



Evaluation of Building Envelope Performance of Shophouses as an Energy-Saving Measure (Case Study: Coffee Shop in Lamgugop, Banda Aceh City)

Hannisa Handri^{1*}, Intan Agustina Pratiwi², Muhammad Rasyidul Ilmi³, Achnia Tiffany Nurfadillah⁴, Musyaffa Rifqi Harimardika⁵

¹hannisa.handri@lecturer.unri.ac.id, Program Studi Arsitektur, Universitas Riau

²intan.agustina@lecturer.unri.ac.id, Program Studi Arsitektur, Universitas Riau

³muhammad.rasyidul@lecturer.unri.ac.id, Program Studi Arsitektur, Universitas Riau

⁴achnia.tiffany@lecturer.unri.ac.id, Program Studi Arsitektur, Universitas Riau

⁵musyaffa.rifqi@lecturer.unri.ac.id, Program Studi Arsitektur, Universitas Riau

*Corresponding author : hannisa.handri@lecturer.unri.ac.id

Received 30/07/2025	ABSTRACT <i>Banda Aceh City as a tropical region receives constant sunlight for ± 12 hours per day throughout the year. This causes high levels of heat radiation and air humidity in the area. To create thermal comfort in buildings, people use artificial ventilation systems such as fans and air conditioners. Dependence on electrical energy, which is mostly sourced from fossil fuels, needs to be minimized through energy saving strategies. This study aims to evaluate the energy efficiency of a commercial building in the form of a two-story coffee shop in Lamgugop, Banda Aceh City, through analysis of the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) value, shading simulation, and estimation of solar panel requirements. A quantitative approach was used by collecting primary data (building dimensions, orientation, facade materials) and secondary data (local climate and SNI 03-6389:2011 standards). The results show that the OTTV value of 38.7 W/m^2 exceeds the standard threshold, which indicates low thermal efficiency of the building. Suggested improvement strategies include the use of Low-E glass, reducing the Window to Wall Ratio (WWR), and adding shading devices. Solar simulations show that shading elements are effective in reducing direct radiation load into the space. Furthermore, to meet energy needs independently, 135 solar panels with a capacity of 100 Wp and 26 batteries with a capacity of 12–175 Ah are required. The benefits of this research are to provide practical recommendations for building designers and owners in implementing energy-saving strategies, as well as serve as an academic reference in developing studies on building energy efficiency in tropical regions.</i>
Received in revised form 20/08/2025	
Accepted 29/09/2025	
	Keywords: <i>Energy Efficiency, OTTV, Shading Simulation, Solar Panel.</i>

PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan dan energi menjadi isu global yang semakin mendapat perhatian dalam beberapa dekade terakhir. Peningkatan konsumsi energi secara signifikan telah memberikan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan fisik di berbagai belahan dunia. Di Indonesia sendiri, sektor bangunan merupakan salah satu kontributor utama dalam penggunaan energi. Menurut laporan dari *International Energy Agency* (2023), sektor pembangunan dan bangunan komersial menyumbang sekitar 21,6% dari total konsumsi energi nasional [1]. Salah satu komponen utama yang berkontribusi terhadap tingginya konsumsi energi pada bangunan adalah penggunaan sistem pendingin udara (AC), yang dapat menghabiskan hingga 50% dari total energi listrik bangunan [2].

Kota Banda Aceh sebagai wilayah tropis yang terletak di belahan bumi utara menerima penyinaran matahari secara konstan selama ± 12 jam per hari sepanjang tahun. Hal ini menyebabkan tingginya tingkat radiasi panas dan kelembaban udara di kawasan tersebut. Menciptakan kenyamanan termal di dalam bangunan, masyarakat setempat secara umum menggunakan sistem penghawaan buatan seperti kipas angin dan AC [3]. Penggunaan kedua sistem ini secara bersamaan mengindikasikan tingginya konsumsi energi dalam bangunan, terutama pada bangunan komersial seperti rumah toko (*ruko*) dan *coffee shop*.

Ketergantungan terhadap energi listrik yang sebagian besar bersumber dari bahan bakar fosil perlu diminimalkan melalui strategi penghematan energi. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penerapan konsep bangunan hemat energi. Konsep ini menjadi sangat penting mengingat sektor bangunan menyerap sekitar 45% dari keseluruhan kebutuhan energi global [4]. Dalam konteks bangunan, kenyamanan termal menjadi salah satu alasan utama penggunaan energi. Parameter yang umum digunakan untuk menentukan kenyamanan termal meliputi temperatur udara, kelembaban, serta kecepatan angin [5]. Apabila tidak diantisipasi, tingginya radiasi matahari dapat meningkatkan suhu dalam ruang sehingga memicu penggunaan penghawaan buatan secara berlebihan [6].

