



## **The Effect of Opening Area Heat Radiation on Thermal Comfort in School Building X**

**Tri Wulan Sari<sup>1\*</sup>, Muhammad Daffa Rafliansyah<sup>2</sup>, Dyah Nurwidyaningrum<sup>3</sup>, Qori Pebrianti<sup>4</sup>, Agung Budi Broto<sup>5</sup>, Sujito<sup>6</sup>, Jonathan Saputra<sup>7</sup>**

<sup>1\*,2,3,4,5,7</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia  
Jl. Prof. Dr. Siwabessy, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat.  
e-mail: [tri.wulansari@sipil.pnj.ac.id](mailto:tri.wulansari@sipil.pnj.ac.id)

<sup>6</sup>Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Malang  
Malang, Indonesia  
e-mail: [sujito.fmipa@um.ac.id](mailto:sujito.fmipa@um.ac.id)

**DOI:**

<https://doi.org/10.52434/jpif.v5i2.42533>

Accepted: November 28, 2025, Approved: November 30, 2025, Published: December 3, 2025

### **ABSTRACT**

*Thermal comfort is one of the key factors in supporting the teaching and learning process in classrooms, especially in tropical regions like Indonesia, which experience high solar radiation intensity. This study aims to analyze the effect of heat radiation from opening areas on thermal comfort in School Building X. The method involved measuring the dimensions of the building's openings and facades to calculate the Window to Wall Ratio (WWR), as well as determining the Solar Factor (SF) and Shading Coefficient (SC) based on SNI 03-6389-2020. The heat radiation value ( $Q_f$ ) was calculated for the east and west orientations, which receive the most direct sunlight exposure. The results showed that the highest radiation occurred on the west side at  $18.91 \text{ W/m}^2$  and the east side at  $16.42 \text{ W/m}^2$ . Meanwhile, the north and south sides had no  $Q_f$  value due to the absence of window openings ( $WWR = 0$ ). The increase in indoor temperature caused by radiation through openings has a direct impact on the thermal comfort of students, teachers, and university students using the classrooms. Therefore, the design of opening areas in educational buildings needs to take into account the direction of the sun, the proportion of openings, and protection against radiation to create comfortable and energy efficient classrooms.*

**Keywords:** Heat Radiation, Thermal Comfort, Opening Area, WWR, OTTV

### **Pengaruh Radiasi Panas Area Bukaian terhadap Kenyamanan Termal pada Gedung Sekolah X**

### **ABSTRAK**

Kenyamanan termal merupakan salah satu faktor kunci dalam menunjang proses belajar mengajar di ruang kelas, terutama di daerah tropis seperti Indonesia yang memiliki intensitas radiasi matahari tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh radiasi panas dari bukaian area terhadap kenyamanan termal di Gedung Sekolah X. Metode yang digunakan adalah dengan mengukur dimensi bukaian dan fasad bangunan untuk menghitung *Window to Wall Ratio (WWR)*, serta menentukan *Solar Factor (SF)* dan *Shading Coefficient (SC)* berdasarkan SNI 03-6389-

2020. Nilai radiasi panas ( $Q_f''$ ) dihitung untuk orientasi timur dan barat yang paling banyak menerima paparan sinar matahari langsung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi tertinggi terjadi pada sisi barat sebesar  $18,91 \text{ W/m}^2$  dan sisi timur sebesar  $16,42 \text{ W/m}^2$ . Sedangkan pada sisi utara dan selatan tidak terdapat nilai  $Q_f''$  karena tidak terdapat bukaan jendela ( $WWR = 0$ ). Peningkatan suhu dalam ruangan yang disebabkan oleh radiasi melalui bukaan berdampak langsung pada kenyamanan termal siswa, guru, dan mahasiswa yang menggunakan ruang kelas. Oleh karena itu, desain area bukaan pada bangunan pendidikan perlu memperhatikan arah matahari, proporsi bukaan, dan perlindungan terhadap radiasi untuk menciptakan ruang kelas yang nyaman dan efisien secara energi.

