) sand stone	1,298
	(b) granite	2,927
	(c) marble/terrazzo/ceramic/mosaic	1,298
23	Tile, roof	0,836
24	Timber:	
	(a) across grain soft-wood	0,125
	(b) hardwood	0,138
	(c) plywood	0,138
25	Vermiculite, loose granules	0,065
26	Wood chipboard	0,144
27	Woodwool slab	0,086
		0,101

1.4 Windows to Wall Ratio (WWR)

Windows to wall ratio (WWR) adalah Proporsi luas bukaan pada dinding bangunan dengan luasan dinding pada bidang yang sama.

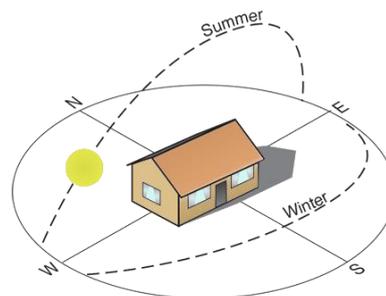
Pada kasus rancangan pasif, yaitu rancangan yang berorientasi pada pemanfaatan potensi alam dapat disimpulkan bahwa, semakin besar nilai Window to Wall Ratio (WWR) pada selubung bangunan terhadap dinding akan semakin baik untuk kinerja termal dan sebaliknya untuk kasus desain aktif.

1.5 Orientasi Bangunan

Orientasi bangunan memberikan pengaruh yang cukup besar untuk mencapai kenyamanan termal ruangan, khususnya pada rancangan bangunan pasif dan penghematan energi pada rancangan bangunan aktif. Dalam kasus OTTV, orientasi bangunan sangat menentukan nilai total OTTV. Faktor yang memberikan pengaruh nilai OTTV pada orientasi bangunan adalah nilai *solar correction factor (CF)*

Tabel 5. Solar Correction Factor

NO	ORIENTASI	CF
1	Utara	0,90
2	Timur Laut	1,09
3	Timur	1,23
4	Tenggara	1,13
5	Selatan	0,92
6	Barat Daya	0,90
7	Barat	0,94
8	Barat laut	0,90



Gambar 1. Orientasi Matahari

1.6 Standar Nasional Indonesia

Untuk mengurangi beban external, Badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 03-6389-2000) menentukan kriteria disain selubung bangunan yang dinyatakan dalam “Harga Alih Termal Menyeluruh” (*Overall Thermal Transfer Value, OTTV*) yaitu $OTTV = 45 \text{ Watt/m}^2$.

Ketentuan ini berlaku untuk bangunan yang dikondisikan dan dimaksudkan untuk memperoleh disain selubung bangunan yang dapat mengurangi beban external sehingga menurunkan beban pendinginan. Dengan memberikan harga batas tertentu untuk OTTV maka besar beban external dapat dibatasi.

Disini terlihat bahwa perancangan selubung bangunan sebagai elemen pelindung terhadap kondisi lingkungan cuaca luar merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan sistem tersebut.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan atas teori yang berfokus terhadap pendekatan OTTV pada aplikasi objek nyata. Adapun sumber-sumber yang dipakai berasal dari :

1. Pengumpulan Data Sekunder

Bertujuan untuk mendapatkan data-data tentang subjek juga mendapatkan literatur-literatur terkait yang telah ada terlebih dahulu tentang hal-hal yang berkaitan dengan topik. Data yang dipakai untuk penelitian ini meliputi:

- a) Luas lantai, luas permukaan bangunan, volume bangunan, luas permukaan kaca, masing-masing dibedakan antara yang dikondisikan dan tidak.
- b) Luas permukaan selubung/fasade, terdiri dari luas dinding dan kaca.
- c) Luas tiap-tiap material bangunan dan arah hadapnya.
- d) Jenis bahan, tebal dan warna material selubung bangunan dan atap.
- e) Nilai U untuk material yang digunakan baik dinding dan kaca
- f) Nilai koefisien peneduh (SC).
- g) Nilai Beban Pendinginan External dengan kondisi WWR existing.

