

Optimalisasi Pembayangan Fasad dengan *Secondary Skin*: Pendekatan Arsitektur Tropis pada Desain Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo

Arif Taslim¹, Ratih Widiastuti^{2*}

Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi,
 Universitas Diponegoro, Semarang, 50275, Indonesia¹

Faculty of Integrated Technologies, University Brunei Darussalam, Jalan Tengku Link,
 Gadong BE1410, Brunei Darussalam²

E-mail: ¹ratihwidiastuti@lecturer.undip.ac.id, ^{2*}ratihw@arsitektur.undip.ac.id

Submitted: 25-07-2023
Revised: 10-08-2023
Accepted: 18-03-2024
Available online: 11-06-2024

How To Cite: Widiastuti, R., & Taslim, A. (2024). Optimalisasi Pembayangan Fasad dengan *Secondary Skin*: Pendekatan Arsitektur Tropis pada Desain Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. *Nature: National Academic Journal of Architecture*, 11(1). 93-110. <https://doi.org/10.24252/nature.v11i1a8>

Abstrak_ Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan sinar matahari sepanjang tahun. Hal ini menjadikan penggunaan sun shading pada bangunan sangat lah penting. Disisi lain Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo merupakan salah satu sarana infrastruktur untuk pengelolaan dan pengendalian banjir di wilayah Sungai Bengawan Solo. Desain bangunan yang ada saat ini menggunakan banyak bukaan dinding tanpa dilengkapi dengan sun shading memungkinkan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan menjadi tinggi. Untuk itu dilakukan studi terhadap aspek pembayangan pada desain fasad bangunan Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo dengan pendekatan Arsitektur Tropis. Metode simulasi menggunakan software SketchUp untuk membandingkan efek dari pembayangan sebelum dan setelah desain bangunan menggunakan secondary skin. Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain existing bangunan memiliki potensi yang cukup besar di dalam memasukkan sinar matahari ke dalam ruangan. Luas area yang terkena sinar matahari adalah 4 m² – 11 m² saat pagi hari dan 14 m² – 31 m² saat sore hari. Sedangkan hasil simulasi setelah fasad bangunan menggunakan secondary skin menunjukkan penurunan area yang tersinari matahari. Di pagi hari area yang tersinari matahari menjadi 2 m² - 3 m² atau berkurang sekitar 33 % - 57 %. Sedangkan di siang hari, luas area yang tersinari matahari adalah 3.5 m² - 8 m² atau terjadi penurunan sekitar 50 % - 60 %. Dengan demikian penempatan secondary skin terbukti mampu mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan.

Kata kunci: Arsitektur Tropis; Metode Simulasi Pembayangan; Optimalisasi Pembayangan; Secondary Skin.

Abstract_ Indonesia is a tropical country and has sunshine throughout the year. Therefore, the use of sun shading on the building façade is important. In other hand, Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo is one of infrastructures for flood management and control in the Bengawan Solo River area. The current building design uses many wall openings without being equipped with sun shading, allowing the high intensity of sunlight entering the room. Due to this issue, a study was carried out to identify the shading effect on the façade design of Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. Tropical architecture concept was used as a design approach. Simulation method used SketchUp was conducted to compare the effect of before and after secondary skin applied on the façade. The simulation results showed the existing building design had potential to enable high sunlight entering the room. The exposed area to the sunlight was 4 m² – 11 m² in the morning and 14 m² – 31 m² in the afternoon. While the results after secondary skin was applied on the façade showed a decrease in the area that exposed to the sunlight. It became 2 m² - 3 m² or decreased around 33% - 57% in the morning and 3.5 m² - 8 m² or decreased around 50% - 60% in the afternoon. Thus, it proves applying secondary skin on the building façade is effectively reducing the intensity of sunlight that enters the room.

