G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan
Volume 7, No. 3, Juli 2023, hal. 939-948
E-ISSN: 2623-064x | P-ISSN: 2580-8737

Analisa Penggunaan Energi Pada Gedung Berdasar *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) di Kawasan Simpang Lima Kota Semarang

Andarina Aji Pamurti[1]✉

[1] Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 30-05-2023
Direvisi : 02-06-2023
Diterima : 04-06-2023

Kata Kunci:

Energi, OTTV, Kawasan.

Keywords **:**

Energy, OTTV, Region.

ABSTRAK

Kota merupakan penyumbang penggunaan energi yang besar di bumi. Kawasan Simpang Lima merupakan kawasan pusat kota Semarang yang memiliki beberapa gedung bertingkat dengan dominan material kaca. Desain *facade* gedung, penggunaan material bangunan dan *sun shading device* memberikan pengaruh terhadap besarnya penggunaan energi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui penggunaan energi pada gedung di kawasan Simpang Lima Semarang dengan studi kasus Gedung Indosat dan Gedung Bapelkes. Metode penelitian yang digunakan kuantitatif deskriptif dengan perhitungan menggunakan rumus *Overall Thermal Transfer Value*. Hasil penelitian ini berdasar perhitungan OTTV, penggunaan energi Gedung Indosat Semarang untuk orientasi utara yaitu 83 Watt/m2, orientasi barat 65.7 Watt/m2 dan orientasi timur 75.3 Watt/m2. Gedung Bapelkes Semarang dengan *facade* utama orientasi timur adalah 68.2 Watt/m2. Jadi Gedung Indosat Kota Semarang dan Gedung Bapelkes Semarang berdasarkan perhitungan OTTV melebihi 35 watt/m2 sehingga termasuk gedung yang penggunaan energi nya besar dan kawasan Simpang Lima memberikan peranan penting dalam besarnya penggunaan energi kota.

ABSTRACT

Cities are a major contributor to the use of energy on earth. The Simpang Lima area is the central area of Semarang city which has several high-rise buildings with a dominant glass material. Building facade design, use of building materials and sun shading devices have an influence on the amount of energy use. The purpose of this study was to determine energy use in buildings in the Simpang Lima area of Semarang with case studies of the Indosat Building and Bapelkes Building. The research method used is descriptive quantitative with calculations using the Overall Thermal Transfer Value formula. The results of this study are based on OTTV calculations, the energy use of the Indosat Building in Semarang for the north orientation is 83 Watt/m2, for the west orientation is 65.7 Watt/m2 and for the east orientation is 75.3 Watt/m2. Bapelkes Semarang building with the main façade of east orientation is 68.2 Watt/m2. So the Semarang City Indosat Building and the Semarang Bapelkes Building based on OTTV calculations exceed 35 watts/m2 so that they are included in buildings with large energy use and the Simpang Lima area plays an important role in the city's high energy use.

Corresponding Author **:**
Andarina Aji Pamurti
Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Semarang
Jl. Soekarno Hatta Semarang
Email: andarina@usm.ac.id

This is an open access article under the CC BY license

PENDAHULUAN

Kawasan Simpang Lima Kota Semarang merupakan kawasan tengah kota yang memiliki gedung bertingkat yang didominasi oleh kaca. Penggunaan besar energi pada kota didominasi oleh penggunaan energi pada gedung. Sektor bangunan merupakan salah satu sektor yang menyumbang emisi dan mengkonsumsi energi terbesar (Amelyana et al., 2021). Permasalahan pemanasan global menjadi permasalahan terbesar dunia saat ini, beberapa upaya pencegahannya terus digencarkan, salah satunya dengan penerapan bangunan hijau (Setiani et al., 2017). Peningkatan tajam penggunaan energi dalam kaitannya untuk menaikkan taraf hidup manusia tidak saja mengekploitasi sumber-sumber daya energi, tetapi juga dapat membahayakan lingkungan fisik alami dalam skala global (Iqbal, 2019). Semakin tinggi konsumsi energi listrik, maka bahan baku atau bahan bakar untuk membangkitkan energi listrik seperti batu bara akan semakin meningkat. Batu bara yang merupakan bahan tambang yang tidak dapat diperbaruhi, maka suatu saat pasti akan habis (Arifin PP et al., 2018).

Konteks keberadaan suatu bangunan selalu ditentukan oleh batasan batasan iklim dan material bangunan (Priatman, 2002). Fenomena kota yang berkesan modern dan futuristik dengan bercirikan selubung bangunan yang dominan menggunakan kaca dapat dianggap kurang ideal pada arsitektur tropis (Wahyudi et al., 2018). Selubung bangunan memiliki fungsi penting dalam menentukan jumlah konsumsi energi pada bangunan karena mampu mengurangi secara signifikan sumbangan beban penyejukan melalui pengurangan perolehan panas eksternal (Utari, 2018). Pemakaian fasad bangunan memakai curtain wall sangat boros energi, karena radiasi panas matahari dapat leluasa masuk ke dalam bangunan sehingga boros energi listrik karena beban pendinginan bertambah (Chandra & Purwanto, 2021).