2. Pengamatan dan Tinjauan Langsung pada Objek

Berikut ialah upaya pendekatan OTTV pada objek nyata yang telah ditentukan. Pengamatan dan tinjauan langsung tersebut dilakukan secara bertahap, berskala, dan menyeluruh.

Dalam studi kasus ini diperlukan ketegasan dan kesesuaian atas data-data terkait

pendekatan OTTV sebagai standar acuan kajian terapan hemat energi pada suatu bangunan (terutama ruang).

3. Analisis Data

Sumber yang telah didapat kemudian disusun kedalam beberapa sub-bab dari data-data, deskripsi, dan argumentasi (sesuai sumber), sampai akhirnya dapat disimpulkan bagaimana hasil pendekatan OTTV pada objek penelitian.

3.2 Subjek dan Objek Penelitian

1. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini difokuskan pada pendekatan OTTV berstandar Nasional Indonesia 03-6389-2000 'Konservasi Energi Selubung Bangunan' terhadap konsep tata rancang objek penelitian.

2. Objek Penelitian

Objek tunggal dalam penelitian ini adalah salah satu ruang perkuliahan, Teknik Arsitektur, Universitas Malikussaleh, Kampus Bukit Indah.

3.3 Prosedur Penelitian

1. Kajian Dasar

Kajian dasar ini dilakukan secara teoritis, yakni tahap pengumpulan data sebagai penunjang dan acuan dalam mencapai tujuan dari segala upaya penelitian secara pasti.

2. Hipotesis

Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah pemahaman teoritis telah dikuasai ialah menyusun beberapa perkiraan/dugaan sementara secara kualitatif dan deskriptif terkait data dan keterangan yang dibutuhkan. Hal tersebut diupayakan untuk mengaplikasikan pemahaman teoritis (subjek) terhadap suatu objek (di lapangan) kedalam suatu fokus penelitian secara teoritis dan empiris.

3. Pelaksanaan Tindakan dan Observasi

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengamatan dan peninjauan terhadap subjek penelitiannya secara objektif.

4. Refleksi

Tahap refleksi ini merupakan tahap dimana semua data yang telah diperoleh dari kegiatan observasi dikumpulkan, dianalisis kembali, dan dirangkum dalam sebuah tulisan.

3.4 Waktu dan Tempat Penelitian

a. Waktu Penelitian

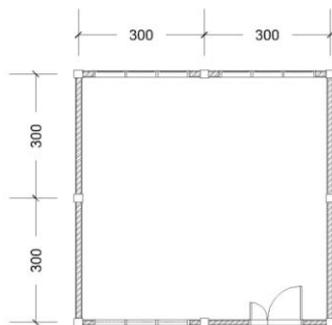
Waktu penelitian adalah waktu yang digunakan selama penelitian berlangsung.

b. Lokasi Penelitian

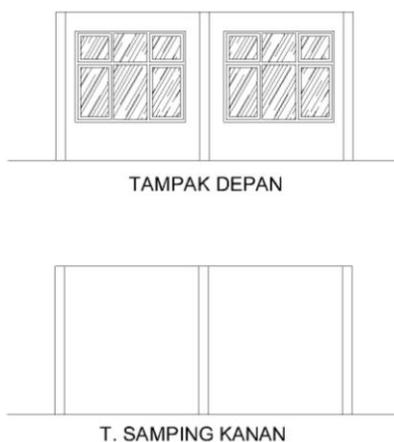
Lokasi penelitian bertempat di salah satu ruang perkuliahan, tepatnya Ruang III Prodi Teknik Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, Kampus Bukit Indah.

4. OBJEK PENELITIAN

Pada tinjauan ini yang menjadi objek penelitian/area yang di teliti adalah merupakan, Ruang kelas ber AC yang terdapat di program Studi Arsitektur Universitas Malikussaleh.



