

## PENGARUH PENGGUNAAN *SHADING DEVICE* PADA FASADE TERHADAP PENERIMAAN RADIASI MATAHARI PADA BANGUNAN SEKOLAH DI KOTA PONTIANAK

Lestari\*, Syaiful Muazir, M. Nurhamsyah, M. Ridha Alhamdani

\*) Corresponding author email : [lestari@teknik.untan.ac.id](mailto:lestari@teknik.untan.ac.id)

Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak-Indonesia

---

### Article info

MODUL vol 22 no 2, issues period 2022

Doi : 10.14710/mdl.22.2.2022.119-126

Received : 14 november 2022

Revised : 10 december 2022

Accepted : 27 december 2022

### Abstrak

Desain arsitektur untuk mencapai kenyamanan termal menjadi penting untuk meningkatkan kondisi lingkungan di dalam kelas. Upaya yang dapat dilakukan salah satunya adalah melalui kontrol radiasi matahari mengenai bangunan karena merupakan solusi yang efektif. Desain jendela yang mempengaruhi penerimaan panas matahari adalah dimensi jendela yaitu berkaitan dengan nilai WWR serta penggunaan *shading device*. *Shading device* memiliki tipe bervariasi dan penggunaannya perlu mempertimbangkan orientasi bangunan dan iklim. Pemanfaatan berbagai *shading device* dan WWR untuk bangunan sekolah perlu diketahui dampaknya terhadap penerimaan radiasi matahari sehingga dapat menjadi pertimbangan desain untuk mencapai kondisi termal yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan berbagai jenis *shading device* dan WWR pada orientasi yang berbeda terhadap nilai penerimaan radiasi matahari pada bangunan, sehingga dapat menjadi pertimbangan dasar bagi perancang. Model bangunan didapat dari data bangunan sekolah di Kota Pontianak yang kemudian dianalisis menggunakan bantuan simulasi analisis solar dari software Autodesk Revit. Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *shading device*, panjang *shading device*, window wall ratio (WWR) untuk 4 orientasi yang berbeda. Data hasil simulasi dianalisis secara statistik berdasarkan nilai rata-rata penerimaan radiasi yang diperoleh pada setiap variabel yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan jenis *shading device* overhang dan side fin pada setiap orientasi tidak terlalu optimal untuk menghasilkan penerimaan radiasi matahari yang rendah pada bangunan model di Kota Pontianak. Jenis *shading device* eggcrate

menunjukkan kinerja yang lebih optimal untuk 3 orientasi bangunan. Panjang *shading device* 0.75 m menunjukkan nilai penerimaan radiasi yang cenderung lebih rendah pada ketiga orientasi tersebut.

**Keywords:** *shading device*; sekolah; radiasi matahari

### PENDAHULUAN

Keadaan lingkungan kelas memiliki dampak terhadap hasil akademik yang tercapai dan kesejahteraan siswa di sekolah. Beberapa faktor desain dan kondisi bangunan sekolah telah diteliti memiliki dampak terhadap kemajuan dan hasil belajar siswa (Fisher, 1997, Ali et al., 2020, Soleimanipirmorad & Vural, 2018). Salah satu faktor dari desain ruang dalam yang sangat signifikan berpengaruh terhadap hasil belajar siswa adalah kondisi kenyamanan yang terbentuk dari kontrol bangunan terhadap iklim (Fisher, 1997). Desain bangunan sekolah yang tepat juga dapat meningkatkan ruang yang menyenangkan bagi anak-anak dan dapat mengurangi konsumsi energi (Perez & Capeluto, 2009, Zomorodian & Nasrollahi, 2013).

Desain arsitektur dan kenyamanan termal menjadi penting untuk meningkatkan kondisi lingkungan dalam ruangan dan kesejahteraan di dalam kelas (Forward et al., 2021), karena juga berpengaruh terhadap kesehatan dan produktivitas (Lamberti et al., 2020). Kenyamanan termal juga menjadi perhatian akibat dampaknya terhadap efisiensi energi (Jing et al., 2019), (Fang et al., 2018). Kinerja dari pengguna pada bangunan pendidikan dinilai dan dikaitkan dengan kualitas lingkungan dan lingkungan termal yang terbentuk (Auliciems, 1972, Wargoocki & Wyon, 2013). Hal ini mendasari pertimbangan desain untuk mencapai lingkungan termal yang mendukung pencapaian kenyamanan siswa di sekolah.

Fokus desain dalam membentuk lingkungan termal salah satunya adalah melalui kontrol radiasi matahari mengenai bangunan. Upaya mengendalikan radiasi matahari yang masuk melalui jendela pada fasad bangunan banyak dilakukan karena merupakan solusi yang efektif. Jendela sebagai salah satu elemen selubung bangunan memberikan pengaruh terhadap

penerimaan radiasi matahari. Desain jendela yang mempengaruhi penerimaan panas matahari adalah dimensi jendela yaitu berkaitan dengan nilai WWR dan jenis material kaca yang digunakan. WWR sebagai perbandingan luas kaca transparan dengan luas dinding (Alsehail & Almhafdy, 2020) berpengaruh terhadap penerimaan panas matahari pada bangunan. Temperatur operatif pada ruang akan meningkat seiring dengan peningkatan WWR, namun energi yang dibutuhkan untuk pencahayaan akan semakin menurun (Sene et al., 2017). Peningkatan temperatur ini mempengaruhi kebutuhan pendinginan dan penghangatan dalam ruang. Semakin tinggi nilai WWR, maka kebutuhan pendinginan dalam ruang akan semakin tinggi tetapi kebutuhan penghangatan dalam ruang akan menurun (Alsehail & Almhafdy, 2020).