Keywords: Secondary skin; Shading optimization; Shading simulation method; Tropical architecture

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis. Sejak dahulu nenek moyang Indonesia sudah memikirkan bagaimana membuat suatu bangunan yang dapat merespon iklim tropis. Salah satunya adalah dengan membuat tritisan untuk mengurangi paparan sinar matahari langsung pada bangunan dan mengurangi tampias saat hujan. Namun di era globalisasi sekarang ini, pengaruh gaya arsitektur modern mulai masuk di Indonesia yang mana gaya arsitektur modern ini bersifat universal yang artinya memiliki kesamaan di berbagai negara (Prasetyo, 2015). Diketahui, gaya arsitektur modern memiliki kecenderungan untuk menggunakan kaca sebagai material dinding yang menjadikan sinar matahari dapat langsung masuk ke dalam bangunan. Akibatnya suhu didalam bangunan akan mengalami peningkatan yang signifikan. Selain itu, terlalu banyak sinar matahari masuk ke dalam ruangan juga mengakibatkan ketidak nyamanan tingkat pencahayaan di dalam ruangan.

Untuk mengurangi intensitas sinar matahari yang masuk ke dalam ruangan, maka banyak dari bangunan-bangunan ini yang kemudian menerapkan shading, terutama pada area-area bukaan dinding. Hal ini kemudian menarik minat para peneliti untuk melakukan study terkait efek atau peranan shading terhadap penurunan intensitas pencahayaan yang masuk ke dalam ruangan. Seperti studi mengenai dampak sistem naungan pada fasad gedung perkantoran hemat energi yang dilakukan oleh Indraswara & Rifan (2013) bertujuan untuk mengetahui adaptasi bangunan kolonial di kawasan Kota Lama Semarang terhadap iklim tropis. Hasil dari penelitian ini yaitu dari empat sampel bangunan yang diuji semuanya adaptif terhadap penyinaran matahari, dua diantaranya karena pengolahan fasad yang tepat sedangkan yang dua lainnya karena orientasi bangunan yang menghadap ke Utara dan ke Selatan. Selain itu, terdapat juga penelitian lain tentang optimalisasi fasad bangunan tropis dengan menggunakan teknologi komputasi yang dilakukan oleh (Anggoro, 2017). Dalam penelitian ini peneliti melakukan simulasi pembayangan. Model bangunan tiga dimensi (3D) existing menggunakan aplikasi DIVA (*daylight visualization*) dan *Grasshopper*. Empat alternatif *secondary skin* disajikan di dalam studi ini dimana salah satunya memberikan hasil yang optimal di dalam mereduksi sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan.

Sebuah penelitian terhadap fasad bangunan juga dilakukan oleh (Zhavira & Rito, 2020). Hasil simulasi dengan menggunakan aplikasi *Dialux* menunjukkan bahwa mayoritas ruangan di dalam bangunan belum mencapai tingkat kenyamanan visual yang sesuai dengan standar SNI. Penambahan *shading device*, bukaan dinding, dan *skylight* pada fasad bangunan dapat dilakukan untuk mengoptimalkan perolehan cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan.

Sebelumnya, penelitian terkait dengan desain fasad juga dilakukan oleh (Sabtalistia, 2017). Di dalam penelitian ini, peneliti melakukan simulasi *shading device* dengan jenis *egg crate* pada kondisi existing bangunan. Beberapa jenis *shading device* yaitu *horizontal louver*, *horizontal overhang*, *light shelf*, dan *vertical louver* diaplikasikan sebagai bentuk alternatif *design*. Dengan menggunakan aplikasi *Ecotect v5.20* hasil dari simulasi menunjukkan bahwa jenis *shading device* yang paling optimal di dalam mendukung pencahayaan alami adalah *vertical louver*. Sedangkan tipe *shading egg crate* menghasilkan efek pencahayaan alami yang paling lemah.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Erahman et al. (2015) juga melakukan simulasi dengan menggunakan *Ecotect radiance 2.0* untuk mengetahui efek dari penggunaan *shading device* terhadap bangunan. Terdapat dua tipe *shading* yang digunakan yaitu *shading device* dengan satu sirip dan *shading device* dengan empat sirip. Hasil dari penelitian ini menunjukkan *shading device* dengan empat sirip lebih baik di dalam mengurangi efek sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan. Bahkan tipe *shading device* ini mampu mengurangi efek pantulan sinar matahari.