Studi kasus penelitian ini yaitu Gedung Indosat CJDRO dan Gedung Balai Pelatihan Kesehatan adalah gedung yang didominasi oleh kaca dan minim akan sun shading device. Panas matahari mudah masuk melalui transmisi kaca. Gedung Indosat CJDRO (dominasi kaca pada orientasi Timur, Utara & Barat) dan Gedung Balai Pelatihan Kesehatan Salaman(dominasi kaca pada orientasi Timur) menggunakan sun shading non permanen yaitu *vertical blind* / korden sebagai solusi akan perlindungan panas matahari, namun pada kenyataannya penggunaan gorden yang tidak teratur dan tidak rapi justru mengganggu estetika *facade*. Sehingga yang menjadi permasalahan adalah seberapa besar kaitan selubung kaca akan berpengaruh pada besarnya perpindahan panas matahari pada gedung di kawasan Simpang Lima Semarang yang cenderung dominan akan kaca dan minim akan sun shading, dimana notabene solusi perlindungan panas matahari pada 2 gedung studi kasus belum dapat menyelesaikan masalah.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengunaan energi pada Gedung Indosat CJDRO dan Gedung Bapelkes di kawasan Simpang Lima Semarang, mengetahui hubungan selubung kaca dapat mempengaruhi besarnya perpindahan panas matahari pada gedung, mengetahui seberapa besar orientasi bangunan dengan selubung kaca dapat mempengaruhi besarnya perpindahan panas matahari pada gedung.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif melalui perhitungan dengan menggunakan rumus Overal Thermal Transfer Value (OTTV). Kriteria persyaratan perancangan bangunan hijau pada SNI 03-6389-2011 (Badan Standarditasi Nasional (BSN), 2011) dan Permen PUPR RI Nomor: 21 Tahun 2021 tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau, yaitu bahwa nilai transfer panas yang terjadi tidak melebihi dari 35 Watt/m2 (Hariyanti et al., 2021). Nilai OTTV menjadi dasar dalam menentukan faktor kenyamanan thermal secara prinsip (Setyowati & Trilistyo, 2013)

Pengumpulan Data Primer dilakukan dengan cara observasi dan mendokumentasikan eksisiting gedung yang berkaitan dengan penggunaan energi. Pengumpulan Data Sekunder merupakan pengumpulan data berupa gambar denah dan *facade* gedung.

Teknik Analisis Data yang dilakukan yaitu data observasi, gambar denah serta *facade*, kajian pustaka, kemudian melalukan perhitungan OTTV menggunakan Excel.

OTTV (Overall Thermal Transfer Value) adalah konservasi energi pada bangunan yang mengatur nilai perpindahan panas pada fasade dinding bangunan. Perhitungan OTTV adalah sebagai berikut :

$$OTTV = \alpha (Uw \times (1 - WWR)) \times TDek + (SC \times WWR \times SF) + (Uf \times WWR \times \Delta T)$$

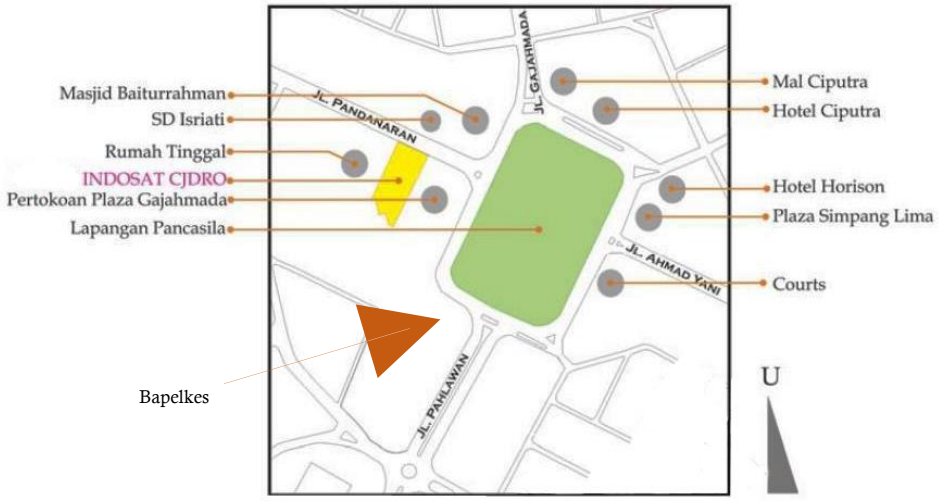
OTTV = Nilai Perpindahan Termal Menyeluruh pada dinding luar i pada arah tertentu(Watt/m2)
α = Absorbtansi radiasi matahari untuk dinding/atap yang tidak tembus cahaya
Uw = Transmitansi termal dinding tak tembus cahaya (Watt/m2.K)
U f = Transmitansi termal fenestrasi (W/m2.K)
WWR = Perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi tertentu
TD eq = Beda suhu ekivalen antara luar dan dalam (K)
SF = Faktor Radiasi Matahari (Watt/m2)
SC = Koefisien Peneduh dari sistim fenestrasi/skylight
DT = Selisih temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam ruang (5K)