Penggunaan perangkat pembayang (*shading device*) juga penting untuk dipertimbangkan bersama dengan kontrol panas matahari melalui jendela (Hong et al., 2018). Perangkat *shading* eksternal yang tetap biasanya digunakan sebagai solusi sederhana untuk memenuhi kebutuhan pengendalian panas matahari pada fasad bangunan (Yao et al., 2016). Hal ini dapat bermanfaat untuk pencapaian kinerja termal dan pencahayaan alami pada ruangan. Desain perangkat pembayang (*shading device*) yang tepat dapat membentuk kondisi termal dan pencahayaan dalam ruangan yang baik dan sekaligus berpengaruh terhadap beban pendinginan dan konsumsi energi untuk penerangan. (Tzempelikos & Athienitis, 2007; Al-Tamimi & Fadzil, 2011; Kim et al., 2019).

Keberadaan bangunan sekolah di Kota Pontianak memerlukan pertimbangan desain dalam mengendalikan kondisi termal pada ruang kelas. Letak geografis Kota Pontianak yang berada tepat dilalui oleh garis Khatulistiwa (Pemerintah Kota Pontianak, 2022) merupakan sebagai salah satu daerah tropis dengan suhu udara cukup tinggi serta kelembaban yang tinggi. Radiasi matahari yang diterima oleh daerah tropis terjadi hampir sepanjang tahun, sehingga memerlukan perhatian khusus untuk mencegah radiasi matahari yang tidak menguntungkan dalam pengkondisian termal dan dalam penggunaan energi. Pemanfaatan *shading device* untuk bangunan sekolah perlu diketahui dampaknya terhadap radiasi yang diperoleh bangunan khususnya ruang kelas sehingga dapat menjadi pertimbangan desain untuk mencapai kondisi termal yang lebih baik. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh penggunaan berbagai jenis *shading device* pada orientasi dan WWR yang berbeda terhadap penerimaan radiasi matahari pada bangunan melalui eksperimen simulasi.

## STUDI LITERATUR

Perangkat pembayang (*shading devices*) dikategorikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan lokasi letaknya dan cara mengoperasikannya. Berdasarkan letaknya *shading device* terbagi menjadi *interior shading devices* dan *exterior shading devices*.

*Interior shading devices* diantaranya adalah *venetian blinds* dan *roll screens*, sedangkan *exterior shading devices* diantaranya adalah *louvers*, *light-shelfs*, dan *awnings* (Heidari et al., 2021). Selain berdasarkan lokasi letaknya, *shading devices* dapat dikategorikan berdasarkan cara mengoperasikannya yang terbagi menjadi tipe tetap, tipe yang dapat digerakkan secara manual dan tipe bergerak otomatis (Hong et al., 2018). Perangkat pembayang tipe tetap merupakan tipe yang lebih ekonomis dan mudah untuk dirancang, dibangun, dan digunakan dalam desain (Heidari et al., 2021).

Sistem pembayang (*Shading device*) yang memiliki tipe bervariasi dapat dipertimbangkan penggunaannya berdasarkan orientasi bangunan dan iklim lokasi bangunan (Tzempelikos & Athienitis, 2007). Evaluasi terhadap *shading device* pada daerah tropis (Banda Aceh) menggunakan bantuan *sun path diagram* menunjukkan orientasi yang berbeda memerlukan tipe *shading device* tertentu untuk memberikan efek bayangan yang efektif (Sari & Rauzi, 2021). Penelitian lain yang dilakukan menunjukkan bahwa pada orientasi barat, *shading device* berbentuk horizontal dari bahan beton memberikan hasil kinerja yang paling optimal secara termal (Gutierrez & Labaki, 2007).

Beberapa penelitian dengan metode simulasi telah dilakukan untuk melihat pengaruh berbagai tipe *shading device* yang digunakan pada orientasi dan WWR berbeda terhadap penerimaan radiasi matahari. Namun, setting lokasi dilakukan diberbagai tempat dan belum ada yang dilakukan di lokasi Kota Pontianak. Kota Pontianak sebagai Kota yang dilalui garis khatulistiwa memiliki karakteristik yang khas sehingga memberikan kemungkinan hasil penerimaan radiasi matahari yang lebih spesifik. Hal inilah yang mendasari penelitian simulasi ini dilakukan.

## METODOLOGI

Metode yang dapat digunakan untuk memenuhi tujuan penelitian ini dapat berupa simulasi maupun model maket skalatis. Penelitian ini menggunakan metode simulasi karena program simulasi berdasarkan hasil beberapa penelitian sebelumnya dianggap cukup efektif dalam untuk mengevaluasi kinerja bangunan.