Disisi lain Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo adalah unit pelaksana teknis dari Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang

bertugas untuk mengelola sumber daya air di Wilayah Sungai (WS) Bengawan Solo. Keberadaan Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo sangatlah penting untuk pengelolaan dan pengendalian banjir di wilayah Sungai Bengawan Solo. Pada tahun 2023, rencana pembangunan Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo akan dilaksanakan. Desain dari bangunan menggunakan pendekatan arsitektur modern dimana banyak menggunakan bukaan-bukaan dinding dari kaca. Menjadikan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan menjadi tinggi dan dapat menyebabkan silau atau *glare*. Pendapat ini didukung oleh studi yang pernah dilakukan oleh Isrohmannudin & Handoko (2019) bahwa dimensi bukaan dinding akan mempengaruhi intensitas pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruangan. Semakin luas bukaan dinding, maka akan semakin besar peluang cahaya matahari yang masuk dan akan semakin tinggi juga tingkat iluminasinya.

Hal ini kemudian menarik perhatian penulis untuk melakukan kajian simulasi pembayangan terhadap desain fasad bangunan Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. Pendekatan dengan menggunakan desain Arsitektur Tropis digunakan disini. Penggunaan *secondary skin* sebagai *sun shading* diaplikasikan dengan tujuan memberikan efek pembayangan untuk mengurangi efek sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan. Metode simulasi menggunakan software *SketchUp* yang telah ditambah *plugin "Curic Sun"* dilakukan untuk membandingkan efek dari pembayangan sebelum dan setelah desain bangunan menggunakan *secondary skin*.

Kajian Teori

Terdapat beberapa pengertian tentang arsitektur tropis, diantaranya menurut Karyono (2000) yaitu arsitektur yang mengacu pada kondisi iklim tropis secara keseluruhan. Desain bangunan dibuat sedemikian rupa untuk menyelesaikan permasalahan pada iklim tropis seperti panas sepanjang tahun, suhu dan kelembaban udara tinggi yang disertai dengan intensitas curah hujan yang juga tinggi. Sedangkan menurut Otte (2014) arsitektur tropis merupakan ilustrasi gagasan bentuk yang berkembang berdasarkan adaptasi terhadap lingkungan tropis lembab. Gagasan arsitektur tropis terutama mengacu pada adaptasi struktur terhadap iklim tropis, di mana keadaan tropis memerlukan pertimbangan khusus dalam desain. Lebih lanjut menurut Prianto et al. (2018) bangunan dengan desain arsitektur tropis memiliki keistimewaan yang menyesuaikan dengan kondisi iklim tropis. Ini juga disebut memiliki "bentuk tropis", dan melibatkan pertimbangan faktor-faktor seperti sistem sirkulasi udara, dinding berlubang, jendela, dan pintu, orientasi bangunan, dan opsi untuk melapisi selubung bangunan. Menurut Dede et al. (2020) arsitektur tropis dapat diartikan secara sederhana sebagai hasil dari perkembangan pemikiran dan budaya yang tumbuh di wilayah iklim tropis. Elemen-elemen penting dari arsitektur tropis merupakan hasil dari modifikasi desain atap, selasar/teras, dan ventilasi sebagai bentuk usaha untuk mengatasi permasalahan yang timbul di wilayah tropis. Hal serupa juga diungkapkan oleh Santoso and Sujatini (2022) yang mana arsitektur tropis merupakan suatu bentuk arsitektur yang menunjukkan ciri-ciri khusus sebagai adanya respon atau adaptasi morfologi bangunan terhadap pengaruh iklim tropis. Pengertian lain dari arsitektur tropis juga disampaikan oleh Utomo et al. (2021) yang menyebutkan bahwa arsitektur tropis adalah manifestasi dari karakteristik lokal dalam aspek lingkungan non budaya dimana desainnya merupakan representasi dari arsitektur vernakular di wilayah-wilayah tropis. Menurut Widodo & Herindiyati (2018) bentuk bangunan arsitektur tropis memiliki ciri-ciri sebagai berikut; Desain atap yang cukup tinggi dengan kemiringan lebih dari 30° sehingga panas dapat dihamburkan secara efektif di area bawah atap; Sebagian besar atapnya miring ke atas, sementara yang lain melengkung; Memiliki tritisan yang cukup lebar untuk mengurangi dampak tampias air hujan dan angin serta untuk mencegah sinar matahari langsung masuk ke dalam bangunan; Memiliki sejumlah lubang atau ventilasi untuk sirkulasi udara sehingga suhu ruangan dapat dipertahankan dengan nyaman; Di beberapa lokasi, rumah panggung menjadi elemen yang menonjol untuk persiapan menghadapi bencana alam dan ancaman satwa liar; Memanfaatkan berbagai bahan alami, termasuk kayu, batu, bambu, dan lainnya; Ukuran dan tata letak bangunan dimodifikasi untuk memenuhi kebutuhan; Mengoptimalkan ventilasi dan pencahayaan alami. Lebih jauh, menurut