Efisiensi termal bangunan dapat diukur melalui parameter *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV). Di Indonesia, penilaian terhadap nilai OTTV mengacu pada dua standar utama, yaitu SNI 03-6389-2000 dengan batas maksimum sebesar 45 W/m^2 dan SNI 03-6389-2011 yang lebih ketat dengan batas maksimum 35 W/m^2 . Nilai OTTV yang tinggi menandakan tingginya energi panas per meter persegi yang diterima bangunan, yang secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan beban energi pendinginan [9]. Oleh karena itu, evaluasi terhadap nilai OTTV merupakan langkah penting dalam menilai efisiensi energi suatu bangunan.

Penelitian ini mengambil studi kasus pada sebuah *coffee shop* yang berlokasi di Lamgugop, Kota Banda Aceh. *Coffee shop* ini telah menggunakan AC namun masih menambahkan kipas angin untuk mencapai kenyamanan termal, yang menunjukkan adanya inefisiensi energi. Menilai kinerja bangunan terhadap efisiensi energi, dilakukan evaluasi terhadap nilai OTTV pada selubung bangunan. Saat ini belum banyak yang mengkaji kinerja fasad bangunan di Kota Banda Aceh sehingga evaluasi ini menjadi sangat penting, mengingat Banda Aceh merupakan daerah dengan tingkat radiasi matahari yang cukup tinggi.

Evaluasi fasad bangunan di Kota Banda Aceh dalam Wahyudi et al. (2018) hanya berfokus pada nilai OTTV saja, namun untuk menekan nilai OTTV strategi pasif yang bisa dilakukan adalah penerapan perangkat pembayangan (*shading devices*) seperti *overhang*, *side-fin*, atau *louver*. Penelitian menunjukkan bahwa *external shading* efektif dalam mengurangi radiasi matahari langsung, menurunkan *shading coefficient* (*SC*), serta secara signifikan menekan beban pendinginan dibandingkan faktor lain seperti *window to wall ratio* (*WWR*) dan nilai U kaca [11][10]. Selain itu, panel surya (*photovoltaic/PV*) yang diintegrasikan pada fasad atau atap tidak hanya berfungsi menghasilkan listrik, tetapi juga dapat bertindak sebagai perangkat pembayangan aktif yang mengurangi panas eksternal [12]. Dengan demikian, keterkaitan antara OTTV, pembayangan, dan *solar panel* menciptakan sinergi yang ideal. Mengevaluasi nilai OTTV, efektivitas pembayangan, dan potensi penggunaan panel surya pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai strategi penghematan energi pada bangunan komersial di wilayah tropis, khususnya di Kota Banda Aceh.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis efisiensi energi. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung terhadap dimensi bangunan, luas bukaan, material fasad, dan orientasi bangunan, sedangkan data sekunder mencakup data iklim dari BMKG serta standar efisiensi energi bangunan (SNI 03-6389:2011). Teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan, studi dokumentasi, dan pengukuran langsung. Analisis dilakukan dalam tiga tahap: (1) perhitungan OTTV sesuai SNI untuk menilai efisiensi termal fasad; (2) simulasi pembayangan menggunakan *Autodesk Ecotect Analysis 2011* untuk mengetahui efektivitas bayangan terhadap ruang dalam dan luar; dan (3) estimasi kebutuhan energi serta perhitungan luas panel surya berdasarkan beban listrik dan potensi radiasi matahari wilayah Banda Aceh. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Menurut Sugiyono (2014) analisis deskriptif merupakan teknik statistik yang digunakan untuk mengolah data dengan menggambarkan atau menjelaskan data yang diperoleh sesuai dengan kondisi sebenarnya, tanpa melakukan generalisasi atau penarikan kesimpulan yang berlaku secara umum [13].