### Metode Pengumpulan Data

Data karakteristik bangunan pada sekolah-sekolah yang ada di Kota Pontianak dan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 menjadi dasar dalam merumuskan model bangunan dan rumusan variabel yang akan diujikan. Data penelitian diperoleh dari data hasil simulasi yang dilakukan menggunakan software Autodesk Revit, sedangkan evaluasi kinerja bangunan dilakukan dengan plugin analisis solar pada software tersebut. Adapun rincian rumusan model bangunan dan variabel yang diujikan adalah sebagai tabel 1 berikut :

**Tabel 1.** Model Ruang Kelas (Penulis, 2022)

	Spesifikasi	Dasar
Bentuk Bangunan	Bangunan dengan selasar pada salah satu sisi dan jendela berada pada 2 bidang dinding	Analisis bentuk ruang kelas yang ada pada bangunan-bangunan sekolah di Kota Pontianak
Ukuran Bangunan	7 m x 8 m x tinggi 3.5 m	Analisis ukuran ruang kelas yang digunakan pada bangunan SD di Kota Pontianak Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 pada bagian prasarana ruang kelas SD/MI
Jendela	Lebar 0.8 m	Analisis ukuran jendela yang banyak digunakan pada bangunan SD di Kota Pontianak (Hakim et al., 2021)
Letak Ruang Kelas	Terletak pada lantai 3 yang berada di antara 2 bangunan kelas yang lain	
Bentuk Atap	Pelana	Analisis bentuk bangunan sekolah yang digunakan pada bangunan SD di Kota Pontianak

Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *shading device*, panjang *shading device*, window wall ratio (WWR) untuk setiap 4 orientasi. Variasi ini dibuat berdasarkan hasil analisis awal yang dilakukan pada bangunan-bangunan sekolah di Kota Pontianak. Variasi ini dapat dianggap sebagai variasi desain yang memungkinkan untuk digunakan secara nyata di lapangan. Adapun variabel yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

**Tabel 2.** Variabel Penelitian (Penulis, 2022)

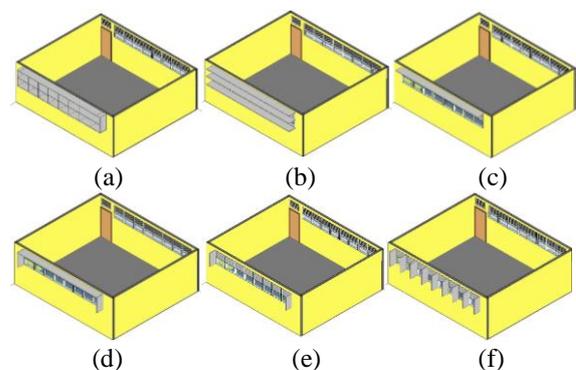
	Spesifikasi	Dasar
Tipe Perangkat Pembayang	1. <i>Overhang (O)</i> 2. <i>Side Fins (S)</i> 3. <i>Overhang dan Side Fin (OS)</i> 4. <i>Vertical Louvers (V)</i> 5. <i>Horizontal Louvers (H)</i> 6. <i>Eggcrate (E)</i>	
Panjang Perangkat Pembayang (T1-T11)	0.5 m (1) 0.75 m (2) 1.0 m	

Spesifikasi	Dasar
WWR )W1-W5)	10% (10) 20% (20) 30% (30)
Orientasi 0°, 90°, 180°, 270°	0° (bukaan arah timur barat, dengan jendela luar menghadap barat), 90° (bukaan arah utara selatan, dengan jendela luar menghadap utara), 180° (bukaan arah timur barat, dengan jendela luar menghadap timur), 270° (bukaan arah utara selatan, dengan jendela luar menghadap selatan)

Setting waktu pengukuran yang dilakukan dengan bantuan simulasi ini diperhitungkan berdasarkan jumlah radiasi yang diterima selama 1 tahun.

#### Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil simulasi yang dilakukan menggunakan software Autodesk Revit dianalisis secara statistik dengan analisis anova. Hal ini bertujuan untuk melihat perbandingan berbagai variasi yang dilakukan terhadap penerimaan radiasi matahari pada bangunan. Gambar model dari bentuk perangkat pembayang yang digunakan sebagai variabel dapat dilihat pada gambar 1 berikut:

