

Received: Agustus 2022

Accepted: September 2022

Published: Oktober 2022

Analisis Hemat Energi Pada Selubung Bangunan Biro Layanan Pengadaan Barang Dan Jasa Dinas PUPR Provinsi Papua Dengan OTTV

Indah Sari Zulfiana T^{1*}, Bernard Harianja², M. Amir Salipu³, Mercyana T. Zebua⁴

^{1*,3,4} Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

² Universitas Yapis Papua

* Email: harianjabernard@gmail.com

Abstract

Building performance is a necessity in the context of a sustainable built environment. The design of buildings that involve the study of building performance has been contained in Law Number 30 of 2007 concerning Energy and Government Regulation Number 70 of 2009 concerning Energy Conservation. The purpose of this energy-efficient building analysis is to determine the level of energy savings of the Papua Province Procurement Services Bureau building that uses a shading device as a control for excess solar radiation intensity by using the Overall Thermal Transmittance Value (OTTV) calculation using the energy saving rate parameter based on SNI 6389:2011, where the building is said to be energy efficient if the OTTV shows a figure of less than 45 W/m². The results show the number 34.02 W/m², which means the building can be said to be an energy-efficient building.

Keywords : OTTV, Shading Device, Energy Efficient

Abstrak

Performa bangunan gedung merupakan keniscayaan dalam konteks lingkungan binaan yang berkelanjutan. Perancangan bangunan yang melibatkan kajian performa bangunan telah ada dalam Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi. Tujuan dilakukannya analisis bangunan hemat energi ini yaitu untuk mengetahui tingkat penghematan energi Gedung Biro Layanan Pengadaan Barang dan Jasa Provinsi Papua yang menggunakan *shading device* sebagai kontrol dari intensitas radiasi matahari berlebih dengan menggunakan kalkulasi *Overall Thermal Transmittance Value* (OTTV) dengan menggunakan parameter tingkat penghematan energi berdasarkan SNI 6389:2011, dimana bangunan dikatakan hemat energi jika OTTV menunjukkan angka kurang dari 45 W/m². Hasil menunjukkan angka 34,02 W/m², yang artinya bangunan tersebut dapat dikatakan sebagai bangunan hemat energi.

Kata kunci : OTTV, Shading Device, Hemat Energi

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan Negara tropis dengan suhu dan kelembaban yang tinggi yang mengakibatkan ketidaknyamanan secara termal. Hal tersebut mengharuskan perancangan bangunan yang dapat memenuhi kenyamanan tersebut. Pemenuhan kenyamanan termal dapat dipenuhi dengan penggunaan energi *Air Conditioner* (AC). Penggunaan AC dalam suatu bangunan biasanya merupakan konsumsi energi terbesar dalam operasional bangunan [1]. Selain itu, penggunaan pencahayaan buatan serta total energi matahari yang masuk kedalam bangunan juga menjadi faktor penyebab besarnya konsumsi energi pada bangunan. Oleh sebab itu, diperlukan upaya perancangan bangunan hemat energi. Penghematan energi dapat menyebabkan berkurangnya biaya, serta meningkatnya nilai lingkungan serta kenyamanan. [2].

Penghematan energi dapat dilakukan melalui penghematan pada sistem pencahayaan dan pendinginan ruang, yaitu dengan cara penggunaan desain pasif pada selubung bangunan dimana selubung bangunan adalah elemen bangunan yang membungkus bangunan gedung yaitu dinding dan atap transparan atau yang tidak transparan dimana sebagian besar energi termal berpindah melewati elemen tersebut.[3].

Selubung bangunan memberikan perlindungan terhadap pengaruh lingkungan luar yang tidak dikehendaki seperti panas, radiasi, angin, hujan, kebisingan, polusi dll. Selubung bangunan memiliki peran penting dalam mengurangi konsumsi energi untuk pendinginan dan pencahayaan. Pada bangunan gedung bertingkat menengah dan tinggi, luas dinding jauh lebih besar daripada luas atap. Oleh karena itu, perancangan selubung bangunan vertikal, terutama jendela, harus dilakukan secara hati-hati untuk menghindari masuknya panas ke dalam bangunan secara berlebihan.[4].