1. Teori OTTV (SNI 03-6389 2011)

Menurut SNI 03-6389-2011, *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) merupakan suatu parameter desain yang digunakan sebagai acuan dalam merancang selubung bangunan yang dikondisikan. Selubung bangunan merujuk pada elemen-elemen pembatas bangunan, seperti dinding luar dan atap, baik yang tembus cahaya maupun tidak, di mana sebagian besar perpindahan energi termal terjadi melalui komponen tersebut. Untuk membatasi masuknya panas dari radiasi matahari melalui selubung bangunan, ditetapkan bahwa nilai OTTV tidak boleh melebihi 35 watt per meter persegi. Nilai OTTV untuk setiap bidang dinding luar bangunan, berdasarkan arah orientasinya, dapat dihitung menggunakan rumus tertentu yang telah ditentukan dalam standar tersebut dengan persamaan berikut:

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

Nilai perpindahan termal dari penutup atap bangunan gedung (RTTV), dengan orientasi tertentu, harus dihitung melalui persamaan berikut ini :

$$RTTV = a (A_r \times U_r \times TD_{Ek}) + (A_s \times U_s \times DT) + (A_s \times SC \times SF)/A_o$$

Adapun rincian dari masing-masing singkatan dalam rumus OTTV adalah sebagai berikut.

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

α : Absorbtansi 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 fenestrasi

UF : Transmittansi termal fenestrasi (W/m².K)

ΔT : Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam

2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai OTTV

Variabel-variabel yang memengaruhi nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) memiliki peran signifikan dalam proses formulasi perhitungannya. Masing-masing faktor tersebut memberikan kontribusi langsung terhadap besarnya nilai OTTV dan akan dijabarkan secara rinci pada pembahasan berikut :

a. Absorbtansi radiasi matahari (α)

Besarnya energi termal yang diserap oleh suatu material akibat radiasi matahari dipengaruhi oleh karakteristik permukaan material tersebut, termasuk warna. Nilai absorptansi terhadap radiasi matahari (α) merupakan parameter penting yang menunjukkan seberapa besar energi radiasi yang diserap oleh permukaan material, khususnya pada elemen dinding yang tidak tembus cahaya. Informasi mengenai nilai absorptansi untuk berbagai jenis permukaan dinding dapat ditemukan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk dinding luar dan atap tak tembus cahaya

Bahan Dinding Luar	α
Seng putih	0,26
Atap putih	0,50
Bata kuning tua.	0,56
Ubin putih.	0,58
Beton ekspos	0,61
Kayu permukaan halus	0,78
Beton ringan	0,86
Bata merah	0,89
Beton berat	0,91

Sumber : SNI 03-6389-2011

Tabel 2. Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk cat permukaan dinding luar

Cat Permukaan Dinding	α	Cat Permukaan Dinding	α
Hitam merata	0,95	Pernis hijau	0,79
Hijau medium	0,59	Pernis hitam	0,92
Hijau muda	0,47	Coklat tua	0,88
Abu-abu tua	0,91	Kuning medium	0,58
Pernis biru tua	0,91	Hijau / biru medium	0,57
Cat minyak hitam	0,90	Biru / hijau tua	0,88
Perak	0,25	Putih semi kilap	0,30
Abu-abu/biru tua	0,88	Putih kilap	0,25
Pernis putih	0,21	Coklat medium	0,84

Sumber : SNI 03-6389-2011

b. Beda temperatur ekuivalen (*Ekuivalent temperature difference* = TDek)

Perbedaan antara suhu udara dalam ruangan dengan suhu permukaan luar dinding atau atap yang dipengaruhi oleh radiasi matahari dan temperatur udara luar, dalam kondisi yang dianggap bersifat kuasistatik, akan menghasilkan aliran panas melalui elemen bangunan tersebut. Aliran panas ini dianggap ekuivalen dengan aliran kalor aktual yang terjadi. Untuk mempermudah proses

perhitungan OTTV, nilai *Temperature Difference Equivalent* (TDEk) untuk berbagai jenis konstruksi telah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Beda temperatur ekuivalen untuk dinding

Berat/Satuan Luas (kg/m ²)	TD _{Ek}
Kurang dari 125	15
126 - 195	12
Lebih dari 195	10

Sumber : SNI 03-6389-2011

c. Faktor radiasi matahari (*Solar Factor* = SF)

Rata-rata intensitas radiasi matahari per jam dalam rentang waktu tertentu yang mengenai suatu permukaan dikenal sebagai laju radiasi matahari. Dalam konteks perhitungan, faktor radiasi matahari dihitung berdasarkan periode waktu antara pukul 07.00 hingga 18.00. Nilai faktor ini untuk bidang vertikal dengan berbagai orientasi arah dapat ditemukan pada Tabel 4.

Tabel 4. Faktor radiasi matahari (SF, W/m²) untuk berbagai orientasi.