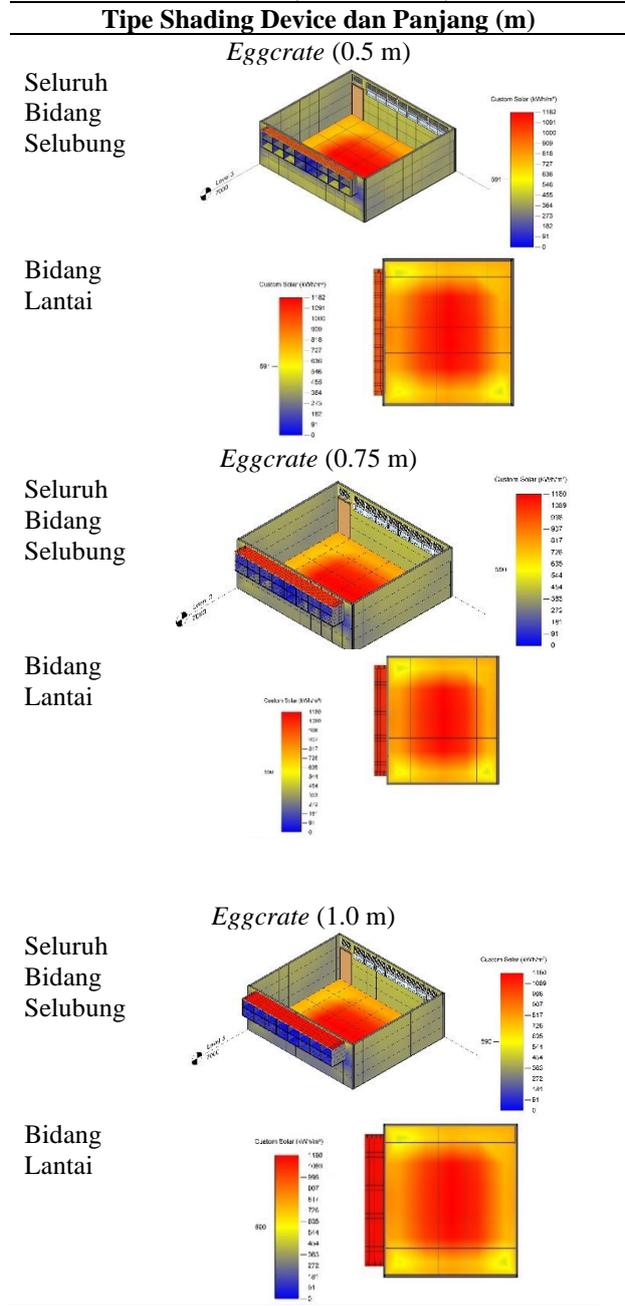


**Gambar 1.** Tipe-Tipe Perangkat Pembayang yang Digunakan dalam Penelitian a. *eggcrate* b. *horizontal louvers* c. *overhang* d. *overhang and side fin* e. *side fins* f. *vertical louvers* (Penulis, 2022)

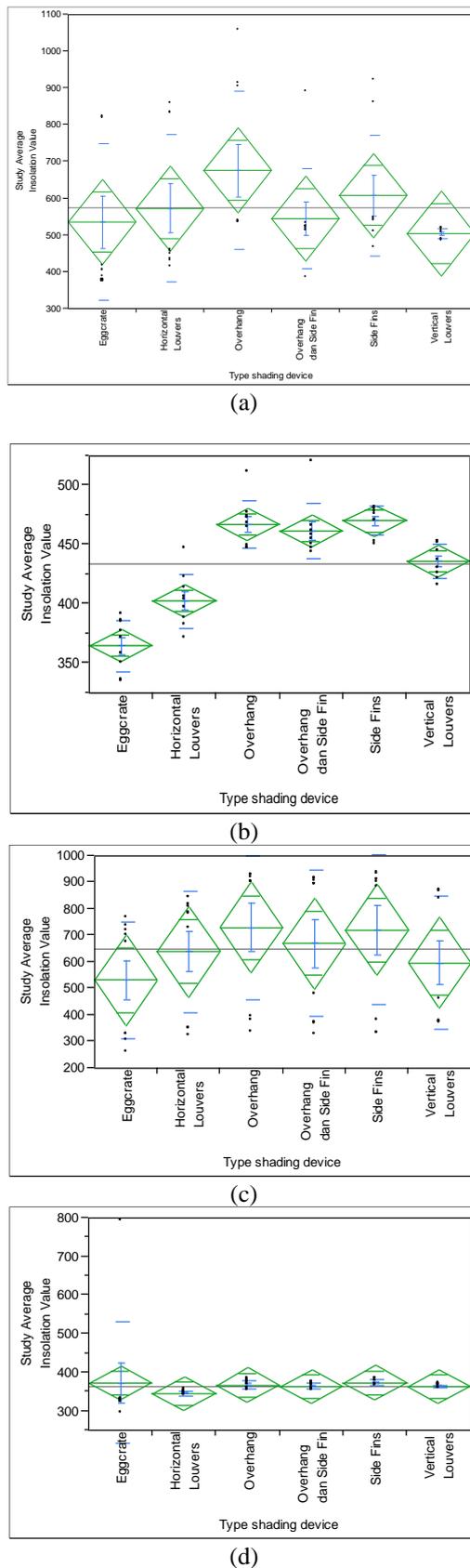
#### PEMBAHASAN

Data analisis terhadap penerimaan radiasi matahari yang dilakukan melalui bantuan software menghasilkan nilai penerimaan radiasi matahari yang diperhitungkan selama satu tahun. Tabel merupakan salah satu gambaran data yang dihasilkan dari penggunaan *shading device* jenis *eggcrate* dengan WWR 10% pada orientasi 0°.

**Tabel 3.** Gambaran Nilai Radiasi Matahari yang Diperoleh Komponen Selubung Bangunan pada Jenis *Shading Device Eggcrate* dengan WWR 10% pada Orientasi 0° (Penulis, 2022)



Data yang dihasilkan dianalisis secara statistik berdasarkan nilai rata-rata penerimaan radiasi yang diperoleh komponen bangunan pada setiap variabel yang digunakan. Hasil perbandingan rata-rata penerimaan radiasi dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan 4 berikut ini.

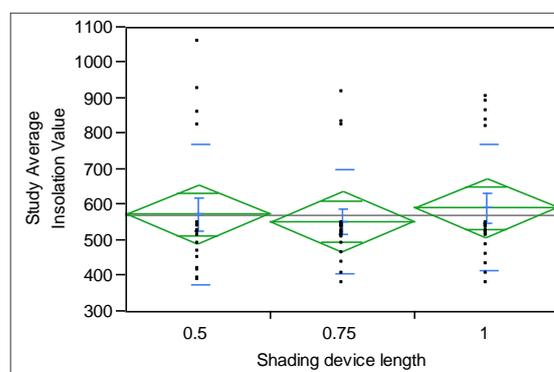


**Gambar 2.** Analisis Rata-rata Penerimaan Radiasi Matahari pada Setiap Jenis *Shading Device* (a) Orientasi 0°, (b) Orientasi 90°, (c) Orientasi 180°, dan (d) Orientasi 270° (Penulis, 2022)