Untuk mengetahui tingkat penghematan energi pada selubung bangunan dapat dilakukan dengan perhitungan OTTV. OTTV

merupakan metode perhitungan untuk menentukan besarnya beban panas yang akan masuk melalui suatu konstruksi permukaan bangunan (dinding dan atap) pada bangunan yang menggunakan peralatan pendingin (AC) [5]. Konsep OTTV didasarkan pada asumsi bahwa bangunan berada didalam satu sistem selubung bangunan yang benar-benar tertutup [4]. Perencanaan yang berkaitan dengan OTTV harus mengacu pada SNI 03-6389 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung. OTTV untuk bangunan tidak boleh melebihi 45 Watt/m² [5].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, Wibawa dan Alif Nur Utama (2019) menganalisis nilai OTTV ruang dengan optimalisasi bukaan dan penggunaan *sun shading* dengan hasil yang menunjukkan nilai OTTV terkecil jika dilakukan pengurangan bukaan pada sisi barat [1]. Utari (2018) juga melakukan perhitungan OTTV pada rumah tinggal 3 lantai dengan hasil nilai OTTV dibawah 45 Watt/m², hal ini dikarenakan orientasi bangunan yang menghadap ke selatan dan bukaan jendela terbesar pada arah utara dan selatan [2]. Adapun pada penelitian ini ada dibuat dengan 2 kalkulasi yaitu dengan dan tanpa shading device untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *shading device* terhadap hasil perhitungan OTTV.

Berdasarkan Kamal (2010), menyatakan bahwa *shading device* (pembayang matahari) merupakan salah satu cara untuk mengurangi atau mengontrol intensitas radiasi matahari yang masuk melalui jendela agar ruangan didalamnya menjadi tidak terlalu panas sehingga beban pendinginan untuk AC juga berkurang [6]. Dalam penentuan penggunaan *shading device*, harus menyesuaikan dengan diagram matahari untuk meminimalkan penerimaan panas serta memaksimalkan pencahayaan alami pada bangunan [7].

2. Metoda Penelitian

2.1. Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian adalah gedung Biro Layanan Pengadaan Barang dan Jasa Dinas PUPR Provinsi Papua yang terletak di Jalan Soasiu Dok II kota Jayapura.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



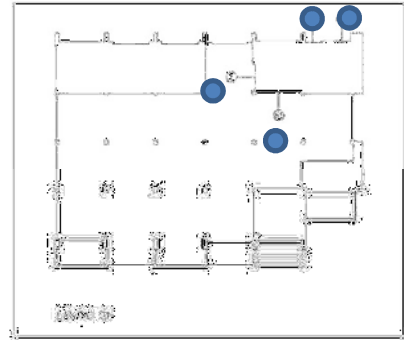
(a)



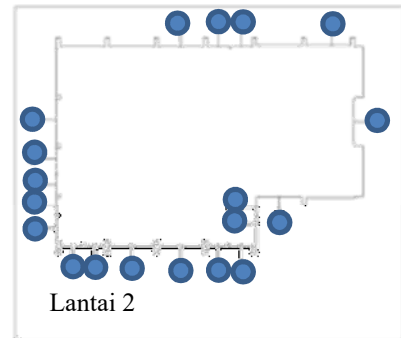
(b)

Gambar 2. Objek Penelitian (a) Fasad Barat Daya, (b) Fasad Timur laut

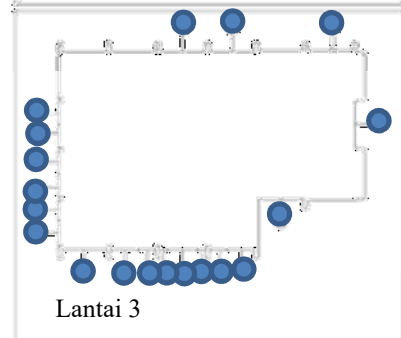
Objek penelitian terdiri dari 6 lantai dengan penggunaan alat peneduh disetiap bukaan jendela .



