

PERHITUNGAN OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE (OTTV) PADA SELUBUNG BANGUNAN

(Studi Kasus : Podium dan Tower Rumah Sakit Siloam pada Proyek Spondol
Mixed-Use Development)

EVALUATION OF OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE (OTTV) CALCULATION IN BUILDING CONSTRUCTION

(Case Study: Podium and Tower building of Mixed-Use Spondol Project Development)

Aprilia Nur Setiani, Arnis Rochma Harani, Resza Riskiyanto
Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Kota Semarang. 50275 Indonesia
arnis.rochma@gmail.com resza_riskiyanto@yahoo.com

Abstrak

Permasalahan pemanasan global menjadi permasalahan terbesar dunia saat ini, beberapa upaya pencegahannya terus digencarkan, salah satunya dengan penerapan bangunan hijau. Di Indonesia bangunan hemat energi harus memenuhi persyaratan SNI 03-6389-2000 yang sudah diberlakukan oleh Pemerintah mulai saat ini. Namun, tuntutan tersebut belum sepenuhnya dipenuhi oleh owner dan badan perencana atau konsultan. Hal tersebut dapat terlihat dengan masih banyaknya bagian fasad bangunan tinggi yang didominasi oleh material kaca. Salah satunya juga diterapkan pada perencanaan bangunan Proyek Spondol Mixed-Use Development. Material dinding kaca banyak digunakan pada bangunan tersebut khususnya pada bangunan Rumah Sakit dan Podium. Meskipun demikian, tidak semua bangunan dengan dominan kaca termasuk ke dalam bangunan yang tidak hemat energi. Berdasarkan perhitungan OTTV pada bagian selubungnya, bangunan tersebut sudah memenuhi kriteria dari standar SNI yang dipersyaratkan. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dari hasil perhitungan OTTV yang dijabarkan dalam analisa. Hasil dari penelitian ini adalah bangunan Rumah Sakit Siloam yang berfungsi sebagai menara dan bangunan perbelanjaan yang berfungsi sebagai Podium pada proyek Spondol Mixed-Use Development sudah memenuhi kriteria bangunan hemat energi.

Kata kunci : selubung bangunan dan OTTV

Abstract

The problem of global warming is becoming the biggest problem of the world today, some of the prevention efforts are continuously intensified, one of them is by applying green building requirements. In Indonesia, energy-efficient buildings must meet the requirements of SNI 03-6389-2000 which has been imposed by the Government from now on. However, these demands have not been fully met by the owner and the planning agency or consultant. This can be seen with the still high part of the facade of high buildings dominated by glass material. One of them is also applied to the Spondol Project Mixed-Use Development building planning. Glass wall material is widely used in the building especially in Hospital buildings and Podium. However, not all buildings with dominant glass façade are included into buildings that are not energy efficient. Based on the calculation of OTTV on Mixed-Use Spondol Project Development building envelope, the building meets the criteria of the required SNI standard. The method used in this research is quantitative approach of the OTTV calculation result described in the analysis. The result of this research is Siloam Hospital building which has function as tower and commercial building that has function as Podium in Spondol Mixed-Use Development project has fulfilled the criteria of energy efficient building.

Keywords : building envelope and OTTV

©Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang
p-ISSN 2580-1155
e-ISSN 2614-4034

Pendahuluan

Persoalan krisis energi dan pemanasan global memerlukan adanya upaya penghematan untuk menghindari dampak yang lebih buruk dari apa yang kita telah rasakan sekarang. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu melalui pengembangan konsep arsitektur baru yang lebih sadar energi.

Konsep bangunan hemat energi dinilai sangat penting kerana bila melihat pada penggunaan energi secara global, sektor bangunan menyerap jumlah energi yang sangat besar yaitu sebesar 45% dari keseluruhan kebutuhan energi dunia. Lima puluh persen penggunaan energi pada bangunan dihabiskan untuk membentuk kenyamanan termal didalam ruangan.