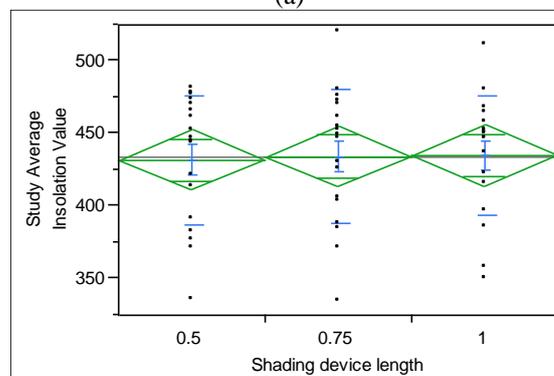
Hasil analisis yang dilakukan terhadap nilai rata-rata penerimaan radiasi matahari pada tiap jenis *shading device* orientasi  $0^{\circ}$ , orientasi  $90^{\circ}$ , orientasi  $180^{\circ}$  dan orientasi  $270^{\circ}$  dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 tersebut, pada orientasi  $0^{\circ}$  penerimaan radiasi paling tinggi terjadi pada jenis *shading device overhang*. Nilai rata-rata radiasi matahari untuk jenis *shading device* tersebut adalah  $675,469 \text{ kWh/m}^2$ . Penerimaan panas yang cenderung rendah terjadi pada jenis *eggcrate* dengan nilai rata-rata  $535.392 \text{ kWh/m}^2$ ; *overhang and side fin* dengan nilai rata-rata  $545.553 \text{ kWh/m}^2$ ; dan *vertical louvers* dengan nilai rata-rata  $503.822 \text{ kWh/m}^2$ . Kondisi penerimaan radiasi matahari pada orientasi  $90^{\circ}$  menunjukkan nilai yang tinggi pada jenis *shading device side fin* dengan nilai rata-rata  $470.184 \text{ kWh/m}^2$  dan *overhang* dengan nilai rata-rata  $467.121 \text{ kWh/m}^2$ . Penerimaan radiasi matahari terendah pada orientasi ini terjadi pada jenis *shading device eggcrate* yaitu dengan nilai rata-rata adalah  $364.874 \text{ kWh/m}^2$ . Di kedua orientasi ini, *shading device* jenis *overhang* menunjukkan nilai yang selalu tinggi, sedangkan jenis *eggcrate* menunjukkan nilai yang selalu rendah. Kondisi penerimaan radiasi matahari pada orientasi  $180^{\circ}$  menunjukkan nilai yang tinggi pada jenis *shading device overhang* yaitu dengan nilai rata-rata adalah  $729.615 \text{ kWh/m}^2$ . Jenis *side fins* juga menunjukkan nilai yang tinggi yaitu dengan nilai rata-rata  $721.014 \text{ kWh/m}^2$ . Adapun penerimaan radiasi yang cenderung rendah terjadi pada jenis *shading device eggcrate* yaitu dengan nilai rata-rata  $532.18 \text{ kWh/m}^2$ . Sedangkan untuk orientasi  $270^{\circ}$ , nilai rata-rata penerimaan radiasi matahari paling tinggi terjadi pada jenis *side fins* dengan nilai rata-rata  $373.423 \text{ kWh/m}^2$ . Jenis *shading device eggcrate* juga menunjukkan nilai yang tinggi dibandingkan jenis *shading device* lainnya yaitu dengan nilai rata-rata adalah  $372.679 \text{ kWh/m}^2$ . Adapun perolehan panas yang cenderung rendah terjadi pada jenis *shading device horizontal louvers* yaitu dengan nilai rata-rata adalah  $345.293 \text{ kWh/m}^2$ .

Analisis terhadap penerimaan radiasi matahari berdasarkan variabel panjang *shading device* baik pada orientasi  $0^{\circ}$ , orientasi  $90^{\circ}$ , orientasi  $180^{\circ}$ , dan orientasi  $270^{\circ}$  dapat dilihat pada gambar 3. Analisis terhadap orientasi  $0^{\circ}$  penerimaan radiasi paling tinggi terjadi pada panjang *shading device* yaitu 0.5 m dengan nilai rata-rata adalah  $383.459 \text{ kWh/m}^2$ . Penerimaan radiasi paling rendah terjadi pada *shading device* dengan panjang 0.75 m yaitu rata-rata  $354.828 \text{ kWh/m}^2$ . Nilai ini tidak jauh berbeda dengan *shading device* dengan panjang 1 m yaitu dengan nilai  $354.709 \text{ kWh/m}^2$ . Analisis terhadap orientasi  $90^{\circ}$ , penerimaan radiasi matahari yang paling tinggi terjadi pada jenis *shading device* dengan panjang 1 m yaitu dengan nilai  $435.163 \text{ kWh/m}^2$ . *Shading device* dengan panjang 0.75 m juga menunjukkan nilai yang cenderung tinggi yaitu dengan nilai rata-rata  $434.253 \text{ kWh/m}^2$ . Adapun perolehan panas yang cenderung rendah terjadi pada jenis *shading device* dengan panjang yaitu 0.5 m yaitu