**Kata Kunci:** Radiasi Panas, Kenyamanan Thermal, Luas Bukaan, WWR, OTTV

## PENDAHULUAN

Kualitas belajar siswa dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kondisi lingkungan fisik ruang belajar. Lingkungan belajar yang mendukung, baik di dalam maupun di luar kelas, memiliki kontribusi besar terhadap fokus, kenyamanan, dan produktivitas siswa serta guru dalam proses pembelajaran (Muhaimin, 2023). Salah satu aspek penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang optimal adalah kenyamanan termal, yaitu kondisi suhu, kelembaban, dan aliran udara yang sesuai untuk kegiatan belajar mengajar (Gunawan1 & Faisal Ananda2, 2017).

Di negara beriklim tropis seperti Indonesia, radiasi panas matahari menjadi faktor utama yang memengaruhi kenyamanan termal bangunan, khususnya melalui area bukaan seperti jendela dan ventilasi (Rahmawati, N., & Sari, 2019). Area bukaan ini memang dirancang untuk memaksimalkan pencahayaan alami dan efisiensi energi, namun jika tidak dirancang dengan mempertimbangkan arah datangnya sinar matahari, justru dapat meningkatkan beban panas di dalam ruangan (UGM, 2021). Akumulasi panas yang berlebih menyebabkan ruang kelas terasa lembab atau panas, yang pada akhirnya menurunkan kenyamanan dan performa belajar-mengajar (Gery Buyang, C., & Sangadji, 2020; Indriyati, C., Daud, A., & Prima, 2021; Santosa, 2016).

Radiasi panas area bukaan merupakan salah satu komponen penting dalam perhitungan *Overall Thermal Transfer Value (OTTV)*, yakni nilai perpindahan panas menyeluruh yang masuk melalui selubung bangunan. Berdasarkan SNI 03-6389-2020, nilai *OTTV* terdiri dari tiga komponen utama: konduksi panas pada dinding padat, konduksi panas pada bukaan, dan radiasi panas yang masuk melalui bukaan transparan seperti kaca (Indonesia, 2020). Radiasi panas ini dipengaruhi oleh beberapa parameter penting, yaitu *Solar Factor (SF)*, *Shading Coefficient (SC)*, dan *Window to Wall Ratio (WWR)* (SNI 03-6389-2020; Badan Standarisasi Nasional, 2011; Wibawa & Hutama, 2019; Sari et al., 2024).

Gedung Sekolah X, sebagai objek studi kasus dalam penelitian ini, memiliki desain bukaan yang cukup besar dan terbuka lebar pada beberapa sisi bangunan. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan suhu dalam ruangan akibat masuknya radiasi panas secara langsung, khususnya pada jam-jam siang hari saat intensitas sinar matahari tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian untuk menghitung besarnya radiasi panas area bukaan serta menganalisis dampaknya terhadap kenyamanan termal di dalam ruang kelas gedung sekolah ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi orientasi bukaan gedung, menghitung nilai *WWR*, menentukan parameter radiasi seperti *SF* dan *SC*, serta menghitung besarnya nilai  $Q_f''$  (radiasi panas area bukaan). Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi dasar rekomendasi teknis dalam perencanaan bukaan dan sistem peneduh yang optimal pada bangunan pendidikan di iklim tropis, guna mendukung kenyamanan termal dan efisiensi energi. Radiasi panas area bukaan pada gedung sekolah X sebagai studi kasus memiliki desain bukaan yang cukup besar dan terbuka lebar di beberapa sisi bangunan. Kondisi ini berpotensi menimbulkan akumulasi panas di dalam ruang kelas, terutama pada siang hari (Denis Arifin P, M. P., Ghani Safitra, A., Hendrik Elvian P, dan G., & Elektronika Negeri Surabaya, 2022; Fakhurrazi Buraida Nurul Malahayati., 2021;