Konsep hemat energi yang diharapkan adalah melalui pemanfaatan penghawaan dan pencahayaan alami untuk membuat ruangan menjadi nyaman. Salah satu kriteria bangunan hemat energi adalah memenuhi standar *OTTV* (*Overall Thermal Transfer Value*) yang didalam SNI03-6389-2000 bernilai lebih kecil atau sama dengan 45 watt/m². OTTV erat kaitannya dengan selubung bangunan yang digunakan. Kasus yang diambil dalam penelitian ini adalah pada perencanaan Podium dan Rumah Sakit Siloam yang merupakan bagian dari Proyek Spondol Mixed-Use Development, selain fasad bangunan yang sebagian besar menggunakan kaca, jika dilihat pada gambar perencanaan, seluruh ruangan rumah sakit ini juga menggunakan pendingin AC. Hal tersebut yang membuat penulis menulis penelitian dengan judul “Perhitungan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) Pada Selubung Bangunan dengan Studi Kasus Podium dan Tower Rumah Sakit Siloam pada Proyek Spondol Mixed-Use Development” untuk melihat bagaimana bangunan tersebut telah memenuhi standar OTTV guna menjaga tidak terjadinya pemborosan energi.

Tinjauan Pustaka

1. 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):

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

Gambar 1. 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/m²)
- α : Absorbtansi radiasi matahari
- U_w : 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 fenestrasi
- UF : Transmittansi termal fenestrasi (W/m².K)
- ΔT : Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5K)

Untuk menghitung OTTV seluruh dinding luar,

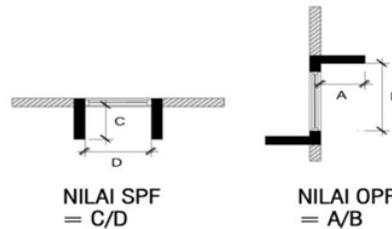
$$OTTV = \frac{(A_{01} \times OTTV_1) + (A_{02} \times OTTV_2) + \dots + (A_{0n} \times OTTV_n)}{A_{01} + A_{02} + \dots + A_{0n}}$$

Yang perlu diperhatikan dalam penghitungan ini adalah pada nilai SC atau Shading Coefficient. SC (Shading Coefficient).

SC (Shading Coefficient) merupakan angka perbandingan antara perolehan kalor melalui fenestrasi, dengan atau tanpa peneduh, dengan perolehan kalor melalui kaca biasa/bening setebal 3 mm tanpa peneduh yang ditempatkan pada fenestrasi 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 fenestrasi 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. Ilustrasi penghitungan nilai SPF dan OPF

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

2. Langkah-langkah menghitung OTTV

- A. Menentukan Tipe Dinding (W) dan variabelnya (U_w, T_{Dek}, dan □)
- 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

Metode Penelitian

1. Pendekatan Penelitian

Dalam penelitian ini, Penulis mencoba melakukan analisa kasus dengan pendekatan penelitian kuantitatif untuk menghitung nilai OTTV pada bangunan Podium dan Rumah Sakit Siloam. Pendekatan kuantitatif dipilih karena proses penelitian yang menggunakan cakupan data berupa angka-angka dan statistik.

2. Ruang Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini, Penulis akan mengulas mengenai hal-hal berikut:

- Definisi dan teori OTTV pada bangunan gedung
- Standar dan regulasi yang tertera pada SNI 03-6389-2000
- Deskripsi umum rancangan *Srondol Mixed Use Development*
- Ulasan perhitungan nilai OTTV.

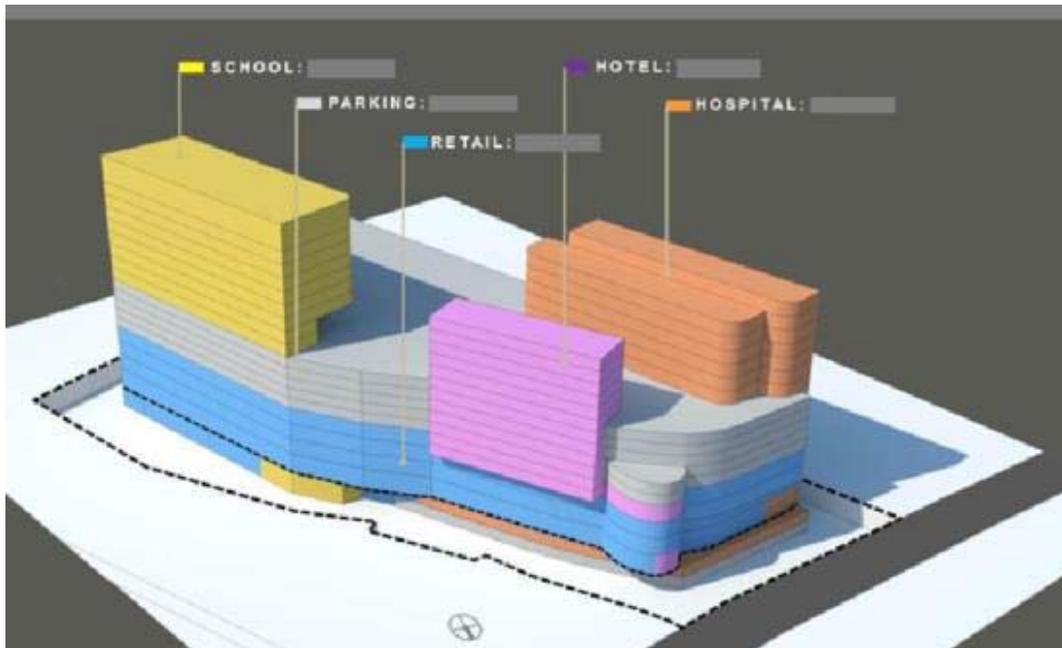
- Analisa dan kesimpulan
- Rekomendasi / Saran sesuai dengan kesimpulan