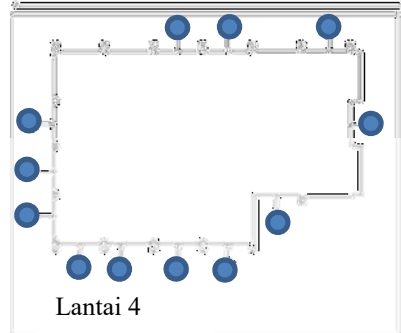
Lantai 1



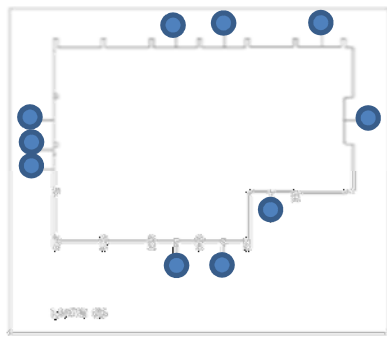
Lantai 2



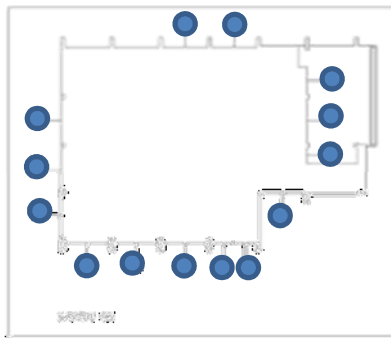
Lantai 3



Lantai 4



Lantai 5

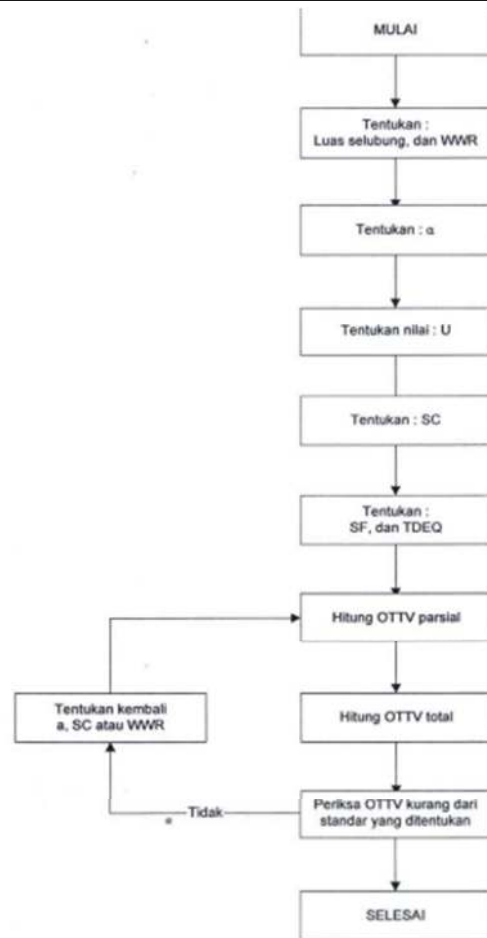


Lantai 6

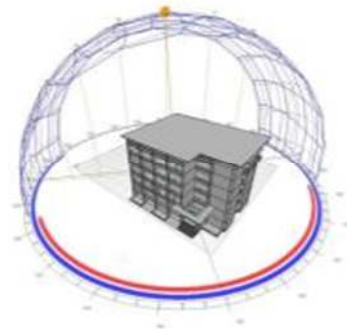
Gambar 3. Posisi Jendela Tiap Lantai

2.2. Jenis Penelitian

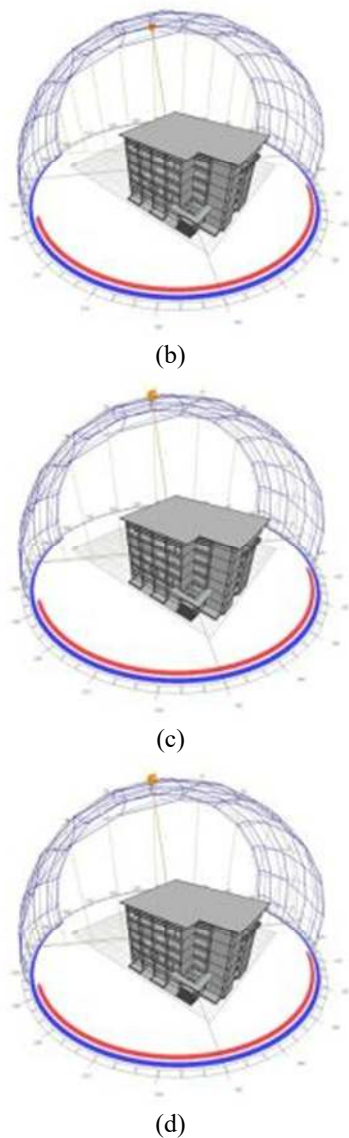
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dimana data-data yang diperlukan dalam perhitungan diambil dari SNI (2011) tentang konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung [2] dan aplikasi *ecotect* kemudian dihitung nilai OTTVnya dengan menggunakan rumus aplikasi ESP OTTV Versi 04 BETA dari Studio Gentra tahun 2015. Jika kurang dari 45 Watt/m^2 , maka bangunan gedung dikatakan hemat energi [5]. Perhitungan OTTV dilakukan dengan dua cara yaitu: 1. kalkulasi *baseline* (tanpa *shading device*); dan 2. Kalkulasi dengan *shading device*. Berikut metode kalkulasi yang dilakukan



Gambar 4. Bagan kalkulasi OTTV
Sumber: SNI 6389:2011



(a)



Gambar 5. Permodelan *ecotect* untuk mendapatkan nilai SC (a) 21 Maret (b) 22 Juni (c) 23 September (d) 22 Desember

Adapun rumus OTTV yang digunakan adalah sebagai berikut:

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

OTTV adalah nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (W/m^2), α adalah absorbtans radiasi matahari, U_w adalah transmitans termal dinding tidak tembus cahaya ($W/m^2.K$), WWR adalah perbandingan

luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan, TD_{EK} adalah beda temperatur ekuivalen (K), SF adalah faktor radiasi matahari (W/m^2), SC adalah koefisien peneduh dari sistem fenestrasi, U_f adalah transmitans termal fenestrasi ($W/m^2.K$), dan ΔT adalah beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil $5^\circ C$).

Terdapat beberapa variabel yang telah ditetapkan oleh SNI (2011) yaitu SF , TD_{EK} , α , ΔT [8]. untuk U_w dihitung berdasarkan properti termal masing-masing material yang diambil dari *software ecotect*, sedangkan SC didapat dari hasil perhitungan dengan menggunakan aplikasi ESP OTTV versi 2 beta dari Gentra Studio.

3. Hasil Penelitian

3.1. Kalkulasi SC (Koefisien Peneduh)

Dari hasil perhitungan SC yang dihitung dengan menggunakan software ESP, diketahui nilai SC setiap lantai dari berbagai arah fasad.

Tabel 1. Kalkulasi SC Lantai 1

Orientasi	Tipe Jendela	SC per Tahun
Barat Laut	J 01	0.005
Timur Laut	J 02	0.75
Timur Laut	J 03	0.53
Barat Daya	J 61	0.45

Tabel 2. Kalkulasi SC Lantai 2

Orientasi	Tipe Jendela	SC per Tahun
Barat Laut	J 04	0.49
Tenggara	J 05	0.48
Tenggara	J 06	0.47
Barat Daya	J 07	0.57
Barat Daya	J 08	0.61
Barat Daya	J 09	0.61
Barat Daya	J 10	0.61
Barat Daya	J 11	0.63
Barat Daya	J 12	0.61
Barat Laut	J 13	0.01
Barat Laut	J 14	0.002
Barat Laut	J 15	0.0002
Barat Laut	J 16, 17	0.00
Timur Laut	J 18	0.58
Timur Laut	J 19	0.62
Timur Laut	J 20	0.56
Timur Laut	J 21	0.59
Tenggara	J 22	0.57