Sulistyorini (2004), terdapat tiga material alami yang sering digunakan pada arsitektur tropis, yaitu bambu, kayu, dan batu alam. Ketiga material ini diketahui lebih rendah di dalam penyerapan panas sehingga dapat berperan sebagai *insulasi* bangunan.

Dari beberapa pengertian arsitektur tropis di atas dapat disimpulkan bahwa arsitektur tropis secara umum mengacu pada desain bangunan yang mengadaptasi diri terhadap kondisi iklim tropis. Konsep utama arsitektur tropis mencakup adaptasi struktur terhadap iklim tropis, seperti penyelesaian permasalahan terkait panas, suhu tinggi, kelembaban udara, dan curah hujan yang tinggi. Arsitektur tropis juga melibatkan aspek-aspek seperti sistem sirkulasi udara, desain atap, ventilasi, dan penggunaan bahan alami seperti kayu, bambu, dan batu. Selain itu, bentuk bangunan arsitektur tropis memiliki ciri-ciri khusus, seperti desain atap yang tinggi dengan kemiringan lebih dari 30°, tritisan yang lebar, ventilasi yang memadai, dan penggunaan bahan alami. Konsep ini juga mencakup ide bahwa arsitektur tropis bukan hanya hasil dari pertimbangan fungsional terkait iklim, tetapi juga merupakan manifestasi dari pemikiran dan budaya lokal di wilayah iklim tropis.

Fasad merupakan bagian yang pertama kali dilihat sehingga menjadi bagian yang penting dari suatu bangunan (Pattileamonia, 2016). Menurut Sandak et al. (2019) dalam arsitektur, fasad adalah sekat antara ruang luar dan ruang dalam bangunan yang memiliki peranan di dalam menjaga konsistensi iklim mikro pada bangunan terhadap pengaruh lingkungan di luar bangunan, terutama terkait dengan kondisi iklim dimana bangunan tersebut berada. Menurut Senasaputro et al. (2019) terdapat beberapa tipologi teknologi atau strategi desain fasad, diantaranya yaitu *curtain wall*, *cladding*, *double skin*, dan *secondary skin*.

Curtain wall merupakan elemen desain selubung bangunan yang konstruksinya terpisah dengan bangunannya. *Curtain wall* bisa menjadi pilihan karena harganya murah dan bebannya cukup ringan. Walaupun ringan tetapi *curtain wall* cukup kuat sehingga dapat menahan tekanan cuaca dan getaran. Jenis *curtain wall* diantaranya yaitu kaca. **Gambar 1** menunjukkan contoh bangunan yang menggunakan kaca sebagai *curtain wall*.