Untuk membatasi perolehan panas akibat radiasi matahari lewat selubung bangunan, yaitu dinding dan atap, maka ditentukan nilai perpindahan termal menyeluruh untuk selubung bangunan tidak melebihi 35 Watt/m2. Semakin tinggi nilai OTTV maka semakin besar watt per meter persegi energi yang akan diterima suatu bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

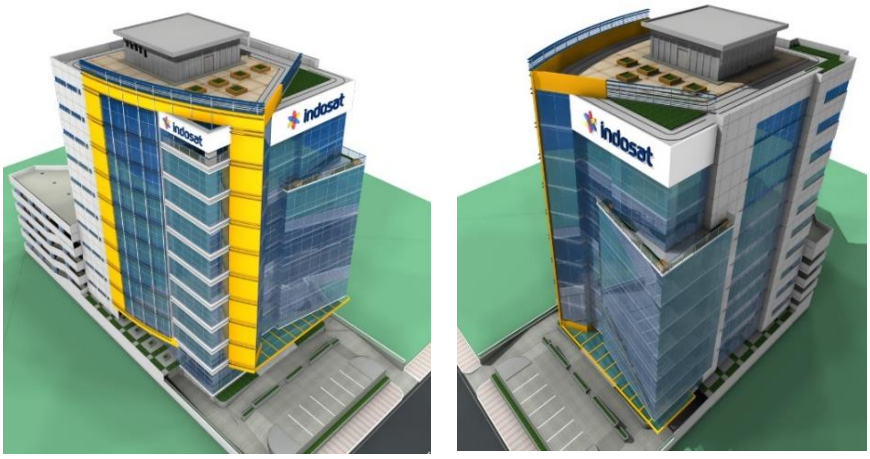
1. Gedung Indosat CJDRO

Gedung Indosat berada di barat kawasan Simpang Lima Kota Semarang.