Tabel 3. Kalkulasi SC Lantai 3

Orientasi	Tipe Jendela	SC per Tahun
Barat Laut	J 13	0.01
Barat Laut	J 14	0.002
Tenggara	J 22	0.57
Barat Laut	J 23	0.50
Barat Daya	J 24	0.62
Barat Daya	J 25	0.58
Barat Daya	J 26	0.59
Barat Daya	J 27	0.64
Barat Daya	J 28	0.55
Barat Daya	J 29	0.62
Barat Daya	J 30	0.61
Barat Daya	J 31	0.61
Barat Laut	J 32	0.00
Barat Laut	J 33, 34, 35	0.00
Timur Laut	J 36	0.58
Timur Laut	J 37	0.58
Timur Laut	J 38	0.59

Tabel 4. Kalkulasi SC Lantai 4

Orientasi	Tipe Jendela	SC per Tahun
Barat Laut	J 13	0.01
Tenggara	J 22	0.57
Barat Laut	J 23	0.50
Barat Daya	J 31	0.61
Barat Laut	J 39, 40, 41	0.48
Timur Laut	J 42	0.59
Timur Laut	J 43	0.58
Timur Laut	J 44	0.59

Tabel 5. Kalkulasi SC Lantai 5

Orientasi	Tipe Jendela	SC per Tahun
Barat Laut	J 45	0.56
Barat Laut	J 46	0.55
Barat Laut	J 47	0.56
Timur Laut	J 48	0.58
Timur Laut	J 49	0.58
Timur Laut	J 50	0.59
Tenggara	J 51	0.48

Tabel 6. Kalkulasi SC Lantai 6

Orientasi	Tipe Jendela	SC per Tahun
Barat Laut	J 52	0.57
Barat Daya	J 53	0.57
Barat Daya	J 54	0.57
Barat Laut	J 55	0.56
Timur Laut	J 56	0.55
Tenggara	J 57	0.45
Tenggara	J 58	0.45
Tenggara	J 59	0.45
Barat Daya	J 60	0.50

adalah 0.00 dengan orientasi barat laut dan pada lantai 4 nilai SC terkecil 0.01 juga terletak pada orientasi barat laut. Adapun lantai 5 dan 6, besaran nilai SC tidak begitu berbeda pada kisaran 0.45-0.59.

3.2. Kalkulasi OTTV *Baseline*

Kalkulasi *baseline* tiap lantai pada fasad dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Kalkulasi OTTV Fasad Barat Daya

Lantai tipikal	OTTV (W/m ²)
1	53.45
2	94.73
3	85.58
4	51.71
5	44.95
6	78.46
OTTV parsial	70.62

Tabel 8. Kalkulasi OTTV Fasad Barat Laut

Lantai tipikal	OTTV (W/m ²)
1	73.53
2	89.26
3	88.82
4	90.64
5	91.89
6	55.15
OTTV parsial	84.50

Tabel 9. Kalkulasi OTTV Fasad Timur Laut

Lantai tipikal	OTTV (W/m ²)
1	22.79
2	43.04
3	43.30
4	43.30
5	43.30
6	29.70
OTTV parsial	40.19

Tabel 10. Kalkulasi OTTV Fasad Tenggara

Lantai tipikal	OTTV (W/m ²)
1	24.07
2	24.07
3	20.50
4	20.50
5	20.50
6	51.49
OTTV parsial	26.90

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai SC terkecil pada lantai 1 adalah 0.005 dengan orientasi barat laut, pada lantai 2 dan 3