Orientasi	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
-	130	113	112	97	97	176	243	211

d. Fenestrasi

Bukaan pada elemen selubung bangunan, yang dikenal sebagai fenestrasi, berfungsi sebagai penghubung fisik maupun visual antara ruang dalam dan lingkungan luar bangunan. Selain itu, fenestrasi juga berperan sebagai jalur masuknya radiasi matahari ke dalam ruang. Komponen ini dapat dirancang dalam bentuk tetap (*non-operable*) maupun dapat dibuka (*operable*), tergantung pada kebutuhan fungsional dan desain bangunan.

e. Koefisien peneduh (*Shading Coefficient* = SC)

Koefisien peneduh (*shading coefficient*) merupakan rasio antara jumlah panas yang masuk melalui sistem fenestrasi baik yang dilengkapi peneduh maupun tidak terhadap jumlah panas yang masuk melalui kaca bening standar setebal 3 mm tanpa peneduh, yang dipasang pada posisi dan kondisi fenestrasi yang sama. Elemen selubung bangunan, seperti dinding dan atap, baik yang tembus maupun tidak tembus cahaya, berperan penting dalam perpindahan energi termal dari lingkungan luar ke dalam bangunan. Nilai koefisien peneduh untuk setiap sistem fenestrasi dapat dihitung dengan mengalikan nilai *shading coefficient* (SC) dari material kaca dengan *effective shading coefficient* dari perangkat peneduh eksternal yang digunakan. Dengan demikian, hubungan antara keduanya dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan :

$$SC = SC_k \times SC_{Ef}$$

dimana :

SC = koefisien peneduh sistem fenestrasi

SC_k = koefisien peneduh kaca.

SC_{Ef} = koefisien peneduh efektif alat peneduh

Nilai koefisien peneduh kaca ditentukan berdasarkan data teknis yang disediakan oleh produsen, yang umumnya dihitung pada sudut datang cahaya sebesar 45 derajat terhadap garis normal permukaan kaca. Berdasarkan spesifikasi pabrikan, nilai *shading coefficient* kaca (S_{Ck}) yang digunakan adalah sebesar 0,5. Perlu dicatat bahwa elemen peneduh internal seperti tirai atau gorden tidak diperhitungkan dalam kalkulasi *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV), karena tidak termasuk dalam elemen selubung bangunan yang dinilai secara termal.

f. Luas permukaan selubung bangunan Luas permukaan selubung bangunan terutama pada pemahaman WWR (*Wall to Window Ratio*)

Memiliki peran signifikan dalam perhitungan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV), karena secara langsung memengaruhi luas permukaan bangunan yang terpapar radiasi panas matahari.

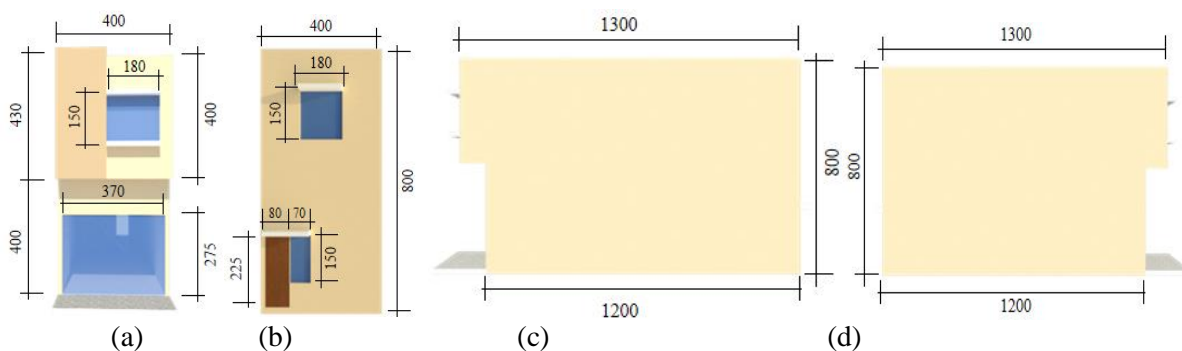
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bangunan ruko Vulcan Coffe berfungsi sebagai *Coffe Shop* memiliki 2 lantai yang berlokasi di Lamgugop, Kec. Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Penghawaan buatan yang digunakan yaitu AC dan kipas angin yang beroperasi hingga dua belas jam perhari. Fasad utama bangunan ini menghadap ke arah Utara. Fasad bangunan pada lantai satu yang menghadap ke arah Utara terdiri dari pintu dan jendela kaca. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Detail tampak bangunan dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tampak bangunan (a) Tampak Utara, (b) Tampak Selatan, (c) Tampak Barat, (d) Tampak Timur