Josephine Ershanti Winarso, 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian untuk menghitung seberapa besar pengaruh radiasi panas area bukaan terhadap kenyamanan termal di dalam gedung sekolah tersebut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada area perkotaan berdasarkan jarak dan lokasi area penulis. Oleh karena itu, pemelihan tempat penelitian pada Gedung Sekolah Dasar X yang berlokasi di Jagakarsa, Jakarta Selatan. Adapun tujuan dari penelitian ini melakukan analisis pengaruh radiasi panas area bukaan terhadap kenyamanan termal ruang kelas. Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan pengukuran dimensi fisik bukaan serta dinding fasad untuk menghitung nilai *Window to Wall Ratio (WWR)*. Selain itu, orientasi bangunan ditentukan menggunakan kompas digital, dan dokumentasi visual dilakukan untuk menilai kondisi bukaan dan keberadaan peneduh. Nilai *Solar Factor (SF)* untuk masing-masing orientasi diambil dari standar SNI 03-6389-2020, sementara nilai *Shading Coefficient (SC)* diasumsikan 1 karena bangunan tidak dilengkapi sistem peneduh eksternal.

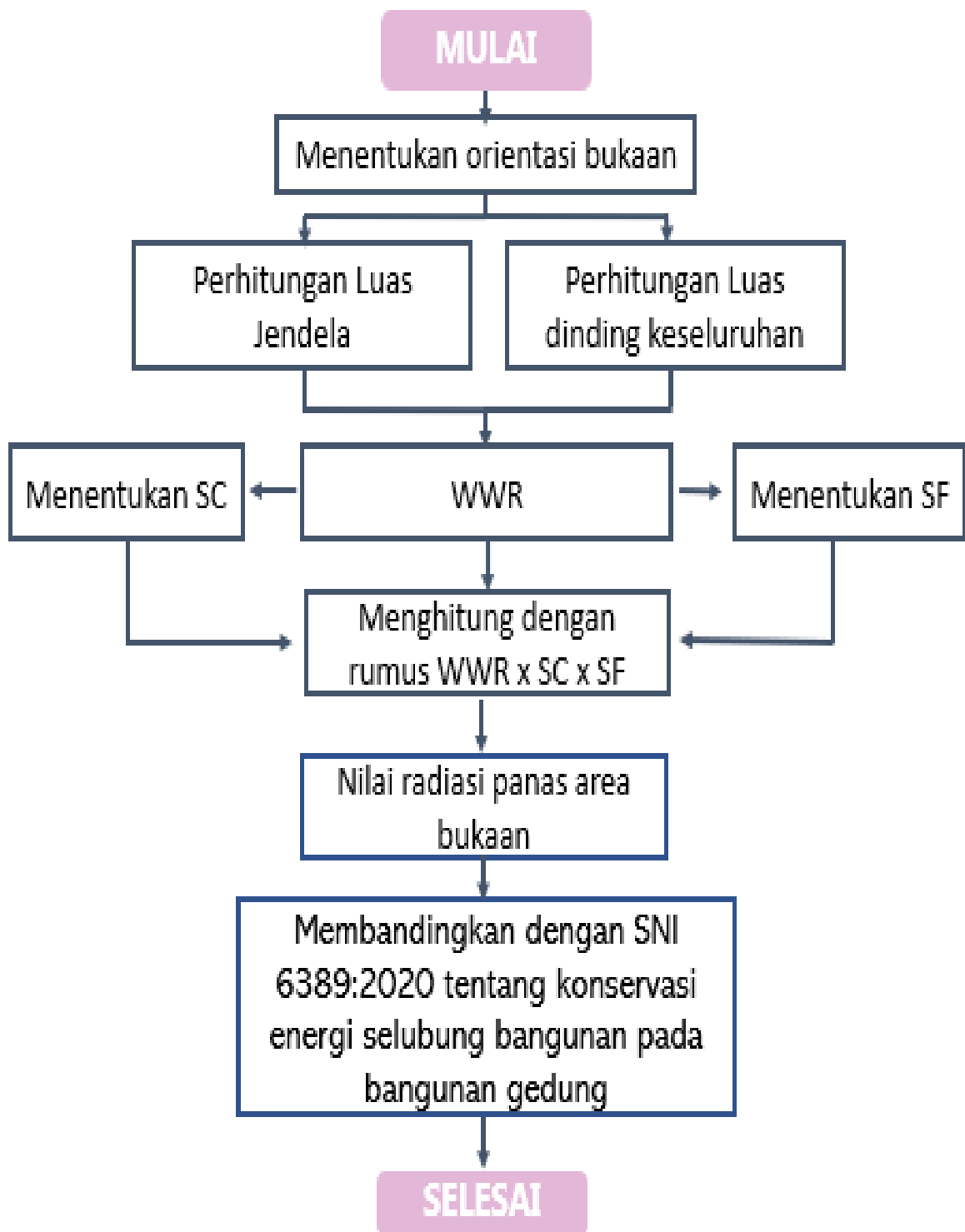
Analisis dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung besarnya nilai radiasi panas area bukaan ( $Q_f''$ ) menggunakan rumus :