Tabel 11. Total OTTV

Fasad	Partial OTTV	Area the Evvelope	Thermal Transmittance	WWR
Barat Daya	70.62	515.49	36403.87	0.27
Barat Laut	84.50	328.49	27755,98	0.32
Timur Laut	40.19	540.48	21722,20	0.21
Tenggara	26.90	289.18	7779,45	0.19
Total		1673.64		

$$\text{Total OTTV} = \frac{93661.49 \text{ Watt}}{1673.64 \text{ m}^2}$$

$$= 55.96 \text{ W/m}^2$$

KALKULASI RTTV ATAP			
ORIENTASI		ATAP	
ATAP	Tipe dinding	=	Atap beton
	α (absorptansi permukaan)	=	0.40
	U_w (U-value dinding masif)	=	0.23
	A_w (Luas area)	=	570.00
	$A_{w0}/\sum A_w$	=	1.00
	1-WWR	=	1.00
	Berat/ luas	=	283.94
	TD_{di}	=	16
	RTTV opaque(konduktif)	=	1.46
			0.00
SKYLIGHT	Tipe jendela	=	
	U_f (U-value jendela)	=	
	A_f (Luas area)	=	
	$A_{f0}/\sum A_f$	=	0
	WWR	=	0.00
	ΔT (beda temperatur)	=	5
	RTTV (konduktif)	=	0.00
	SC_g (SC kaca)	=	
	SC_{sh} (SC alat peneduh)	=	
	SC	=	0.00
SKYLIGHT	SF	=	316
	RTTV (radiatif)	=	0.00
	RTTV skylight	=	0.00
			0.00
SKYLIGHT	Luas selubung (A)	=	570.00
	Total luas selubung	=	570.00
	RTTV atap	=	1.46

Gambar 6. Kalkulasi RTTV

Untuk RTTV (atap) ditampilkan pada gambar 6, dengan nilai RTTV 1.46 W/m². Dari tabel kalkulasi OTTV dapat terlihat bahwa

partial OTTV dari setiap fasad tinggi mencapai 84.50 W/m² pada fasad barat laut, lebih dari standar yang telah ditetapkan [5] dan yang terendah pada fasad bagian tenggara 26.90 W/m², dimana berdasarkan penelitian Zulfiana (2020) bahwa angin terbanyak di kota Jayapura adalah bagian tenggara [9] dan timur laut [10]. Berdasarkan hal tersebut, total OTTV yang dihitung lebih dari 45 W/m². Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa desain bangunan tanpa *shading device* tidak dapat dikatakan sebagai bangunan hemat energi.

3.3. Kalkulasi OTTV dengan Shading Device

Kalkulasi dengan *shading device* tiap lantai pada fasad dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 12. Kalkulasi OTTV Fasad Barat Daya dengan Shading Device

Lantai tipikal	OTTV (W/m ²)
1	33.88
2	62.45
3	57.86
4	35.26
5	31.52
6	50.39
OTTV parsial	47.11

Tabel 13. Kalkulasi OTTV Fasad Barat Laut dengan Shading Device

Lantai tipikal	OTTV (W/m ²)
1	20.57
2	16.46
3	16.42
4	52.06
5	58.87
6	36.53
OTTV parsial	33.34

Tabel 14. Kalkulasi OTTV Fasad Timur Laut dengan Shading Device

Lantai tipikal	OTTV (W/m ²)
1	19.85
2	32.24
3	32.35
4	32.25
5	32.30
6	23.07
OTTV parsial	30.34

Tabel 15. Kalkulasi OTTV Tenggara dengan *Shading Device*

Lantai tipikal	OTTV (W/m ²)
1	16.56
2	16.56
3	15.24
4	15.24
5	14.19
6	32.64
OTTV parsial	18.34