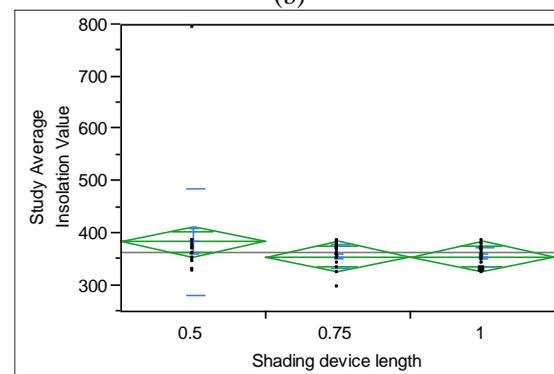
dengan nilai rata-rata  $431.912 \text{ kWh/m}^2$ . Analisis pada kondisi orientasi  $180^{\circ}$ , penerimaan radiasi matahari paling tinggi terjadi pada jenis *shading device* dengan panjang yaitu 0.5 m dengan nilai rata-rata  $383.459 \text{ kWh/m}^2$ . Penerimaan radiasi pada *shading device* dengan panjang 0.75 m dan panjang 1 m lebih rendah. Nilai rata-rata pada panjang 0.75 adalah  $354.828 \text{ kWh/m}^2$ , sedangkan panjang 1 m adalah  $354.709 \text{ kWh/m}^2$ . Analisis terhadap penerimaan radiasi matahari pada orientasi  $270^{\circ}$  menunjukkan nilai paling tinggi terjadi pada *shading device* dengan panjang yaitu 0.5 m yaitu dengan nilai rata-rata adalah  $383.459 \text{ kWh/m}^2$ . Penerimaan radiasi paling rendah terjadi pada *shading device* dengan panjang yaitu 0.75 m  $354.828 \text{ kWh/m}^2$ . Nilai ini tidak jauh berbeda dengan nilai rata-rata yang ditunjukkan pada jenis *shading device* dengan panjang 1 m yaitu  $354.709 \text{ kWh/m}^2$ .



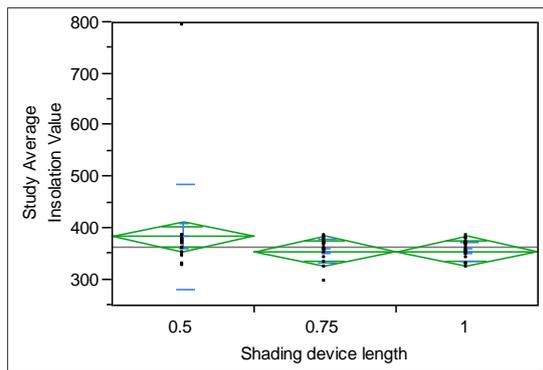
(a)



(b)



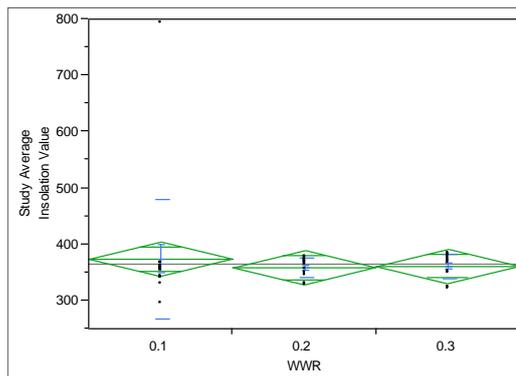
(c)



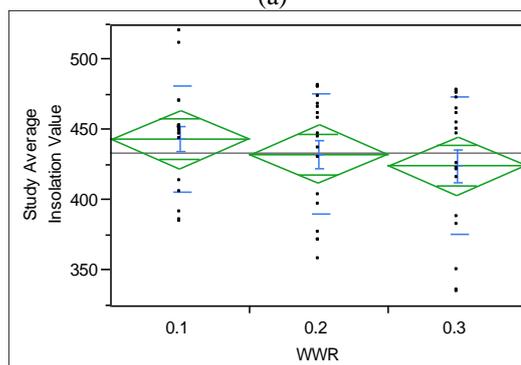
(d)

**Gambar 3.** Analisis Rata-rata Penerimaan Radiasi Matahari pada Setiap Jenis Panjang *Shading Device* di (a) Orientasi 0°, (b) Orientasi 90°, (c) Orientasi 180°, dan (d) Orientasi 270° (Penulis, 2022)

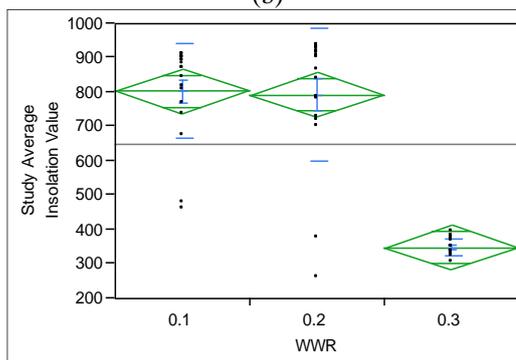
Analisis penerimaan radiasi matahari pada tiap jenis WWR yang digunakan setiap variasi *shading device* baik pada orientasi 0°, orientasi 90°, orientasi 180°, dan orientasi 270° dapat dilihat pada gambar 4. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada pada orientasi 0° penerimaan panas paling tinggi terjadi pada jenis WWR yaitu 10%. Penerimaan radiasi dengan WWR 20% dan 30% menunjukkan nilai rata-rata yang lebih rendah. Analisis terhadap penerimaan radiasi pada orientasi 90° menunjukkan nilai paling tinggi terjadi pada jenis WWR 10% yaitu dengan nilai rata-rata 443.567 kWh/m². Di kedua jenis variabel WWR lainnya yaitu 20% dan 30% menunjukkan nilai yang lebih rendah. WWR 20% tercatat nilai rata-rata adalah 432.965 kWh/m² sedangkan pada WWR 30% tercatat nilai rata-rata adalah 424.796 kWh/m². Penerimaan radiasi pada orientasi 180° menunjukkan nilai paling tinggi terjadi pada WWR 10% yaitu dengan nilai rata-rata 803.539 kWh/m². WWR 20% menunjukkan nilai rata-rata yang lebih rendah yaitu 793.11 kWh/m². Adapun nilai rata-rata penerimaan radiasi yang paling rendah terjadi pada jenis WWR 30% yaitu 348.56 kWh/m². Berdasarkan nilai rata-rata penerimaan radiasi pada orientasi 270°, WWR 10% merupakan jenis yang menunjukkan nilai terbesar yaitu 373.687 kWh/m². Jenis WWR lain yang digunakan dalam variabel menunjukkan nilai yang lebih rendah. WWR 20% menunjukkan nilai rata-rata 358.399 kWh/m², sedangkan WWR 30% menunjukkan nilai 360.91 kWh/m².