$$Q_f'' = WWR \times SF \times SC$$

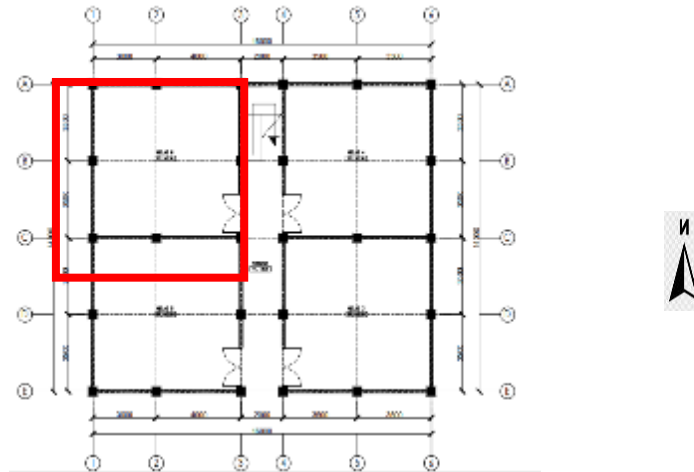
Keterangan:

- $SF$  = Faktor radiasi matahari ( $W/m^2$ )  
 $WWR$  = Perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan  
 $SC$  = Koefisien peneduh dari system fenestrasi

Untuk setiap sisi fasad utama arah utara, timur, selatan, dan barat (Gambar 2 tanda kotak warna merah). Data dihitung menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*, yang juga digunakan untuk merangkum dan membandingkan hasil antar sisi orientasi. Hasil ini kemudian digunakan untuk menilai kontribusi radiasi panas terhadap potensi kenaikan suhu ruang kelas serta memberikan rekomendasi teknis perbaikan desain guna meningkatkan kenyamanan termal dalam bangunan pendidikan tropis.



**Gambar 1:** Bagan pelaksanaan penelitian nilai radiasi panas area bukaan ( $Q_f'$ )



**Gambar 2:** Denah lokasi penelitian Gedung Sekolah X untuk menentukan orientasi bukaan

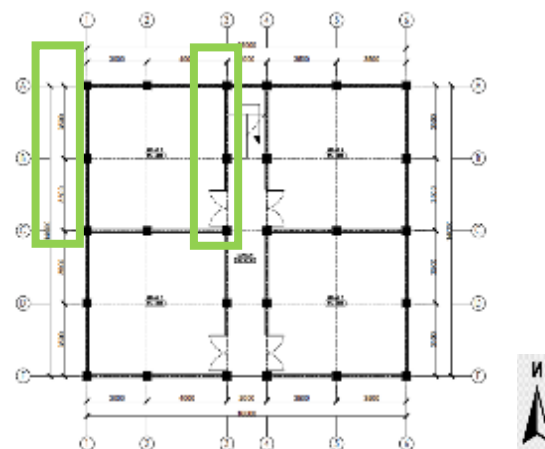
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai OTTV Berdasarkan SNI 03-6389-2020 disebutkan bahwa nilai OTTV harus lebih kecil atau sama dengan dari 35 Watt/m<sup>2</sup> (Nasional, 2020). Penelitian ini menghitung salah satu perhitungan dalam OTTV yaitu radiasi panas area bukaan. Adapun langkah – langkah yang dilakukan saat penelitian antara lain