Data Eksisting



Judul proyek : Spondol Mixed Use Development
 Lokasi proyek : Kelurahan Sumur Boto, Semarang, Jawa Tengah
 Pemilik proyek : PT Sun Property Abadi
 Alamat proyek : Jl. Dr. Setiabudi No. 102, Semarang, Jawa Tengah
 Jenis bangunan : Mixed Use (mal, rumah sakit, sekolah, hotel)

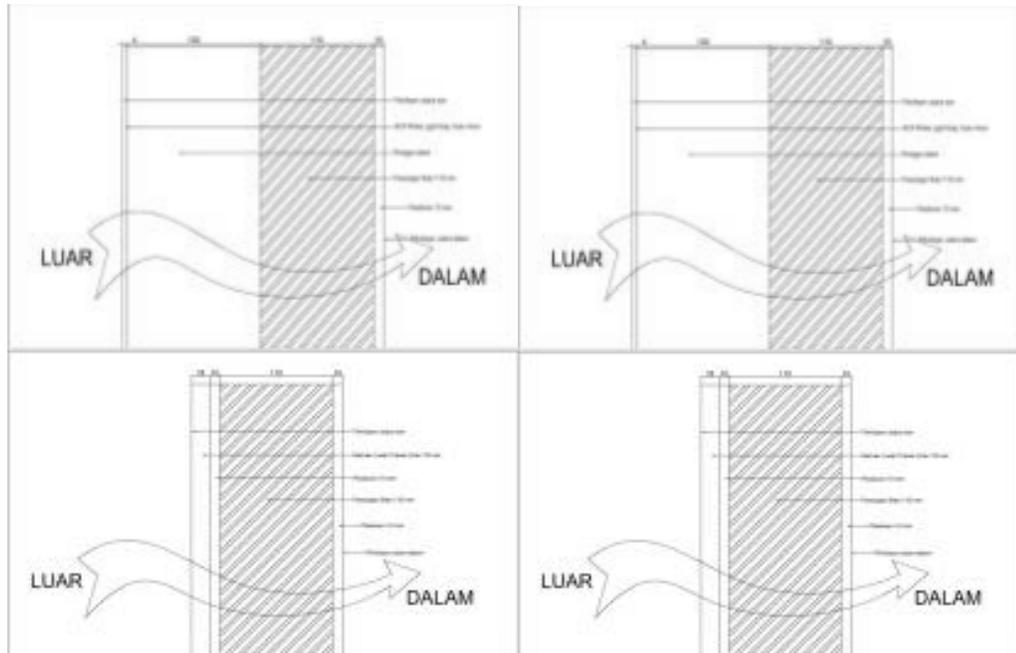
Gambar 3. Perspektif Spondol Mixe Use Development
 Sumber: Project Biweekly Report, 2015



Gambar 4. Massa bangunan dan zoning ruang
 Sumber: Project Biweekly Report, 2015

Analisis Permasalahan

1. Penentuan Tipe Dinding (W) dan penghitungan variabel U_w , T_{Dek} , dan α
 1. ACP White Light Grey Color- Rongga Udara-Dinding Bata- Plesteran (W1)
 2. ACP Grey Color-Rongga Udara- Dinding Bata-Plesteran (W2)
 3. ACP Dark Grey Color-Rongga Udara-Dinding Bata-Plesteran (W3)
 4. Marmer Lokal Creme Color- Plesteran-Dinding Bata-Plesteran (W4)
 5. ACP Dark Brown Color-Rongga Udara-Dinding Bata-Plesteran (W5)
 6. GRC Paint Finish Grey Color- Rongga Udara-Dinding Bata- Plesteran (W6)