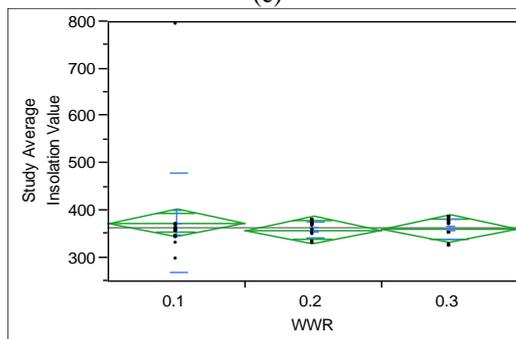
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 4.** Analisis Rata-rata Penerimaan Radiasi Matahari pada Setiap Jenis WWR di (a) Orientasi 0°, (b) Orientasi 90°, (c) Orientasi 180°, dan (d) Orientasi 270° (Penulis, 2022)

**KESIMPULAN**

Beberapa variabel yang diujikan dalam penelitian ini dapat memberikan beberapa hasil mengenai pengaruh penggunaan berbagai jenis

*shading device* terhadap penerimaan radiasi matahari pada kasus bangunan sekolah di Kota Pontianak. Setiap orientasi menunjukkan fenomena yang berbeda mengenai nilai rata-rata penerimaan radiasi matahari akibat penggunaan *shading device* dengan berbagai jenis. Hal ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa berbagai variasi *shading device* perlu dipertimbangkan penggunaannya berdasarkan orientasi bangunan dan iklim lokasi bangunan (Tzempelikos & Athienitis, 2007). Orientasi  $0^{\circ}$  dan  $180^{\circ}$  dimana bukaan bangunan menghadap timur dan barat memberikan hasil penerimaan radiasi matahari yang terbesar ketika menggunakan jenis *shading device overhang*. *Shading device* jenis *side fin* juga memberikan kinerja nilai penerimaan radiasi matahari yang tidak jauh berbeda dengan jenis *overhang*. Sedangkan nilai terendah dihasilkan pada orientasi ini adalah ketika bangunan menggunakan jenis *shading device vertical louver* dan *eggcrate*. Orientasi  $90^{\circ}$  dan  $270^{\circ}$  dimana bukaan bangunan menghadap utara dan selatan memberikan hasil penerimaan radiasi matahari yang terbesar ketika menggunakan jenis *shading device side fin*. *Shading device* jenis *overhang* juga memberikan kinerja nilai penerimaan radiasi matahari yang tidak jauh berbeda dengan jenis *side fin*. Sedangkan nilai terendah dihasilkan pada orientasi ini adalah ketika bangunan menggunakan jenis *shading device horizontal louver* dan *eggcrate*. Dapat disimpulkan dari hasil tersebut bahwa pada setiap orientasi penggunaan jenis *shading device overhang* dan *side fin* tidak terlalu optimal untuk menghasilkan penerimaan radiasi matahari yang rendah pada bangunan di daerah Kota Pontianak. Sedangkan jenis *eggcrate* menunjukkan kinerja yang lebih optimal untuk 3 orientasi bangunan.

Perbedaan panjang *shading device* juga memberikan pengaruh pada penerimaan radiasi matahari. Nilai penerimaan radiasi matahari tidak selalu berbanding lurus dengan panjang *shading device* yang digunakan. Panjang 0.5 m memberikan nilai tertinggi di 3 orientasi yaitu  $0^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$  dan  $270^{\circ}$ . Sedangkan nilai terendah justru terjadi pada *shading device* dengan panjang 0.75 m yang juga terjadi pada ketiga orientasi tersebut. Orientasi  $90^{\circ}$  menunjukkan fenomena yang sedikit berbeda dimana panjang 0.5 m justru memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan panjang *shading device* lainnya.

Penggunaan WWR yang berbeda juga menunjukkan perbedaan hasil terhadap rata-rata penerimaan radiasi matahari pada bangunan sebagaimana yang telah disimpulkan dari penelitian sebelumnya bahwa WWR berpengaruh terhadap penerimaan panas matahari pada bangunan (Alsehail & Almhafdy, 2020). WWR 10% merupakan rasio yang menunjukkan nilai penerimaan radiasi matahari terbesar pada semua orientasi bangunan. Hasil ini menunjukkan hal yang berbeda dengan penelitian mengenai temperatur operatif pada ruang sebagaimana dilakukan pada penelitian sebelumnya yang menyatakan temperatur operatif pada ruang akan

meningkat seiring dengan peningkatan WWR (Sene et al., 2017). Hal ini kemungkinan diakibatkan penggunaan jenis material yang berbeda sehingga radiasi matahari yang diperhitungkan dalam penelitian ini tidak seluruhnya memiliki pengaruh langsung terhadap temperatur operatif. Penelitian ini juga masih dilakukan dalam lingkup simulasi yang perlu divalidasi dengan metode lain seperti penggunaan metode dengan model maket berskala untuk memperkuat hasil penelitian terhadap berbagai jenis dan panjang *shading device* serta WWR yang paling optimal dalam mengontrol radiasi matahari pada bangunan untuk mendapatkan kondisi termal paling baik dan energi paling efisien.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura atas pendanaan melalui DIPA Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura dan dukungan lainnya untuk penelitian ini. Ucapan terima kasih juga turut disampaikan kepada seluruh pihak yang terlibat atas bantuan dalam berjalannya penelitian ini.