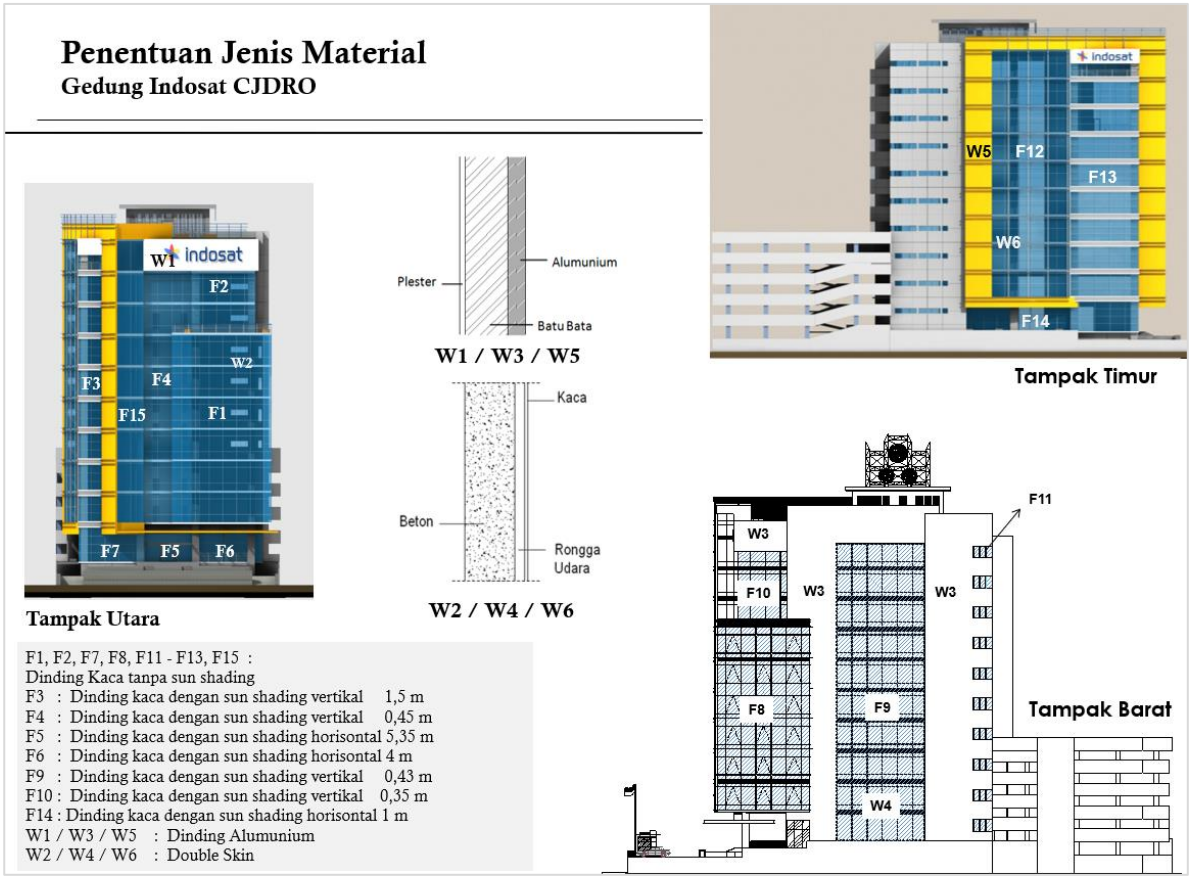


Gambar 1. Kawasan Simpang Lima Kota Semarang
Sumber : Penulis, 2023

Gedung ini dominan menggunakan material kaca yang berwarna biru pada orientasi utara, timur dan barat. Dengan penggunaan material kaca yang besar maka intensitas pencahayaan dan radiasi matahari yang diterima juga besar. Gedung ini menggunakan *vertical blind* / korden yaitu solusi akan perlindungan panas matahari, namun pada kenyataannya penggunaan korden yang tidak teratur dan rapi ini justru mengganggu estetika *facade*.



Gambar 2. Gedung Indosat CJDRO Semarang
Sumber : Penulis, 2023



Gambar 3. Penentuan Jenis Material Gedung Indosat CJDRO Semarang
Sumber : Penulis, 2023

W1 / W3 / W5 = Dinding Alumunium

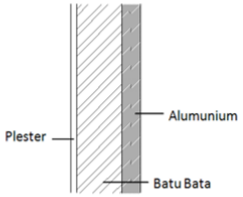
Transmitansi thermal (U)

Komponen	b	k	Rk = b / k
Film Udara Luar			0,044
Alumunium	0,05	211	0,000236967
Batu Bata	0,12	0,807	0,148698885
Plester	0,015	0,533	0,028142589
Film Udara Luar			0,12
Jumlah			**0,341078441**

U = 1 / Rk = 2,931876896

Absorbtansi Radiasi Matahari (α)

Bahan	α
Alumunium	0,12
Putih Semi Kilap	0,3
Jumlah	0,42
Rata2	**0,21**



Beda Temperatur Ekuivalen (TdeK)

Bahan	Tebal	Densitas	TDeK
Alumunium	0,05	2672	133,6
Batu Bata	0,12	1760	211,2
Plester	0,015	1568	23,52
Jumlah			**368,32**

TDeK > 195 kg/m2 = 10

W2 / W4 / W6 = Double Skin

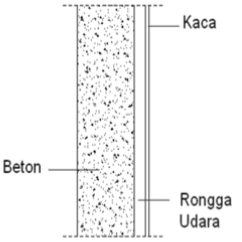
Transmitansi thermal (U)

Komponen	b	k	Rk = b / k
Film Udara Luar			0,044
Kaca	0,08	1,053	0,08424
Rongga Udara vertikal		0,16	0,16
Beton	0,15	1,448	0,2172
Film Udara Luar			0,12
Jumlah			**0,62544**

U = 1 / Rk = 1,598874392

Absorbtansi Radiasi Matahari (α)

Bahan	α
Beton	0,91
Putih semi kilap	0,3
Jumlah	1,21
Rata2	**0,605**



Beda Temperatur Ekuivalen (TdeK)

Bahan	Tebal	Densitas	TDeK
Kaca	0,08	2512	200,96
Beton	0,15	2400	360
Jumlah			560,96

TDeK > 195 kg/m2 = 10

Gambar 4. Perhitungan Transmitansi Thermal dan Absorbtansi Radiasi Matahari Dinding Gedung Indosat CJDRO Semarang
Sumber : Penulis, 2023

KACA

F1 – F15
Menggunakan Kaca Panasap Biru 8 mm = 0,008 m

Transmitansi thermal (U)