1. Perhitungan OTTV

Bangunan ruko *coffee shop* menggunakan jenis kaca *Stopsol supersilver clear* (SSFL). Perhitungan OTTV pada setiap orientasi bangunan dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Perhitungan OTTV pada setiap orientasi bangunan

No	Nilai		Konstruksi				
			Bata merah plester cat coklat tua	Bata merah plester cat coklat medium	Pintu kayu	Overhang	kaca
1.	U		3,69	3,69	2,43	1,89	-
2.	ΔT_{eq}		10	10	15	10	-
3.	α		0,88	0,86	0,81	0,45	-
4.	SC		-	-	-	-	0,74
5.	Presentase bahan/luas dinding (%)	U	38	59	-	3	-
		S	-	92,2	6,3	1,5	-
		B	-	100	-	-	-
		T	-	100	-	-	-
6.	SF	U	-	-	-	-	130
		S	-	-	-	-	97
		B	-	-	-	-	243
		T	-	-	-	-	132
7.	Luas Dinding	U	19,66				
		S	28,85				
		B	100				
		T	100				
8.	WWR	U	0,65				
		S	0,1				
		B	0				
		T	0				
9.	OTTV W/m ²	U	73,38				
		S	36,28				
		B	31,7				
		T	31,7				

Keterangan

U : Utara

S : Selatan

B : Barat

T : Timur

Setelah mendapatkan hasil perhitungan nilai OTTV pada setiap orientasi bangunan, selanjutnya dihitung nilai OTTV rata-rata dinding seperti sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{OTTV Dinding} &= \frac{(A \text{ Utara} \times \text{OTTV Utara}) + (A \text{ Selatan} \times \text{OTTV Selatan}) + (A \text{ Barat} \times \text{OTTV Barat}) + (A \text{ Timur} \times \text{OTTV Timur})}{A \text{ Utara} + A \text{ Selatan} + A \text{ Barat} + A \text{ Timur}} \\
 &= \frac{(19,66 \times 73,38) + (28,85 \times 36,28) + (100 \times 31,7) + (100 \times 31,7)}{19,66 + 28,85 + 100 + 100} \\
 &= \frac{1442,6 + 1046,6 + 3170 + 3170}{248,45} \\
 &= \frac{8829,2}{248,45} \\
 &= 35,5 \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

Selanjutnya adalah menghitung nilai RTTV pada atap untuk mendapatkan nilai OTTV total bangunan. Perhitungan nilai RTTV pada atap dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Perhitungan nilai RTTV atap

Orientasi	A Atap	U Atap	ΔT_{eq} Atap	A Atap
-	0,885	3,83	16	52

$$\begin{aligned}
 RTTV &= \frac{\alpha ((A \text{ atap}) (U \text{ atap}) (\Delta T_{eq}) + (A \text{ Kaca}) (U \text{ kaca}) (\Delta T_{eq}) + (A \text{ kaca}) (SC))}{A \text{ atap} + A \text{ Kaca}} \\
 &= \frac{0,885 \times 52 \times 3,83 \times 16 + 0 + 0}{52 + 0} \\
 &= \frac{2820}{52} \\
 &= 54 \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai OTTV rata-rata dinding dan RTTV atap, OTTV total bangunan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 OTTV \text{ Total} &= \frac{(A \text{ Utara} \times OTTV \text{ Utara}) + (A \text{ Selatan} \times OTTV \text{ Selatan}) + (A \text{ Barat} \times OTTV \text{ Barat}) + (A \text{ Timur} \times OTTV \text{ Timur}) + (A \text{ Atap} \times RTTV \text{ Atap})}{A \text{ Utara} + A \text{ Selatan} + A \text{ Barat} + A \text{ Timur} + A \text{ Atap}} \\
 &= \frac{(19,66 \times 73,38) + (28,85 \times 36,28) + (100 \times 31,7) + (100 \times 31,7) + (52 \times 54)}{19,6 + 28,85 + 100 + 100 + 52} \\
 &= \frac{1442,6 + 1046,6 + 3170 + 3170 + 2808}{300,45} \\
 &= \frac{11.637,20}{300,45} \\
 &= 38,7 \text{ W/m}^2
 \end{aligned}$$