### 1. Menentukan Orientasi Bukaan Gedung yang akan Dihitung

Analisis hanya difokuskan pada dua orientasi fasad, yaitu sisi Timur dan sisi Barat (Gambar 3 tanda kotak warna hijau) dari Gedung Sekolah X. Pemilihan kedua sisi ini didasarkan pada pertimbangan bahwa fasad timur dan barat menerima paparan langsung sinar matahari pada waktu pagi dan sore hari, sehingga memiliki potensi terbesar dalam menyumbangkan radiasi panas masuk melalui bukaan (M. Iqbal, 2015). Kondisi ini berisiko menimbulkan peningkatan suhu dalam ruang kelas yang dapat mengganggu kenyamanan termal pada jam-jam kegiatan belajar mengajar berlangsung.

Sisi timur umumnya menerima radiasi matahari langsung antara pukul 07.00–11.00, sementara sisi barat mendapatkan radiasi tinggi antara pukul 13.00–17.00. Dengan intensitas radiasi yang relatif tinggi dan durasi paparan yang cukup lama, kedua orientasi ini menjadi fokus utama dalam perhitungan besarnya radiasi panas area bukaan ( $Q_f''$ ) sebagai dasar evaluasi desain fasad dan kenyamanan termal ruang kelas.



**Gambar 3:** Area bukaan lokasi penelitian (barat dan timur)

## 2. Menghitung *WWR* dengan Mengukur Luas Jendela & Luas Dinding Keseluruhan

*Window to Wall Ratio (WWR)* dihitung berdasarkan perbandingan antara total luas bukaan (jendela) dengan luas fasad dinding.

$$WWR = \text{Luas Total Bukaan} / \text{Luas Total Fasad}$$

Dengan data luas fasad dan luas bukaan yang diperoleh adalah :

**Table 1.** Data Luas Fasad dan Luas Bukaan

Arah Fasad	Tipe	Luas Fasad (m <sup>2</sup> )	Luas Bukaan (m <sup>2</sup> )
Utara	W1	24,75	0,00
Selatan	W1	24,75	0,00
Timur	W1	22,50	2,16
Barat	W1	22,50	2,16

Maka dihasilkan hasil perhitungan *WWR* sebagai berikut :

**Table 2.** Hasil Perhitungan *WWR*

Radiasi Bukaan		Total Area Fasad (m <sup>2</sup> )	Total Area Bukaan (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	SC Window (SC kl)	SC Effective (SC eff)	Shading Coeff.	OTTV	A x OTTV	Qf'
C	Utara	24,75	0,00	0,00	148		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Selatan	24,75	0,00	0,00	112		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Timur	22,50	2,16	0,10	171		1,00	0,00	0,00	0,00	16,42
	Barat	22,50	2,16	0,10	197		1,00	0,00	0,00	0,00	18,91

Pada tabel 2 diperoleh hasil perhitungan *WWR* dari ruang kelas X sebagai berikut

Pada Sisi Utara:

- Luas Fasad :  $5,50 \text{ m} \times 4,50 \text{ m} = 24,75 \text{ m}^2$
- Luas Bukaan :  $0 \text{ m}^2$  (tidak ada bukaan)
- $WWR = 0 / 24,75 = 0,00$

Pada sisi Selatan:

- Luas Fasad :  $5,50 \text{ m} \times 4,50 \text{ m} = 24,75 \text{ m}^2$
- Luas Bukaan :  $0 \text{ m}^2$  (tidak ada bukaan)
- $WWR = 0 / 24,75 = 0,00$

Pada Sisi Timur:

- Luas Fasad :  $5,00 \text{ m} \times 4,50 \text{ m} = 22,50 \text{ m}^2$
- Luas Bukaan :  $2,40 \text{ m} \times 0,90 \text{ m} = 2,16 \text{ m}^2$
- $WWR = 2,16 / 22,50 \approx 0,10$  (atau 10%)