Gambar 1. Fasad dengan *curtain wall*
Sumber: www.elitewindowfactory.com

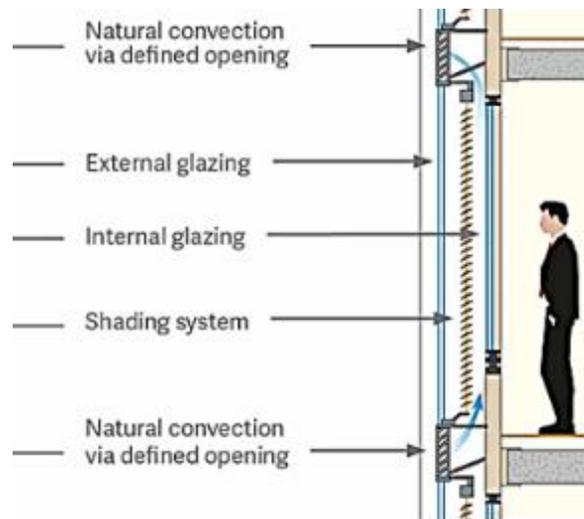
Cladding adalah struktur luar bangunan yang direkatkan dengan dinding luar sebagai pelapis yang bertindak sebagai pendukung untuk struktur utama eksterior bangunan. Dua fungsi utama *cladding* adalah menjadi elemen estetika serta perlindungan dari debu dan kotoran sehingga tidak mudah menembus bangunan dan tidak merusak struktur luar bangunan. Beberapa jenis *cladding* yang paling umum digunakan yaitu *vinyl cladding*, *PVC cladding*, *stone veneer cladding*, EIFS (*Exterior Insulation Finishing System*) dan *metal cladding*. **Gambar 2** menunjukkan contoh bangunan yang menggunakan *metal cladding*.



Gambar 2. Fasad dengan metal cladding

Sumber: www.pengadaan.web.id ; <https://artikel.rumah123.com/>

Double Skin Facade (DSF) merupakan dinding bangunan tambahan yang dipasang di depan dinding yang ada. Komponen utama DSF termasuk dinding terluar (*outer skin*), celah (*cavity/air gap*), dan dinding/tembok bagian dalam yang ada (*inner skin*). Tujuan penggunaan DSF adalah sebagai *shading* untuk mengurangi intensitas radiasi dan cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan. Gambar 3 menunjukkan detail konstruksi *double skin façade*.



Gambar 3. Detail Konstruksi Dari *Double Skin Facade*

Sumber: <https://www.glassnews.co.uk/>

Secondary skin dapat diartikan sebagai kulit paling luar bangunan yang tidak dihubungkan dengan dinding utama. Tujuan pemasangan *secondary skin* adalah sebagai *shading* untuk mereduksi intensitas sinar matahari dan dapat juga sebagai fitur dekoratif. Beberapa material yang umumnya digunakan sebagai *secondary skin* diantaranya yaitu: metal, kayu solid, besi hollow, dan bambu. Kondisi cuaca dan iklim harus dipertimbangkan pada saat pemilihan material *secondary skin*. Selain itu, desain *secondary skin* dapat dieksplorasi dengan berbagai cara, diantaranya dengan bentuk desain berongga dan tembus cahaya. Penempatan *secondary skin* lebih tepat jika diaplikasikan pada sisi struktur yang menerima paling banyak radiasi matahari. Gambar 4 menunjukkan bangunan yang menggunakan aplikasi *secondary skin* pada fasadnya.



Gambar 4. Bangunan Dengan Secondary Skin
Sumber: <https://idea.grid.id/>

METODE

A. Objek Studi

Objek dari penelitian ini adalah Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo yang berlokasi di jalan Proyek Bengawan Solo No.1 Kartasura, Jawa Tengah (**Gambar 5**). Bangunan ini adalah bangunan tiga lantai. Fasad bangunan sebagian besar menggunakan ACP dan terdapat bukaan kaca pada sisi barat dan timur. Fungsi dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo adalah sebagai balai pengembangan dan konservasi sumber air Bengawan Solo. Selain itu, keberadaan Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo juga bertujuan untuk pengelolaan sumber air dan pengendalian banjir Bengawan Solo.