Gambar 5. Tipe Dinding Proyek Spondol Mixed-Use Development
Sumber: Hasil Pengamatan

Kalkulasi dari Transmittansi Termal Dinding (U_w), nilai Absorbtansi Radiasi Matahari (α), dan Beda Temperatur Ekuivalen (TDEK) masing-masing tipe dinding yang terdapat pada bangunan Podium dan Rumah Sakit Siloam dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Kalkulasi Tipe Dinding(W), U_w , TDEK, dan α pada bangunan Podium dan Rumah Sakit Siloam

WAL L	MATERIAL	U_w	TDEK	α
W1	ACP White Light Grey	2,087299	10	0,21
W2	ACP Grey Color	2,087299	10	0,5
W3	ACP Dark Grey Color	2,087299	10	0,515
W4	Marmer Lokal Creme	2,843347	10	0,855
W5	ACP Dark Brown Color	2,087299	10	0,515
W6	GRC Paint Finish Grey	2,087355	10	0,89

Sumber : Hasil Analisis

2. Penentuan luas masing-masing Tipe Dinding (W), Luas Fenestrasi (F) dan WWR.

Hasil dari perhitungan luas Tipe Dinding, Luas Fenestrasi, dan esar nilai WWR pada masing-masing orientasi dapat dilihat pada table berikut ini :

A. Rumah Sakit

Tabel 2. Kalkulasi Luas Tipe Dinding (W), Fenestrasi (F) dan nilai WWR masing-masing orientasi pada bangunan Rumah Sakit Siloam

KODE	UTARA	SELATAN	BARAT	TIMUR
W1	497,4013	427,6231	184,2287	150,5075
W2	309,6489	124,7459	102,5596	298,9727
W3	95,67824	238,5847	110,8115	-
W4	-	-	-	-
W5	-	6,022538	-	-
W6	-	42,15924	-	-
JUMLAH	902,7284	839,1354	397,5997	449,4802
F1	1048,041	87,87469	178,1964	111,7278
F2	181,1665	862,1865	229,3375	160,7551
F3	-	47,45903	253,283	
F4	-	98,55139	-	
JUMLAH	1229,207	1096,072	660,8169	272,483
LUAS TOTAL	2131,936	1935,207	1058,417	721,9632
WWR	0,576569	0,566385	0,624345	0,377419
1-WWR	0,423431	0,433615	0,375655	0,622581

Sumber : Hasil Analisis

B. Podium

Tabel 3. Kalkulasi Luas Tipe Dinding (W), Fenestrasi (F) dan nilai WWR masing-masing orientasi pada bangunan Podium

KODE	UTARA	SELATAN	BARAT	TIMUR
W1	1834,564	3024,866	1416,054	3009,37
W2	-	1011,45	25,89651	684,75
W3	1991,511	1822,28	2200,645	2763,807
W4	78,69728	-	-	-
W5	26,86877	84,95924	168,9626	89,56545
W6	107,4751	321,7679	675,8505	358,2618
JUMLAH	4039,116	6265,323	4487,408	6905,754
F1	15,5393	132,5112	788,1643	22,55161
F2	49,20833	41,85123	249,7336	71,41298
F3	15,53935	141,7542	18,02371	22,52161
F4	36,25847	92,70273	10,93614	52,22522
F5	51,79782	143,7067	34,54206	74,66748
F6	10,3589	15,62625	10,9247	8,070277
F7	24,1847	41,23348	201,016	9,527752
F8	34,6009	35,59053	140,5353	-
F9	99,96123	17,79527	-	-
F10	44,49389	24,16505	-	-
F11	63,76374	80,56867	-	-
F12	15,07717	50,32091	-	-
F13	491,9938	169,33	-	-

F14	804,9719	135,6821	-	-
JUMLAH	1757,749	1122,838	1453,876	260,9769
LUAS TOTA	5796,865	7388,161	5941,283	7166,731
WWR	0,303224	0,151978	0,244707	0,036415
I-WWR	0,696776	0,848022	0,755293	0,963585

Sumber : Hasil Analisis

3. Penentuan SC Kaca, U kaca, dan SC efektif

Penentuan SC kaca dan U kaca diperoleh dari software aplikasi Window 7.4 yang merupakan software dari LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory).