Pada Sisi Barat:

- Luas Fasad :  $5,00 \text{ m} \times 4,50 \text{ m} = 22,50 \text{ m}^2$
- Luas Bukaan :  $2,40 \text{ m} \times 0,90 \text{ m} = 2,16 \text{ m}^2$
- $WWR = 2,16 / 22,50 \approx 0,10$  (atau 10%)

### 3. Menentukan Faktor Radiasi Matahari ( $SF$ ) dan Koefisien Peneduh dari Sistem Fenestrasi ( $SC$ )

Nilai  $SF$  mengacu pada standar nasional (SNI 03-6389-2020) dan tergantung pada arah orientasi bukaan serta lokasi geografis bangunan (dalam hal ini, Jakarta).

**Table 3.** Faktor radiasi matahari ( $SF$ ) menurut SNI 03-6389-2020

Kota	U	TL	T	TGR	S	BD	B	BL	Roof/ Horisontal
Aceh	116	138	166	154	142	179	200	159	397
Lhokseumawe	117	141	161	142	120	140	160	142	375
Medan	122	150	177	158	138	173	195	158	393
Padang	131	152	171	147	123	153	181	160	431
Pekanbaru	125	135	152	138	129	171	200	166	428
Tanjungpinang	136	150	169	153	142	183	211	175	405
Batam	125	146	170	151	132	170	196	162	423
Jambi	132	136	147	132	122	160	196	173	412
Singkep	110	124	136	123	109	123	135	123	339
Bengkulu	140	152	165	139	119	159	197	175	439
Palembang	136	148	159	135	119	157	192	171	425
Pangkalpinang	150	160	172	147	131	173	213	189	415
Belitung	135	145	155	133	117	152	187	169	422
Lampung	141	148	156	132	116	158	198	179	422
Serang	162	168	173	142	123	172	224	205	430
Tangerang	146	151	156	129	111	152	197	183	376
Jakarta	148	161	171	138	112	152	197	181	427
Bandung	150	157	164	135	113	154	198	183	426
Tegal	130	140	143	121	105	121	143	140	430
Cilacap	136	152	159	131	107	132	160	153	400

Sumber : SNI 03-6389-2020

Nilai-nilai  $SF$  yang digunakan berdasarkan arah fasad bangunan adalah:

**Table 4.** Faktor radiasi matahari ( $SF$ ) mengacu pada SNI 03-6389-2020

Arah Fasad		Solar Factor ( $SF$ )	SC Window ( $SC_k$ )	SC Effective ( $SC_{eff}$ )	Shading Coeff.
Utara	W1	148	1,00	1,00	1,00
Selatan	W1	112	1,00	1,00	1,00
Timur	W1	171	1,00	1,00	1,00
Barat	W1	197	1,00	1,00	1,00

Sumber : SNI 03-6389-2020

Seluruh orientasi memiliki  $SC = 1$ , menunjukkan bahwa tidak terdapat peneduh (shading) pada jendela bangunan (Indonesia, 2020). Karena tidak ada sistem peneduh eksternal dan kaca yang digunakan memiliki  $SC$  tinggi (1,00), maka sisi timur dan barat sangat rentan terhadap peningkatan beban termal akibat radiasi matahari langsung. Hal ini berdampak langsung pada kenyamanan termal dan beban pendinginan ruangan.