#### REFERENSI

- Al-Tamimi, N. A., & Fadzil, S. F. S. (2011). The potential of shading devices for temperature reduction in high-rise residential buildings in the tropics. *Procedia Engineering*, *21*, 273–282. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2015>
- Ali, N., Khan, A. B., & Ahmad, T. (2020). Effects of School Building on Academic Achievement of Secondary School Students in Southern KP, Pakistan. *Global Educational Studies Review*, *V(II)*, 28–34. [https://doi.org/10.31703/gesr.2020\(v-ii\).04](https://doi.org/10.31703/gesr.2020(v-ii).04)
- Alsehail, A., & Almhafdy, A. (2020). The Effect of Window-to-Wall Ratio (WWR) and Window Orientation (WO) on the Thermal Performance: A preliminary overview. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, *5(15)*, 165–173. <https://doi.org/10.21834/ebpj.v5i15.2500>
- Auliciems, A. (1972). *Classroom performance as a function of thermal comfort*. *16*(October 1971), 233–246.
- Fang, Z., Zhang, S., Cheng, Y., Fong, A. M. L., Oladokun, M. O., Lin, Z., & Wu, H. (2018). Field study on adaptive thermal comfort in typical air conditioned classrooms. *Building and Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.005>
- Fisher, K. (1997). *Building better outcomes: The impact of school infrastructure on student outcomes and behaviour*. (Issue 02).
- Forward, W., Lamberti, G., Salvadori, G., Leccese, F., Fantozzi, F., & Bluysen, P. M. (2021). *Advancement on Thermal Comfort in Educational Buildings: Current Issues sustainability Advancement on Thermal*

- Comfort in Educational Buildings: Current Issues and Way Forward*. September. <https://doi.org/10.3390/su131810315>
- Gutierrez, G. C. R., & Labaki, L. C. (2007). An experimental study of shading devices: Orientation typology and material. *Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Whole Buildings*.
- Hakim, F. N., Muhamadinah, Y., Mangkuto, R. A., & Anugrah, S. (2021). *Building Envelope Design Optimization of a Hypothetical Classroom Considering Energy Consumption, Daylight, and Thermal Comfort: Case Study in Lhokseumawe, Indonesia*. 12(November), 1217–1227. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v12i6.5203>
- Heidari, A., Taghipour, M., & Yarmahmoodi, Z. (2021). The effect of fixed external shading devices on daylighting and thermal comfort in residential building. *Journal of Daylighting*, 8(2), 165–180. <https://doi.org/10.15627/JD.2021.15>
- Hong, S., Choi, A., & Sung, M. (2018). Impact of bi-directional PV blind control method on lighting, heating and cooling energy consumption in mock-up rooms. *Energy and Buildings*, 176, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.07.022>
- Jing, S., Lei, Y., Wang, H., Song, C., & Yan, X. (2019). *Energy & Buildings Thermal comfort and energy-saving potential in university classrooms during the heating season*. 202. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109390>
- Kim, H. J., Yang, C. S., & Moon, H. J. (2019). A Study on Multi-Objective Parametric Design Tool for Surround-Type Movable Shading Device. *Sustainability (Switzerland)*, 11(24). <https://doi.org/10.3390/su11247096>
- Lamberti, G., Fantozzi, F., & Salvadori, G. (2020). *Thermal comfort in educational buildings: future directions regarding the impact of environmental conditions on students' health and performance*.
- Pemerintah Kota Pontianak. (2022). *Kondisi Geografis Kota Pontianak*. <https://www.pontianakkota.go.id/tentang/geografis>
- Perez, Y. V., & Capeluto, I. G. (2009). Climatic considerations in school building design in the hot-humid climate for reducing energy consumption. *Applied Energy*, 86(3), 340–348. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.05.007>
- Sari, L. H., & Rauzi, E. N. (2021). An evaluation of shading device in tropics utilising the sun-path diagram. *ARTEKS: Jurnal Teknik Arsitektur*, 6(3), 373–382. <https://doi.org/10.30822/arteks.v6i3.877>
- Sene, F., Faye, M., Sambou, V., & Thiam, A. (2017). Impact of window to walls ratios on thermal comfort and energy consumption in tropical zone. *EAI Endorsed Transactions on Collaborative Computing*, 3(12), 153169. <https://doi.org/10.4108/eai.9-10-2017.153169>
- Soleimanipirmorad, S., & Vural, S. M. (2018). Effects of Educational Buildings Conditions on Education Quality. *Creative Education*, 09(13), 1978–1995. <https://doi.org/10.4236/ce.2018.913145>
- Tzempelikos, A., & Athienitis, A. K. (2007). The impact of shading design and control on building cooling and lighting demand. *Solar Energy*, 81(3), 369–382. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2006.06.015>
- Wargocki, P., & Wyon, D. P. (2013). Providing better thermal and air quality conditions in school classrooms would be. *Building and Environment*, 59, 581–589. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.10.007>
- Yao, J., Chow, D. H. C., & Chi, Y. W. (2016). Impact of manually controlled solar shades on indoor visual comfort. *Sustainability (Switzerland)*, 8(8), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su8080727>
- Zomorodian, Z. S., & Nasrollahi, F. (2013). Architectural design optimization of school buildings for reduction of energy demand in hot and dry climates of Iran. *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning*, 23(December), 41–50.