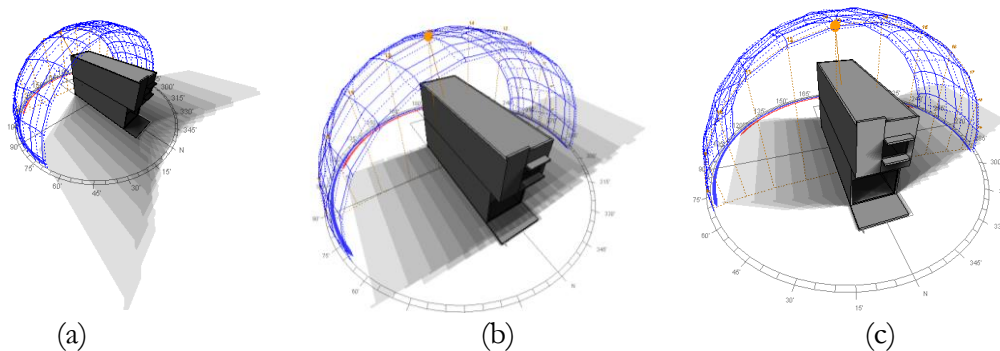
Berdasarkan hasil perhitungan, nilai OTTV bangunan *coffee shop* mencapai 38,7 Watt/m², yang berarti melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh SNI, yaitu 35 Watt/m². Kondisi ini menunjukkan bahwa bangunan belum memenuhi kriteria sebagai bangunan hemat energi. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan melalui rekomendasi desain pada elemen selubung bangunan untuk meningkatkan efisiensi termal.

Menurut Wahyudi *et al.*(2018) terdapat beberapa strategi yang dapat diterapkan untuk menurunkan nilai OTTV, antara lain: (1) mengganti warna cat dinding luar guna mengurangi nilai absorptansi permukaan (α), (2) menggunakan jendela kaca ganda untuk menurunkan nilai koefisien perpindahan panas jendela (U_f), (3) memasang insulasi pada dinding untuk memperbaiki nilai konduktivitas termal dinding (U_w dan U_r), (4) mengurangi rasio luas jendela terhadap luas dinding (WWR), serta (5) menambahkan elemen peneduh guna menurunkan *shading coefficient* (SC) [3]. Selanjutnya, Octarino *et al.* (2021) menyebutkan bahwa penggantian material bukaan dengan kaca Low-E serta pengurangan WWR merupakan strategi yang paling mungkin diterapkan pada bangunan eksisting. Kedua strategi ini tidak memerlukan perubahan besar pada struktur atau desain utama bangunan [14]. Penggunaan kaca Low-E secara signifikan mampu menurunkan nilai

OTTV, namun agar hasilnya lebih optimal, perlu dikombinasikan dengan pengurangan WWR sekitar 5%. Penerapan kombinasi strategi tersebut efektif dalam meningkatkan kinerja selubung bangunan dan dapat menjadi solusi implementatif untuk menekan beban termal serta konsumsi energi bangunan komersial di iklim tropis seperti Kota Banda Aceh.

2. Pembayangan Pada Bangunan

Pembayangan pada bangunan dibutuhkan untuk meminimalkan ketidaknyamanan termal jika bangunan memperoleh radiasi matahari secara langsung. Mengurangi ketidaknyamanan termal melalui pembayangan juga dapat menjadi solusi untuk menghemat energi. Hasil pembayangan pada bangunan ruko menggunakan *software* ecotect 2011 dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil pembayangan bangunan (a) bulan Januari, (b) bulan April, (c) bulan Juni

Berdasarkan hasil simulasi, terlihat adanya perbedaan distribusi bayangan pada bangunan sesuai dengan variasi posisi matahari pada tiga waktu dalam setahun dari pukul 08.00-18.00 WIB. Pada bulan Januari, posisi matahari berada lebih condong ke arah selatan, sehingga fasad depan bangunan yang menghadap utara tidak menerima paparan sinar matahari langsung sepanjang hari. Sebaliknya, pada bulan Juni, posisi matahari bergeser ke utara, sehingga fasad depan bangunan menerima paparan sinar matahari secara langsung, terutama pada pagi dan sore hari. Sementara itu, pada bulan April, posisi matahari hampir tegak lurus di atas bangunan, sehingga sinar matahari tidak secara langsung mengenai fasad bagian depan maupun belakang.