#### 4. Menghitung Besarnya Radiasi Panas Area Bukaannya ( $Q_f''$ )

Radiasi panas dari area bukaan ( $Q_f''$ ) merupakan salah satu komponen utama dalam perhitungan nilai  $OTTV$ . Nilai ini menunjukkan seberapa besar energi panas matahari yang masuk ke dalam ruang melalui jendela karena radiasi langsung. Rumus perhitungan radiasi panas area bukaan ( $Q_f''$ ) berdasarkan SNI 03-6389-2020:

$$Q_f'' = WWR \times SF \times SC$$

Sehingga didapatkan hasil perhitungan :

Table 5. Hasil Perhitungan  $Q_f''$

Radiasi Bukaan		Total Area Fasad (m <sup>2</sup> )	Total Area Bukaan (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	SC Window (SC <sub>w</sub> )	SC Effective (SC <sub>eff</sub> )	Shading Coeff.	OTTV	A x OTTV	Q <sub>f</sub> ''
c	Utara	24,75	0,00	0,00	148		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Selatan	24,75	0,00	0,00	112		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Timur	22,50	2,16	0,10	171		1,00	0,00	0,00	0,00	16,42
	Barat	22,50	2,16	0,10	197		1,00	0,00	0,00	0,00	18,91

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai radiasi panas tertinggi terjadi pada sisi barat, yaitu sebesar 18,91 W/m<sup>2</sup>, yang sesuai dengan ekspektasi karena arah barat menerima paparan sinar matahari paling intens pada sore hari. Sisi timur juga menunjukkan nilai yang cukup tinggi, yaitu 16,42 W/m<sup>2</sup>, akibat paparan matahari langsung pada pagi hari. Sementara itu, sisi utara dan selatan tidak memberikan kontribusi radiasi panas ( $Q_f'' = 0,00$ ) karena tidak terdapat bukaan jendela pada kedua sisi tersebut ( $WWR = 0$ ). Hal ini menguatkan bahwa keberadaan bukaan dan orientasinya sangat memengaruhi besarnya radiasi panas yang masuk ke dalam bangunan.

Radiasi yang tinggi dari sisi timur dan barat tanpa perlindungan shading menyebabkan suhu dalam ruang meningkat, berpotensi menurunkan kenyamanan termal dan meningkatkan beban pendinginan (Indriyati, C., Daud, A., & Prima, 2021). Oleh karena itu, intervensi desain seperti pemasangan shading, penggunaan kaca *low-E*, atau pemindahan orientasi jendela dapat mengurangi nilai  $Q_f''$  secara signifikan.

#### 5. Pengaruh Radiasi Panas Area Bukaan Terhadap Kenyamanan Thermal

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sisi timur dan barat gedung memberikan kontribusi radiasi panas area bukaan ( $Q_f''$ ) sebesar 16,42 W/m<sup>2</sup> dan 18,91 W/m<sup>2</sup>. Nilai ini menunjukkan bahwa panas matahari yang masuk melalui jendela pada kedua sisi tersebut cukup signifikan dan dapat menyebabkan peningkatan suhu ruangan, terutama pada pagi dan sore hari. Kenaikan suhu dalam ruang kelas berdampak langsung pada kenyamanan termal pengguna ruang, dalam hal ini siswa, guru, maupun mahasiswa yang melakukan praktik mengajar atau observasi. Radiasi bukaan pada sisi timur dan barat dengan nilai tersebut masih memenuhi ketentuan SNI 6389 2020 yaitu maksimal sebesar 35 W/m<sup>2</sup>.

Kondisi ruang yang terlalu panas dapat menyebabkan kelelahan, sulit berkonsentrasi, dan penurunan daya tangkap terhadap materi pelajaran (Nur Setiani, A., Rochma Harani, A., & Riskiyanto, 2017). Bagi mahasiswa yang sedang melakukan kegiatan belajar-mengajar atau observasi di ruang kelas, suhu yang tidak nyaman juga dapat mengganggu proses pembelajaran dan evaluasi. Tanpa adanya upaya pengkondisian udara alami atau buatan, serta tanpa desain peneduh pada bukaan, kenyamanan termal tidak akan tercapai. Oleh karena itu, hasil ini menegaskan perlunya intervensi desain pasif seperti shading device dan penggunaan material kaca dengan performa termal yang lebih baik untuk menjaga stabilitas suhu dalam ruang belajar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa radiasi panas area bukaan pada sisi timur dan barat Gedung Sekolah X memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan suhu ruangan yang berdampak pada kenyamanan termal pengguna ruang. Nilai radiasi panas ( $Q_f''$ ) yang dihitung sebesar  $16,42 \text{ W/m}^2$  pada sisi timur dan  $18,91 \text{ W/m}^2$  pada sisi barat menunjukkan bahwa orientasi bukaan dan luas jendela ( $WWR$ ) berperan penting dalam menentukan besar kecilnya panas matahari yang masuk ke dalam ruang kelas.