Berdasarkan gambar kerja dari proyek Sronдол *Mixed-Use Development*, rencana penggunaan material kaca yang akan digunakan yaitu :

1. Clear Laminated 12 mm (ID : 3080); SC kaca = 0,864; U kaca = 4,997
2. Panasap Green 12 mm (ID : 1235), SC kaca = 0,52; U kaca = 5,069

Sedangkan penentuan SC efektif dari masing-masing tipe fenestrasi dilakukan dengan cara menghitung nilai OPF dan atau SPF yang selanjutnya dari nilai OPF dan SPF tersebut disesuaikan nilainya dengan tabel Vertical Projection Shading Coefficient (untuk SPF) dan tabel Horizontal Projection Shading Coefficient(OPF). Setelah disesuaikan, jika pada tipe fenestrasi hanya terdapat salah satu dari nilai OPF dan SPF, maka nilai tersebut sudah menjadi SC efektif. Namun apabila pada tipe fenestrasi terdapat nilai keduanya (OPF dan SPF), maka untuk menentukan SC efektifnya diambil nilai yang terkecil.

Berikut ini adalah hasil dari penghitungan nilai OPF dan SPF yang telah disesuaikan dengan tabel Vertical maupun Horizontal Projection Shading Coefficient dan penentuan SC efektif untuk masing-masing tipe fenestrasi pada setiap orientasi :

A. Rumah Sakit

Tabel 4. Kalkulasi Nilai OPF, SPF, dan SCEF masing-masing tipe fenestrasi pada setiap orientasi pada Bangunan Rumah Sakit Siloam

TYPE KACA	UTARA (SPF=130)			SELATAN (SPF= 97)			BARAT (SPF=243)			TIMUR (SPF=112)		
	SCEF-1 (OPF)	SCEF-2 (SPF)	SCEF	SCEF-1 (OPF)	SCEF-2 (SPF)	SCEF	SCEF-1 (OPF)	SCEF-2 (SPF)	SCEF	SCEF-1 (OPF)	SCEF-2 (SPF)	SCEF
F1	0,905	1	0,905	1	1	1	0,856	1	0,856	1	1	1
F2	1	1	1	0,823	1	0,823	1	1	1	0,856	1	0,856
F3	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-
F4	-	-	-	0,856	1	0,856	-	-	-	-	-	-

B. Podium

Tabel 5. Kalkulasi Nilai OPF, SPF, dan SCEF masing-masing tipe fenestrasi pada setiap orientasi pada Bangunan Podium

TYP E KAC	UTARA (SPF=130)			SELATAN (SPF=			BARAT (SPF=243)			TIMUR (SPF=112)		
	SCEF-1	SCEF-2	SCEF	SCEF-1	SCEF-2	SCEF	SCEF-1	SCEF-2	SCEF	SCEF-1	SCEF-2	SCEF
F1	0,621	1	0,621	1	1	1	1	1	1	0,453	1	0,453
F2	0,861	1	0,861	0,89	1	0,89	0,62	1	0,62	0,79	1	0,79
F3	0,621	1	0,621	0,856	1	0,856	0,453	1	0,453	0,453	1	0,453
F4	0,82	1	S	0,926	1	0,926	0,79	1	0,79	0,729	1	0,729
F5	0,861	1	0,861	1	1	1	0,453	1	0,453	0,621	1	0,621
F6	0,621	1	0,621	0,89	1	0,89	0,962	1	0,962	-	-	-
F7	0,82	1	0,82	0,79	1	0,79	1	1	1	-	-	-

F8	0,861	1	0,861	0,89	1	0,89	0,759	1	0,759	-	-	-
F9	1	1	1	0,89	1	0,89	-	-	-	-	-	-
F10	0,975	1	0,975	0,453	1	0,453	-	-	-	-	-	-
F11	1	1	1	0,79	1	0,79	-	-	-	-	-	-
F12	0,621	1	0,621	0,595	1	0,595	-	-	-	-	-	-
F13	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F14	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber : Hasil Analisis

4. Penghitungan OTTV masing-masing orientasi

A. Rumah Sakit

Tabel 6. Nilai OTTV masing-masing orientasi pada bangunan Rumah Sakit

ORIENTASI BANGUNAN	LUAS	OTTV
Utara	2131,936	25,44002
Selatan	1935,207	38,15897
Barat	1058,417	25,4293
Timur	721,9632	18,79223

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel tersebut, dapat diketahui bahwa nilai OTTV terbesar dari setiap orientasi Bangunan Rumah Sakit Siloam adalah pada Orientasi Selatan yaitu sebesar 38,15897 W.