Bangunan ini telah dilengkapi dengan *shading device* atau elemen peneduh pada sisi utara (depan) dan selatan (belakang), yang berfungsi mereduksi intensitas radiasi matahari langsung ke permukaan bangunan. Keberadaan *shading device* ini sangat penting, karena secara langsung berkontribusi dalam mengurangi beban panas yang masuk ke dalam ruang (*solar heat gain*), sehingga membantu menurunkan suhu udara dalam ruangan tanpa bergantung sepenuhnya pada sistem pendingin buatan. Menurut ASHRAE Standard 55, pengurangan paparan radiasi langsung dan kontrol terhadap suhu permukaan dalam ruangan dapat meningkatkan persepsi kenyamanan termal penghuni sekaligus menurunkan kebutuhan energi untuk pendinginan ruangan. Dengan demikian, pemanfaatan *shading* yang tepat tidak hanya meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga mendukung tercapainya kenyamanan termal bagi penghuni, terutama pada iklim tropis seperti di Banda Aceh, yang memiliki tingkat radiasi matahari dan suhu udara yang relatif tinggi sepanjang tahun.

3. Perhitungan Kebutuhan *Solar Panel*

Perhitungan kebutuhan *solar panel* dapat menjadi solusi untuk mengurangi dan menghemat penggunaan energi listrik yang bersumber dari bahan yang tak terbarukan yaitu minyak bumi dan

batu bara yang menjadi sumber energi utama di Indonesia saat ini. Maka dari itu perlu dilakukan perhitungan kebutuhan panel surya pada bangunan ruko ini sebagai langkah penghematan energi.

Tabel 7. Perhitungan Energi Listrik pada Bangunan *Coffee Shop*

No.	Perangkat	Jumlah	Daya (Watt)	Digunakan (Hour)	Total (Watt Hour)
1.	AC LG dual cool 1 PK	2	800	12	19200
2.	Kipas Angin gantung GMC 503	2	75	7	1050
3.	Mesin Kopi	1	700	12	8400
4.	Kulkas modena pintu kaca 430 L	1	430	24 (1/3)	3440
5.	Kulkas Sharp 335 L	1	100	24 (1/3)	800
6.	Dispenser Miyako	1	350	12	4200
7.	Mesin penutup minuman	1	300	12	3600
8.	TV Sharp LED 24 Inch	1	35	12	420
9.	Lampu LED Putih Philips	9	18	12	1944
10.	Lampu LED Putih Philips	6	13	12	936
11.	Lampu LED <i>Warm White</i> (kuning)	12	7	12	1008
Total					44998 Wh
					44,998 kWh
					45 kWh

1. Asumsi hilang daya sebesar 20%, Jadi Total keseluruhan energi yang diperlukan adalah $(100\% + 20\%) \times 45 \text{ kWh} = 54 \text{ kWh}$
2. Perhitungan konsumsi energi diatas adalah sebesar 54 kWh atau sebesar 54000 Wh. Jika menggunakan *Monocrystalline* 100Wp (*Watt peak*) panel surya menghasilkan energi 400Wh, maka dengan kebutuhan 54000 Wh akan dibutuhkan panel surya sebanyak 135 buah panel surya.

$$\frac{54000}{400} = 135 \text{ Panel Surya}$$

3. Perhitungan kebutuhan Ampere:

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ 54000 &= 12 \times I \\ I &= 54000/12 \\ &= 4500 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Tipe *battery* yang dipilih adalah baterai dengan 175 Ah/pc maka dengan kebutuhan Ampere sebesar 4500 A harus disediakan sebanyak 26 buah baterai.

Penempatan *solar panel* paling ideal adalah pada atap karena area tersebut paling terbuka dan tidak terhalang oleh bangunan sekitar. Posisi atap yang menghadap langsung ke arah utara-selatan (untuk wilayah Indonesia di sekitar khatulistiwa) dimanfaatkan dengan memiringkan panel sekitar 10-15° ke arah utara agar menerima radiasi matahari optimal sepanjang tahun. Selain di atap, kanopi depan atau fasad atas ruko juga dapat menjadi lokasi strategis, di mana panel surya tidak hanya berfungsi menghasilkan listrik tetapi sekaligus menjadi elemen pembayangan (*shading device*) yang melindungi bukaan kaca dari radiasi langsung, sehingga membantu menurunkan nilai OTTV dan beban pendinginan.