Gambar 2. Denah Ruang Kelas ber-AC



Gambar 3. Tampak Bangunan



Gambar 4. Kondisi Eksisting Ruangan

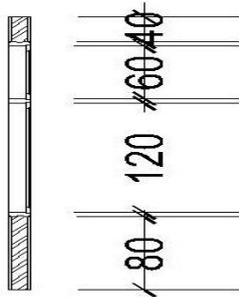
5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Bangunan

Berikut data hasil pengukuran yang telah dilakukan oleh peneliti dalam pengukuran luasan ruang perkuliahan, Teknik arsitektur, Universitas Malikussaleh, Kampus Bukit Indah, yaitu :

1. Ketebalan dinding : 15 cm
2. Plaster : 2 cm
3. Ketebalan batu bata : 13
4. Bahan : cm
 - a) Kusen pintu : kayu
 - b) Kusen jendela : aluminium
 - c) Ventilasi: aluminium
 - d) Jendela : Kaca 5 mm
5. Ventilasi : hanya terdapat pada arah Timur laut
 - a) Lebar : 70 cm
 - b) Tinggi : 60 cm
6. Pintu 2 daun : pada arah Timur laut
 - a) Lebar : 120 cm
 - b) Tinggi : 210 cm
7. Jendela : hanya terdapat pada arah Barat Daya
 - a) Lebar : 70 cm
 - b) Tinggi : 130 cm
 - c) Jumlah Jendela :Barat : 6 jendela
8. Panjang lantai ke jendela : 80 cm
9. Panjang plafond ke kusen: 40 cm
10. Tinggi bangunan : 3.00 cm

11. Luas kolom : 30 x 30 cm
12. Orientasi fasade bangunan : arah Barat Laut



Gambar 5. Arah Orientasi Jendela

5.2 Perhitungan OTTV Terhadap Dinding

Ada dua langkah dalam menghitung nilai OTTV, yaitu :

1. Langkah pertama :
Menghitung Termal Resintence /R
(Tahanan panas)

$$R = b/k$$

Dimana:

b = Ketebalan material (m)

K = K value (w/m²k)

U = 1/R

Dimana:

U = termal transmit

R = termal resistan

Tabel 6. Perhitungan U value

PERHITUNGAN U VALUE			
1)Balok			
Component	b/k		R
1 outside air film		=	0,044
2 rc	0,250	=	0,173
	1,442		
3 inside air film		=	0,120
	Total	R	= 0,337
U1	=	1	= 2,96
		R	
2) Dinding Bata			
Component	b/k		R
1 outside air film		=	0,044
2 brickwall	0,115	=	0,143
	0,807		
3 cement plaster	0,012	=	0,023
	0,533		
4 inside air film		=	0,120
	Total	R	= 0,329
U2	=	1	= 3,04
		R	
3) Penetrasi			
Component	b/k		R
1 outside air film		=	0,044
2 glass sheet	0,014	=	0,013
	1,053		
3 alluminium alloy	0,15	=	0,00071
	211		
3 inside air film		=	0,120
	Total	R	= 0,178
Uf	=	1	= 5,62
		R	
4) For glass window			
SC	=	0,50	(diketahui)