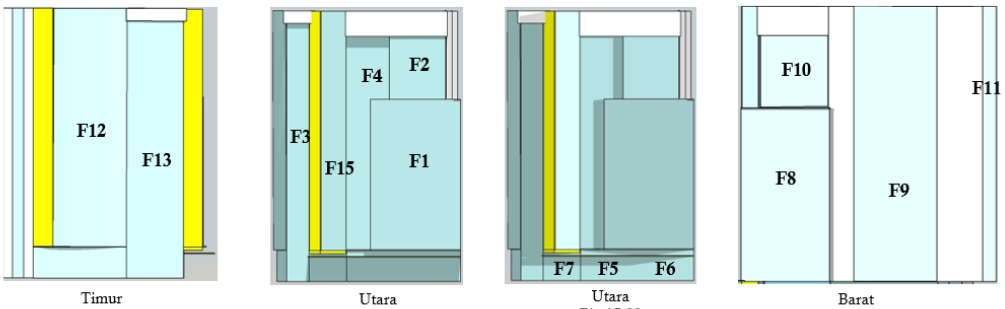
Komponen	b	k	Rk = b / k
Film Udara Luar			0,044
Kaca	0,008	1,053	0,007597341
Film Udara Luar			0,12
Jumlah			**0,171597341**

U = 1 / Rk = 5,82759613

Nilai Transmitansi Termal (U) di atas digunakan pada F1 – F4 Karena memiliki bahan yang sama

Pembayangan (menggunakan software sketchup)
Untuk mendapatkan nilai Shading Coefficient
Diambil pada jam dengan pembayangan paling minim

F1 = 1	F8 = 1
F2 = 0,96	F9 = 1
F3 = 0,87	F10 = 1
F4 = 0,42	F11 = 1
F5 = 0,63	F12 = 1
F6 = 0,71	F13 = 0,85
F7 = 1	F14 & F15 = 1



Timur Pk. 08.00 | Utara Pk. 12.00 | Utara Pk. 17.00 | Barat Pk. 17.00

Gambar 5. Perhitungan Transmitansi Thermal Kaca Gedung Indosat CJDRO Semarang
Sumber : Penulis, 2023

Tabel 1. Perhitungan Konduksi Dinding dan Radiasi Kaca Gedung Indosat CJDRO Semarang

KONDUKSI
DINDING

Arah Mata angin	Bahan	Luas	Tdek	U	α	Sub Total	Total
Utara	W1	65	10	2,93	0,21	399,945	
Utara	W2	166,8	10	1,59	0,605	1604,5326	
Sub total utara		**231,8**					**2004,4776**
Barat	W3	669	10	2,93	0,21	4116,357	
Barat	W4	83,1	10	1,59	0,605	799,38045	
Sub total barat		**752,1**					**4915,73745**
Timur	W5	244,8	10	2,93	0,21	1506,2544	
Timur	W6	50	10	1,59	0,605	480,975	
Sub total timur		**294,8**					**1987,2294**
Barat Laut	W7	15,3	10	1,59	0,605	147,17835	**1415,782138**
Timur Laut	W8	89,2	10	2,93	0,21	548,8476	**3377,059283**

RADIASI KACA

Arah Mata Angin	Bahan	Luas	SC (8 mm)	SF	Faktor	Sub Total
Utara	F1	305,2	0,67	130	1	26582,92
Utara	F2	70,6	0,67	130	1	6149,26
Utara	F3	91,8	0,67	130	0,96	7675,9488
Utara	F4	99,4	0,67	130	0,87	7532,2338
Utara	F5	21	0,67	130	0,42	768,222
Utara	F6	22	0,67	130	0,63	1207,206
Utara	F7	23	0,67	130	0,71	1422,343
Sub total utara		**633**				**51338,1336**
Barat	F8	263,5	0,67	143	1	25245,935
Barat	F9	400,4	0,67	143	1	38362,324
Barat	F10	51	0,67	143	1	4886,31
Barat	F11	38	0,67	143	1	3640,78
Sub total barat		**752,9**				**72135,349**
Timur	F12	363	0,67	112	1	27239,52
Timur	F13	297,2	0,67	112	1	22301,888
Timur	F14	70	0,67	112	0,85	4464,88
Sub total timur		**730,2**				**54006,288**

Sumber : Penulis, 2023

Tabel 2. Perhitungan Transmisi Kaca dan OTTV Gedung Indosat CJDRO Semarang

TRANSMISI KACA

Arah Mata Angin	Bahan	Luas	U (8 mm)	DT	Faktor	Sub Total
Utara	F1	305,2	5,82759613	5	1	8892,911695
Utara	F2	70,6	5,82759613	5	1	2057,141434
Utara	F3	91,8	5,82759613	5	1	2674,866624
Utara	F4	99,4	5,82759613	5	1	2896,315277
Utara	F5	21	5,82759613	5	1	611,8975937
Utara	F6	22	5,82759613	5	1	641,0355743
Utara	F7	23	5,82759613	5	1	670,173555
Sub total utara		**633**				**18444,34175**
Barat	F8	263,5	5,82759613	5	1	7677,857902
Barat	F9	400,4	5,82759613	5	1	11666,84745
Barat	F10	51	5,82759613	5	1	1486,037013
Barat	F11	38	5,82759613	5	1	1107,243265
Sub total barat		**752,9**				**21937,98563**
Timur	F12	363	5,82759613	5	1	10577,08698
Timur	F13	297,2	5,82759613	5	1	8659,80785
Timur	F14	70	5,82759613	5	1	2039,658646
Sub total timur		**730,2**				**21276,55347**