PENUTUP

1. Simpulan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai OTTV bangunan *coffee shop* sebesar 38,7 Watt/m² telah melebihi batas maksimum SNI, yaitu 35 Watt/m². Hal ini menandakan bahwa bangunan belum termasuk dalam kategori hemat energi, sehingga diperlukan strategi perbaikan pada elemen selubung bangunan. Beberapa strategi yang dapat diterapkan meliputi penggunaan kaca ganda, insulasi dinding, pengurangan WWR, serta penambahan *shading device*. Strategi tambahan yang relevan untuk bangunan eksisting adalah penggantian kaca dengan tipe Low-E dan penyesuaian WWR sebesar $\pm 5\%$, yang terbukti mampu menurunkan nilai OTTV secara signifikan tanpa mengubah struktur bangunan secara besar. Simulasi terhadap lintasan matahari menunjukkan bahwa intensitas radiasi pada fasad bangunan bervariasi sepanjang tahun. Penggunaan *shading device* pada sisi utara dan selatan terbukti efektif mengurangi panas matahari langsung, sehingga turut menurunkan beban termal dan konsumsi energi pendinginan. Hal ini mendukung tercapainya kenyamanan termal penghuni, khususnya pada iklim tropis seperti di Kota Banda Aceh. Selain itu, untuk memenuhi kebutuhan energi alternatif, bangunan ini memerlukan 135 unit panel surya berkapasitas 100 Wp serta 26 unit baterai berkapasitas 12–175 Ah. Penerapan panel surya ini dapat menjadi solusi tambahan dalam meningkatkan efisiensi energi bangunan secara keseluruhan.

2. Saran

Penelitian selanjutnya sebaiknya menggabungkan perhitungan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) dengan bantuan perangkat lunak simulasi seperti EnergyPlus atau DesignBuilder agar di dapat hasil yang lebih akurat. Analisis pembayangan juga perlu ditingkatkan, misalnya dengan mempertimbangkan penggunaan sistem *shading* aktif dan pasif seperti *louvers* atau fasad yang dapat menyesuaikan kondisi matahari. Selain itu, penggunaan panel surya masih perlu dioptimalkan, baik dari segi arah, kemiringan, maupun potensi penyimpanan energi. Untuk hasil yang lebih menyeluruh, semua aspek ini dapat dianalisis bersama dalam satu sistem simulasi bangunan secara terpadu agar dampaknya terhadap penghematan energi bisa dinilai secara utuh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] International Energy Agency, *World Energy Outlook 2023*, 2023.
- [2] T. R. Biyanto *et al.*, "Thermal Energy Storage Optimization in Shopping Center Buildings," *Journal of Engineering and Technological Sciences*, vol. 47, no. 5, pp. 549–567, 2015.
- [3] B. Wahyudi, A. Munir, and M. Afifuddin, "Evaluasi Nilai OTTV Gedung IGD RS Meuraxa Banda Aceh," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 4, pp. 781–798, 2018.
- [4] A. N. Setiani, A. R. Harani, and R. Riskiyanto, "Perhitungan Overall Thermal Transfer Value (OTTV) Pada Selubung Bangunan," *Arsir*, vol. 1, no. 2, pp. 100–109, 2018.
- [5] H. Handri, L. H. Sari, A. Munir, and A. Ariatsyah, "An Evaluation of Indoor Thermal Environment in Fisherman Housing in West Sumatera," in *IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science*, vol. 881, no. 1, p. 012029, IOP Publishing, Nov. 2021.

- [6] S. Alhamnovanda, A. B. Purnomo, and J. Siswanto, “Optimalisasi Penerapan Efisiensi Energi Pada Fasad Perpustakaan Nasional,” in *Prosiding Seminar Nasional Cendekiaman*, pp. 1–39, 2019.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, SNI 03-6389-2000.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, SNI 03-6389-2011.
- [9] M. Iqbal, “Overall Thermal Transfer Value, Studi Kasus: Ruang Kuliah III pada Program Studi Arsitektur Universitas Malikussaleh,” *Jurnal Arsitekno*, vol. 5, no. 5, 2015.
- [10] A. M. Nugroho and F. Salsabila, “Pengaruh shading device terhadap nilai OTTV pada bangunan tropis,” *Jurnal Arsitektur Tropis*, vol. 9, no. 2, pp. 55–64, 2021.
- [11] R. Yao, B. Li, and K. Steemers, “The impact of external shading strategies on OTTV and cooling load reduction in high-rise office buildings,” *Energy and Buildings*, vol. 258, p. 111830, 2022.
- [12] M. Dabaieh, T. Johansson, and N. El-Mokadem, “Building Integrated Photovoltaics (BIPV) as shading devices: Energy and environmental assessment in hot climates,” *Renewable Energy*, vol. 164, pp. 1360–1372, 2021.
- [13] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2014.
- [14] C. N. Octarino and H. Feriadi, “Evaluasi Kinerja Selubung Bangunan Gedung Agape Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta,” *Langkau Betang: Jurnal Arsitektur*, vol. 8, no. 2, pp. 86–97, 2021.
- [15] ASHRAE, *ANSI/ASHRAE Standard 55-2020: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2020.