Peningkatan suhu akibat radiasi ini berpotensi mengganggu kenyamanan termal siswa, guru, dan mahasiswa yang menggunakan ruang kelas, terutama pada pagi dan sore hari saat intensitas matahari tinggi. Jika tidak diimbangi dengan desain pasif seperti sistem peneduh atau pemilihan material kaca yang tepat, kondisi ini dapat menurunkan konsentrasi, produktivitas, serta kenyamanan dalam kegiatan belajar mengajar. Oleh karena itu, desain area bukaan pada bangunan pendidikan perlu memperhatikan arah matahari, proporsi bukaan, dan perlindungan terhadap radiasi untuk menciptakan ruang kelas yang nyaman dan efisien secara energi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Unit Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (UP3M) Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) atas dukungan dana sehingga pelaksanaan penelitian ini dapat berjalan lancar.

## REFERENSI

- Denis Arifin P, M. P., Ghani Safitira, A., Hendrik Elvian P, dan G., & Elektronika Negeri Surabaya, P. (n. d. ). (2022). *Analisis Beban Pendinginan Dan Ottv Pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Cempaka Putih Permata Surabaya*.
- Fakhrurrazi Buraida Nurul Malahayati. (2021). Kajian Konstruksi Hijau Pada Aspek Efisiensi Dan Konservasi Energi Pada Perumahan Komplek Villa Citra Kota Banda Aceh. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3, 50–56.
- Gery Buyang, C., & Sangadji, F. A. (n. d. ). (2020). *Penilaian Kriteria Green Building Pada Fakultas Teknik Universitas Pattimura*. *Jurnal Simetrik*, 13(1).
- Gunawan1, & Faisal Ananda2. (2017). *Aspek Kenyamanan Termal Ruang Belajar Gedungsekolah Menengah Umum Di Wilayah Kec.Mandau*. 7(2).
- Indonesia, S. N. (2020). *SNI 6389:2020 Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung*.
- Indriyati, C., Daud, A., & Prima, R. (2021). Analisis Konservasi dan Efisiensi Energi pada Tower Fakultas Hukum Universitas Sriwijaya Berdasarkan Sertifikasi Green Building Indonesia. *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(6), 2661. <https://doi.org/10.36418/Syntax-Literate.V6i6.3100>.
- Josephine Ershanti Winarso, Y. W. S. (2019). *Aplikasi Pendekatan Arsitektur Hijau Pada Bangunan Perpustakaan Anak Di Kabupaten Sukoharjo Dengan Aspek Efisiensi Dan Konservasi Energi*. *Senthong*, 193–202.
- M. Iqbal. (2015). Overall Thermal Transfer Value Studi Kasus : Ruang Kuliah III Pada Program Studi Arsitektur Universitas Malikussaleh. *Januari 2015 JURNAL ARSITEKNO (Vol. 5,*

*Issue 5).*

Muhaimin, M. (2023). Urgensi Kenyamanan Termal dalam Perspektif Pembelajaran. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 7(1), 23–32. <https://doi.org/10.29408/geodika.v7i1.6451>

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 Spondol Mixed-Use Development) Evaluation Of Overall Thermal Transfer Value (OTTV) (Case Study: Podium and Tower buildi. *Jurnal Arsir (Vol. 1, Issue 2).*

Rahmawati, N., & Sari, D. P. (2019). *Pengaruh Orientasi dan Luas Bukaannya Terhadap Kenyamanan Termal pada Bangunan Sekolah di Iklim Tropis.*

Santosa, A. D. (2016). Perancangan Bangunan Hemat Energi di Iklim Tropis. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 18(1), 45-54.

UGM, F. (2021). *Green Building Learning Hub.* Ugm.