UTARA
Dinding 26 %
Kaca 74 %

BARAT
Dinding 50 %
Kaca 50 %

TIMUR
Dinding 28 %
Kaca 72 %

$$OTTV = \frac{\text{Total Kalori}}{\text{Total Luas}}$$

OTTV	8 mm
Utara	83,00989009
Barat	65,77346982
Timur	75,385435

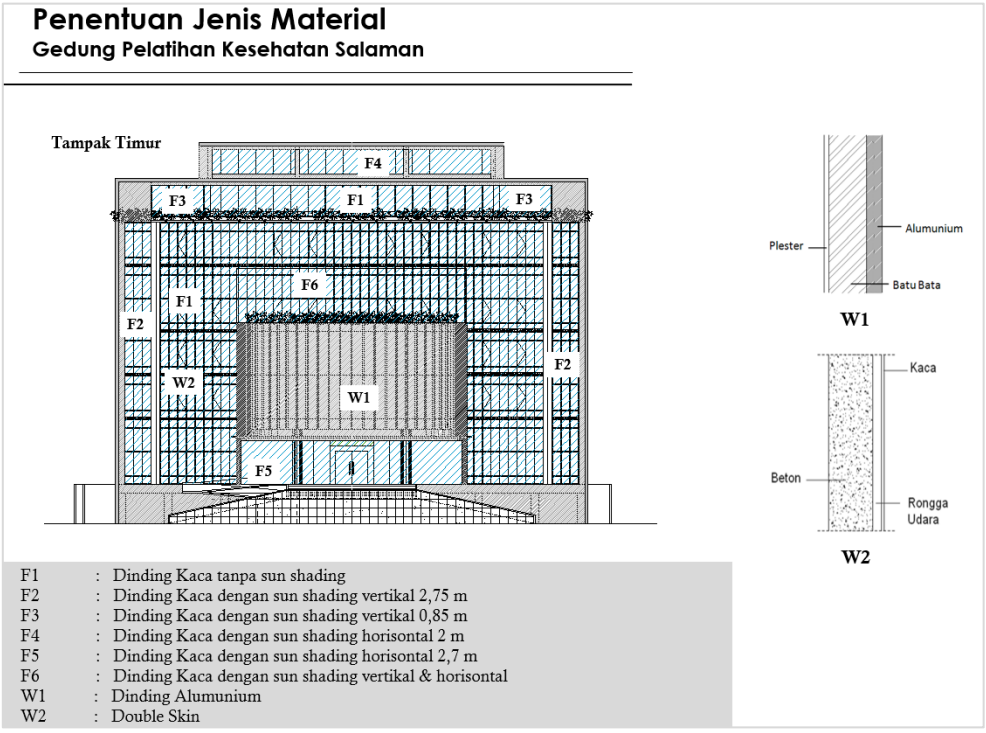
Sumber : Penulis, 2023

Berdasar OTTV, gedung Indosat CJDRO Semarang untuk orientasi utara 83 Watt/m2, orientasi barat yaitu 65.7 Watt/m2, serta orientasi timur 75.3 Watt/m2. Orientasi utara lebih besar dibanding orientasi timur dan barat dikarenakan *facade* utara memiliki prosentase pengunaan kaca yang lebih luas serta penggunaan *sun shading device* yang minim. Dan faktor radiasi matahari (SF) arah utara adalah besar. Gedung Indosat CJDRO Semarang berdasarkan perhitungan OTTV yaitu untuk semua orientasi melebihi 35 watt/m2 sehingga termasuk gedung yang penggunaan energi nya besar.

2. Gedung Bapelkes Semarang

Gedung ini dominan menggunakan material kaca yang berwarna biru pada orientasi timur. Dengan penggunaan material kaca yang besar, maka intensitas pencahayaan dan radiasi matahari yang diterima juga besar. Gedung ini menggunakan vertical blind / korden yaitu solusi akan perlindungan panas matahari, namun pada Kenyataannya penggunaan korden yang tidak teratur dan rapi ini justru mengganggu estetika facade. Intensitas kaca yang besar berada pada facade utama yaitu di orientasi timur.