Tabel 16. Total OTTV

Fasad	Partial OTTV	Area the Evvelope	Thermal Transmittance	WWR
Barat	47.11	515.49	24287.08	0.27
Daya				
Barat	33.34	328.49	10952.50	0.32
Laut				
Timur	30.34	540.48	16396.34	0.21
Laut				
Tenggara	18.34	289.18	7779.45	0.19
Total		1673.64	56938.07	

$$\text{Total OTTV} = \frac{56938.07 \text{ Watt}}{1673.64 \text{ m}^2}$$

$$= 34.02 \text{ W/m}^2$$

Angka di atas menunjukkan bahwa desain bangunan dengan menggunakan *shading device* dapat mengurangi energi di dalam bangunan sehingga menjadikan bangunan lebih hemat energi dibandingkan dengan tanpa penggunaan *shading device*. Penurunan OTTV terbesar terdapat pada fasad barat laut sebesar $\pm 60\%$ diikuti fasad barat daya sebesar $\pm 50\%$.

4. Kesimpulan

Bangunan Biro Layanan Pengadaan Barang dan Jasa Dinas PUPR Provinsi Papua, dapat dikatakan sebagai bangunan hemat energi, dibuktikan dari hasil kalkulasi OTTV. Penggunaan *shading device* sangat berpengaruh pada penurunan energi di dalam bangunan.

5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut mengenai kenyamanan termal bangunan sehingga diketahui kenyamanan termal pada bangunan tersebut.

6. Daftar Pustaka

- [1] B. A. Wibawa and A. N. Utama, "Optimalisasi Buka-an Dan Kenyamanan Ruang Melalui Analisis OTTV Dan Sun Shading," *Modul*, vol. 19, no. 2, p. 68, 2019, doi: 10.14710/mdl.19.2.2019.68-77.
- [2] R. P. Utari, "Analisa Nilai Overall Thermal Transfer (OTTV) sebagai Konservasi Energi Selubung pada Bangunan Berdasarkan SNI 03-6389-2011," *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2018*, pp. 40–47, 2018.
- [3] A. D. Fajarsari, "Pengaruh Selubung Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal (Studi Kasus PPSDM Migas Cepu)," *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, vol. 1, no. 1, pp. 50–60, 2019, doi: 10.37525/mz/2019-1/228.
- [4] Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, "Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta - Vol 1 - Selubung Bangunan," *Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta*, vol. 1, no. 38, p. 40, 2016, [Online]. Available: <https://greenbuilding.jakarta.go.id/files/userguides/IFCGuideVol1-IND-edit.pdf>
- [5] A. Nur Setiani, A. Rochma Harani, and R. Riskiyanto, "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," *Jurnal Arsir*, vol. 1, no. 2, p. 100, 2017.
- [6] Y.A. Sabtalistia, "Optimalisasi Pencahaya-an Alami Dengan Alat Pembayang Matahari (Shading Device) Pada Jendela Ruangan Kelas," *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan*

- Ilmu Kesehatan*, vol. 1, no. 1, pp. 196–203, 2017, doi: 10.24912/jmstkik.v1i1.430.
- [7] L. H. Sari and E. N. Rauzi, “An evaluation of shading device in tropics utilising the sun-path diagram,” *ARTEKS: Jurnal Teknik Arsitektur*, vol. 6, no. 3, pp. 373–382, Dec. 2021, doi: 10.30822/arteks.v6i3.877.
- [8] Badan Standardisasi Nasional (BSN), “SNI,” 2011.
- [9] I. S. Zulfiana, I. S. Sampe, C. Bahagia, U. Sains, and T. Jayapura, “Analisis Kenyamanan Termal Ruang Kelas Di Universitas Sains Dan Teknologi Jayapura Dengan Menggunakan Ecotect,” *Jurnal Teknologi Terpadu (JTT)*, vol. 8, no. 2, pp. 114–118, 2020, doi: <https://doi.org/10.32487/jtt.v8i2.884>.
- [10] I. S. Zulfiana and J. F. Wally, “Kenyamanan Termal Adaptif Mahasiswa Di Universitas Sains dan Teknologi Jayapura,” *Jurnal Teknologi Terpadu (JTT)*, vol. 9, no. 1, pp. 17–23, 2021, doi: <https://doi.org/10.32487/jtt.v9i1.952>.