2. Langkah kedua: Menghitung area/overall U-value calculation

Tabel 7. Overall U – value calculation

AREA/OVERALL U-VALUE CALCULATION										
Untuk Permukaan Dinding										
W	Komponer	A	=	W (m)	x	L (m)	x	n		
(a)	Balok	Aw1	=	0,40	x	3,00	x	3	= 3,60 m ²	
(b)	Bata	Aw2	=	1,14	x	8,40	x	1	= 9,60 m ²	
(c)	Kaca	Af2	=	1,30	x	0,55	x	6	= 4,28 m ²	
(d)	Aluminium	Af2	=	0,43	x	0,60	x	2	= 0,52 m ²	
Luasan Dinding (Ao1)									= 18,00 m ²	
WWR		=	Af/Ao	=	0,3					
Uw		=	[(U1 x Aw1)+(U2 x Aw2)]/(Aw1 + Aw2)						=	3,019 W/m ² K
Uf		=	5,62 W/m ² K							
S	Komponer	A	=	W (m)	x	L (m)	x	n		
(a)	Balok	Aw1	=	0,80	x	3,00	x	1	= 2,40 m ²	
(b)	Bata	Aw2	=	2,20	x	3,00	x	1	= 6,60 m ²	
Luasan Dinding (Ao2)									= 9,00 m ²	
WWR		=	Af/Ao	=	0,0					
Uw		=	[(U1 x Aw1)+(U2 x Aw2)]/(Aw1 + Aw2)						=	3,019 W/m ² K
Uf		=	0,00 W/m ² K							
PERHITUNGAN OTTV										
Solar absorvity α		=	0,5 (diketahui)							
OTTV_i		=	15 α (1 - WWR)U _w + 5 (WWR)U _f + (194 x CF x WWR x SC)							
Untuk Orientasi										
W	CF	=	0,94 (lihat tabel)							
	SC	=	SC1	x	SC2					
		=	0,50	x	1,00	= 0,5				
OTTV₁		=	48,42 W/m ²							
S	CF	=	0,92							
	SC	=	SC1	x	SC2					
		=	0,50	x	1,00	= 0,5				
OTTV₂		=	22,64 W/m ²							
Overall OTTV	=	(Ao1 x OTTV ₁) + (Ao2 x OTTV ₂)								
		Ao1 + Ao2								
	=	39,83 W/m ²								

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Nilai keseluruhan OTTV adalah 39,83 W/m², dimana nilai hasil penelitian tersebut masih berada di bawah nilai standar yang ditetapkan oleh SNI, dalam SNI 03-6389-2000, yaitu 45 W/m²..
2. Selubung bangunan dengan nilai WWR = 0,3 pada orinetasi barat menghasilkan nilai OTTV 48,42 W/m², dan selubung bangunan dengan nilai WWR = 0 pada orientasi utara menghasilkan nilai OTTV 22,64 W/m².
3. Nilai WWR memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap capaian nilai OTTV.
4. Nilai WWR = 0,3 memenuhi standar luasan bukaan pada bangunan yang menggunakan pengkondisian udara.

Berpedoman pada hasil penelitian ini, dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian lain yang dapat dilakukan dalam topik ini adalah Analisis OTTV pada Orientasi timur, tenggara, selatan, barat daya dan utara.
2. Penelitian ini juga dapat dilakukan pada beberapa bangunan yang memiliki variasi nilai luasan bukaan orientasi yang berbeda untuk dapat menentukan pengaruh WWR dalam OTTV.

7. REFERENSI

- [1]. Badan Standarisasi Nasional. *Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung*. SNI 03-6389-2000, Jakarta, Indonesia. 2000.
- [2]. Loekita, S. *Analisis konservasi energi melalui selubung bangunan pada bangunan gedung perkantoran di Jakarta*, Tesis No.01000082/MTS/2005, Program Pascasarjana Teknik Sipil UK Petra Surabaya, 2005.
- [3]. Sumendap, J. *Analisis beban pendinginan untuk perancangan sistem air conditioning pada bangunan perkantoran di Jakarta*. Tesis no.045/

MTS Program Pascasarjana UK Petra, Surabaya.
2002.

- [4]. Soegijanto. *Standar tata cara perancangan konservasi energi pada bangunan gedung. Seminar Hemat Energi dalam Bangunan*, 8 April 1993. FT Arsitektur, UK Petra, Surabaya. 1993.
- [5]. ASHRAE Handbook: *Fundamentals*, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, 1993.