Gambar 8. Gedung Bapelkes Semarang
Sumber : Penulis, 2023



Gambar 6. Penentuan Jenis Material Gedung Indosat CJDRO Semarang
Sumber : Penulis, 2023

W1 = Dinding Alumunium

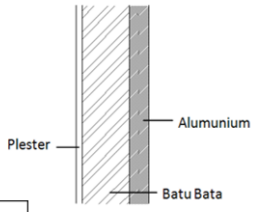
Transmitansi thermal (U)

Komponen	b	k	Rk = b / k
Film Udara Luar			0,044
Alumunium	0,05	211	0,000236967
Batu Bata	0,12	0,807	0,148698885
Plester	0,015	0,533	0,028142589
Film Udara Luar			0,12
Jumlah			**0,341078441**

U = 1 / Rk = 2,931876896

Absorbtansi Radiasi Matahari (α)

Bahan	α
Alumunium	0,12
Putih Semi Kilap	0,3
Jumlah	0,42
Rata2	**0,21**



Beda Temperatur Ekuivalen (TdeK)

Bahan	Tebal	Densitas	TDeK
Alumunium	0,05	2672	133,6
Batu Bata	0,12	1760	211,2
Plester	0,015	1568	23,52
Jumlah			**368,32**

TDeK > 195 kg/m2 = 10

W2 = Double Skin

Transmitansi thermal (U)

Komponen	b	k	Rk = b / k
Film Udara Luar			0,044
Kaca	0,08	1,053	0,08424
Rongga Udara vertikal		0,16	0,16
Beton	0,15	1,448	0,2172
Film Udara Luar			0,12
Jumlah			**0,62544**

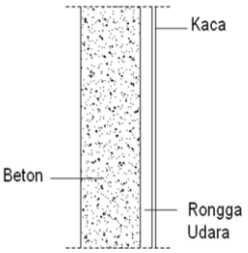
U = 1 / Rk = 1,598874392

Absorbtansi Radiasi Matahari (α)

Bahan	α
Beton	0,91
Putih semi kilap	0,3
Jumlah	1,21
Rata2	**0,605**

Beda Temperatur Ekuivalen (TdeK)

Bahan	Tebal	Densitas	TDeK
Kaca	0,08	2512	200,96
Beton	0,15	2400	360
Jumlah			560,96



TDeK > 195 kg/m2 = 10

Gambar 7. Perhitungan Transmitansi Thermal dan Absorbtansi Radiasi Matahari Dinding Gedung Bapelkes Semarang
Sumber : Penulis, 2023

KACA

F1 – F6
Menggunakan Kaca Panasap Biru 8 mm = 0,008 m

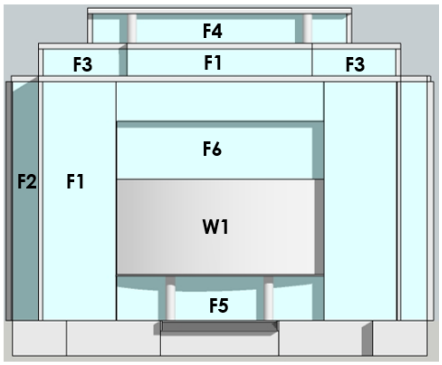
Transmitansi thermal (U)

Komponen	b	k	Rk = b / k
Film Udara Luar			0,044
Kaca	0,008	1,053	0,007597341
Film Udara Luar			0,12
Jumlah			**0,171597341**

U = 1 / Rk = 5,82759613

Nilai Transmitansi Termal (U) di atas digunakan pada F1 – F6 Karena memiliki bahan yang sama

PEMBAYANGAN
(untuk menentukan Shading Coefficient)



Pkl. 7.00

Gambar 8. Perhitungan Transmitansi Thermal Kaca Gedung Bapelkes Semarang
Sumber : Penulis, 2023

Perhitungan OTTV

Gedung Pelatihan Kesehatan Salaman

KONDUKSI DINDING

Arah Mata angin	Bahan	Luas	Tdek	U	α	Sub Total	Total
Timur	W1	353	10	2,93	0,21	2172,009	
Timur	W2	11,73	10	1,59	0,605	112,836735	
Sub total timur		**364,73**					**2284,845735**

RADIASI KACA

Arah Mata angin	Bahan	Luas	SC (8 mm)	SF	Faktor	Sub Total
Timur	F1	495,67	0,67	112	1	37195,0768
Timur	F2	113,6	0,67	112	0,42	3580,30848
Timur	F3	30	0,67	112	0,93	2093,616
Timur	F4	55	0,67	112	0,7	2889,04
Timur	F5	81	0,67	112	0,58	3525,3792
Timur	F6	104	0,67	112	0,81	6321,3696
Sub total timur		**879,27**				**55604,7901**

TRANSMISI KACA

Arah Mata angin	Bahan	Luas	U (8 mm)	DT	Faktor	Sub Total
Timur	F1	495,67	5,82759613	5	1	14442,8229
Timur	F2	113,6	5,82759613	5	1	3310,0746
Timur	F3	30	5,82759613	5	1	874,13942
Timur	F4	55	5,82759613	5	1	1602,58894
Timur	F5	81	5,82759613	5	1	2360,17643
Timur	F6	104	5,82759613	5	1	3030,34999
Sub total timur		**879,27**				**25620,1522**