B. Podium

Tabel 7. Nilai OTTV masing-masing orientasi pada bangunan Podium

ORIENTASI BANGUNAN	LUAS	OTTV
Utara	5796,865	63,17895
Selatan	7388,161	54,20246
Barat	5941,283	53,77902
Timur	7166,731	53,82035

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan tabel tersebut, dapat diketahui bahwa nilai OTTV terbesar dari setiap orientasi Bangunan Podium adalah pada Orientasi Utara yaitu sebesar 63,17895 W.

5. Penghitungan OTTV keseluruhan

A. Rumah Sakit

Tabel 8. Penghitungan Total OTTV pada Bangunan Rumah Sakit

ORIENTASI BANGUNAN	LUAS	OTTV	OTTV X A	OTTV
Utara	2131,936	25,44002	54236,5	
Selatan	1935,207	38,15897	73845,5	
Barat	1058,417	25,4293	26914,8	
Timur	721,9632	18,79223	13567,3	
JUMLAH	5847,522		168564,1	28,82658

Sumber : Hasil Analisis

Besar Nilai OTTV untuk Bangunan Rumah Sakit Siloam pada Proyek Sronдол Mixed-Use Development adalah 28,82658 W/m².

B. Podium

Tabel 9. Penghitungan Total OTTV pada Bangunan Podium

ORIENTASI BANGUNAN	LUAS	OTTV	OTTV X A	OTTV
Utara	5796,865	63,17895	366239,9	
Selatan	7388,161	54,20246	400456,5	
Barat	5941,283	53,77902	319516,4	
Timur	7166,731	53,82035	385716	
JUMLAH	26293,04		1471929	55,98169

Sumber : Hasil Analisis

Besar Nilai OTTV untuk Bangunan Mall sebagai Podium pada Proyek Sronдол Mixed-Use Development adalah 55,98169 W/m².

Simpulan dan Saran

1. Simpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil perhitungan yang dianalisis, Besar Nilai OTTV untuk Bangunan Rumah Sakit Siloam pada Proyek Sronдол Mixed-Use Development adalah 28,82658 W/m² dan Besar Nilai OTTV untuk Bangunan Mall sebagai Podium pada Proyek Sronдол Mixed-Use Development adalah 55,98169 W/m².
- Bangunan Rumah Sakit Siloam sebagai Tower pada proyek Sronдол Mixed-Use Development sudah memenuhi kriteria bangunan hemat energi karena kriteria bangunan hemat energi untuk Tower yaitu mempunyai nilai OTTV yang tidak melebihi 35W/m².
- Bangunan Mall sebagai Podium pada proyek Sronдол Mixed-Use Development sudah memenuhi kriteria bangunan hemat energi karena kriteria bangunan hemat energi untuk Podium yaitu mempunyai nilai OTTV yang tidak melebihi 80 W/m².

2. Saran

Perencanaan fasad pada Bangunan sebaiknya lebih diperhatikan khususnya pada penghawaan alami, karena walaupun nilai OTTV sudah memenuhi syarat, namun penghawaan alami pada Bangunan khususnya Rumah Sakit belum diterapkan

Daftar Pustaka

(1995). *Overall Thermal Transfer Value in Building*. Building Authority Hongkong.

Dimas, T. A., Fitria, D., & D., T. J. (t.thn.).

Perbandingan Perhitungan OTTV dan ETTV Gedung Komersial - Kantor. *Sustainability Division, PT ASDI Swasatya*. Heryanto, Sani . (2004). ARSITEKTUR BANGUNAN HEMAT ENERGI. *Jurnal Ilmiah Arsitektur UPH, Vol. 1, No. 1, .*

Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung, SNI 03-6389-2000.

Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung, SNI 03-6389-2011.

Pribadi, S. B., & Indarto, E. (2013).

Ketepatan Orientasi Gedung ICT Undip Berdasarkan Standar Konservasi Energi Selubung Bangunan. *MODUL Vol. 13 No. 1.*

Satwiko, P. (2004). *Fisika Bangunan 2 Edisi 1*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Setyowati, E. (2015). *Fisika Bangunan 2 Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Edisi 2 Thermal & Acoustic*. Semarang: CV TIGA MEDIA PRATAMA.

Tamiyami, H., & Bastanta, R. (t.thn.).
KAJIAN OTTV (Overall Thermal Transfer Value) SELUBUNG BANGUNAN STUDI
KASUS ASRAMA PUTRI USU.