Dinding 29 %
Kaca 71 %

OTTV = Total Kalori / Total Luas

OTTV	8 mm
Timur	68,22695103

Gambar 9. Perhitungan OTTV Kaca Gedung Bapelkes Semarang
Sumber : Penulis, 2023

Gedung Bapelkes Semarang berdasarkan perhitungan OTTV untuk facade utama pada orientasi timur yaitu 68,2 Watt/m2 dikarenakan penggunaan kaca yang luas serta minim *sun shading device*. Dan orientasi timur memiliki faktor radiasi (SF) yang besar. Karena melebihi 35 watt/m2 sehingga termasuk gedung yang penggunaan energi nya besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Gedung Indosat CJDRO Kota Semarang dan Gedung Bapelkes Semarang berdasarkan perhitungan OTTV melebihi 35 watt/m2 sehingga termasuk gedung yang penggunaan energi nya besar. Dengan pengunaan energi sebagai berikut :
   a. Gedung Indosat CJDRO Semarang untuk orientasi utara 83 Watt/m2, orientasi barat yaitu 65.7 Watt/m2, serta orientasi timur 75.3 Watt/m2
   b. Gedung Bapelkes Semarang untuk orientasi timur 68.2 Watt/m2
2. Kawasan Simpang Lima yang berada di pusat Kota Semarang terdiri dari bangunan bertingkat dengan penggunaan kaca yang besar memberikan peranan penting dalam besarnya penggunaan energi kota

Saran

Dikarenakan penggunaan luasan kaca dan jenis material dan desain gedung yang kurang tepat, maka mempengaruhi penggunaan energi pada gedung. Oleh karena itu, untuk mengurangi penggunaan energi pada kota diperlukan pengaplikasian desain bangunan yang tepat khusunya berkaitan dengan luasan material kaca serta penggunaan sun shading device agar kota dapat menyumbang penghematan penggunaan energi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada orang tua, keluarga dan kerabat yang membantu dalam penelitian ini.

REFERENSI

Amelyana, I., Nurwidyaningrum, D., Sari, T. W., Sipil, T., Negeri, P., Jl, J., & Siwabessy, G. A. (2021). Modifikasi Shading Devices terhadap Penurunan OTTV (Overall Thermal Transfer Value) pada Apartemen X. *Jurnal Teknik Sipil*, *13*(2), 64–69.

Chandra, B., & Purwanto, L. (2021). Alternatif Elemen Peneduh Untuk Penghematan Energi Pada Bangunan Tinggi. *Jurnal Ilmiah Arsitektur*, *12*(1), 21–28.

Denis Arifin PP, M., Ghani Safitra, A., & Elvian G.P., H. (2018). Analisis Beban Pendingin dan OTTV pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Cempaka Putih Permata Surabaya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan IV 2018*, 235–242.

Hariyanti, A. D., Setyowati, E., Hardiman, G., & Diponegoro, U. (2021). *Analisis Transfer Panas Menyeluruh Pada Selubung Bangunan Di Daerah Tropis*. *1986*, 1–11.

Iqbal, M. (2019). Overall Thermal Transfer Value Studi Kasus : Ruang Kuliah III Pada Program Studi Arsitektur Universitas Malikussaleh. *Jurnal Arsitekno*, *5*(5), 32. h

Jimmy Priatman. (2002). "Energy-Efficient Architecture" Paradigma Dan Manifestasi Arsitektur Hijau. *DIMENSI (Jurnal Teknik Arsitektur)*, *30*(2), 167–175.

Nur Setiani, A., Rochma Harani, A., & Riskiyanto, R. (2017). Perhitungan Overall Thermal Transfer Value (OTTV) Pada Selubung Bangunan (Studi Kasus : Podium dan Tower Rumah Sakit Siloam pada Proyek Srondol Mixed-Use Development). *Jurnal Arsir*, *1*(2), 100.

Setyowati, E., & Trilistyo, H. (2013). Konsep Berkelanjutan melalui OTTV (Overall Thermal Transfer value) dan Model Hubungan Orientasi Bangunan dengan Tingkat Kenyamanan Termal pada Perumahan Kawasan Pantai. *Jurnal MODUL*, *13*(1), 9–16.

Utari, R. P. (2018). Analisa Nilai Overall Thermal Transfer (OTTV) sebagai Konservasi Energi Selubung pada Bangunan Berdasarkan SNI 03-6389-2011. *Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA) 2018*, 40–47.

Wahyudi, B., Munir, A., & Afifuddin, M. (2018). Evaluasi Nilai Ottv Gedung Igd R.S Meuraxa Banda Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, *1*(4), 781–798.