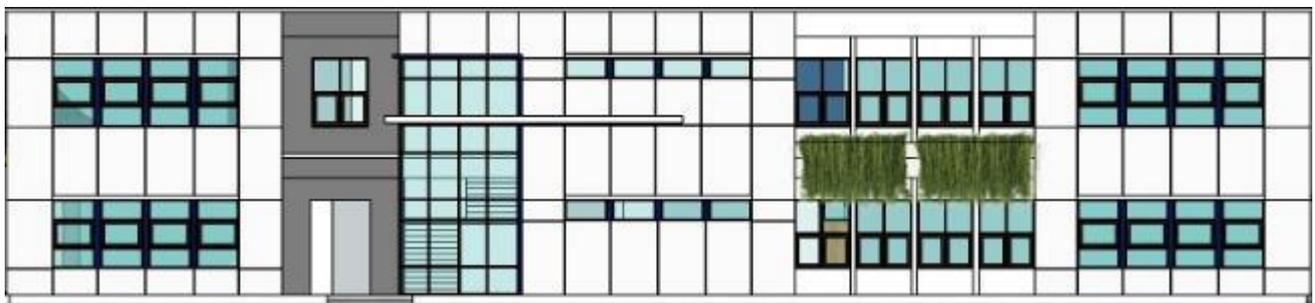
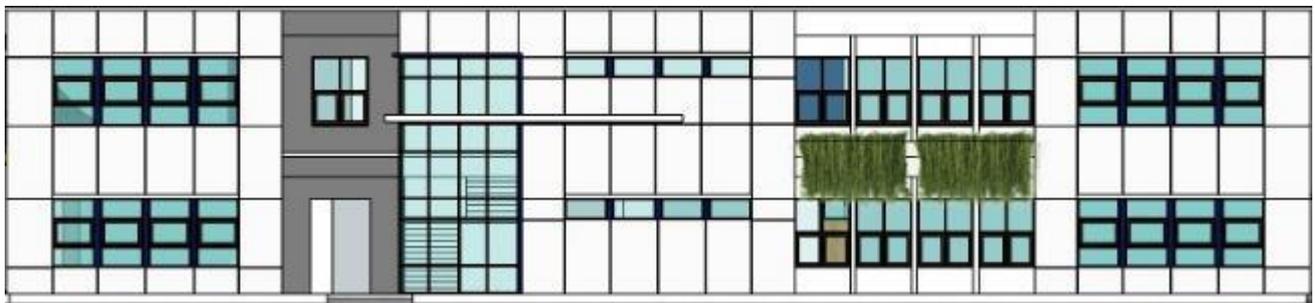
Gambar 5. Lokasi Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (a) Peta Lokasi Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (b) Site Plan Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo
Sumber: <https://bpbpd.surakarta.go.id/>, 2023

Data existing dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo adalah sebagai berikut:

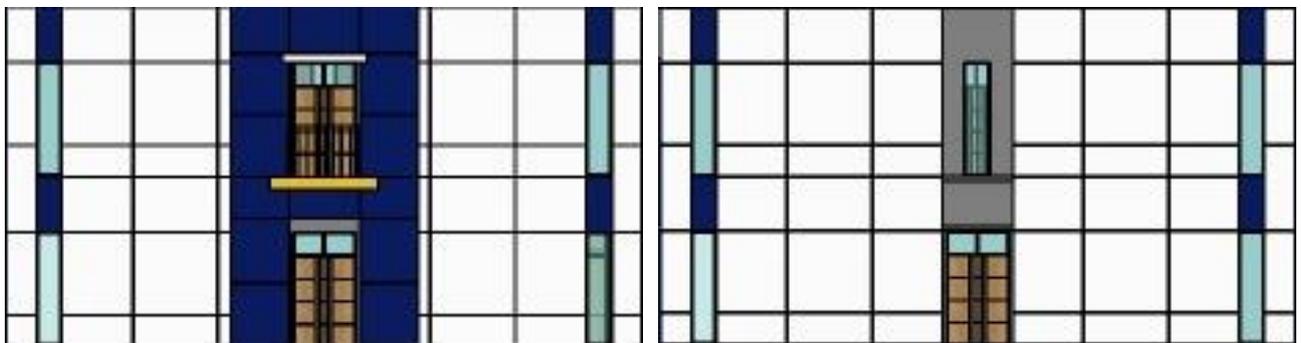
- Luas site: ± 3.570 m²
- Batas Barat: Lahan kosong
- Batas Timur: Lahan kosong
- Batas Utara: Gedung lama Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo
- Batas Selatan: Permukiman penduduk



(a)



(b)



(c)

Gambar 6. Desain Existing Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (a) Tampak Depan Existing Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo; (b) Buka Dinding Pada Area Fasad; (c) Lapisan *Aluminum Composite Panel* (Acp) Pada Area Fasad
Sumber: Dokumen PT. Widha Konsultan, 2023

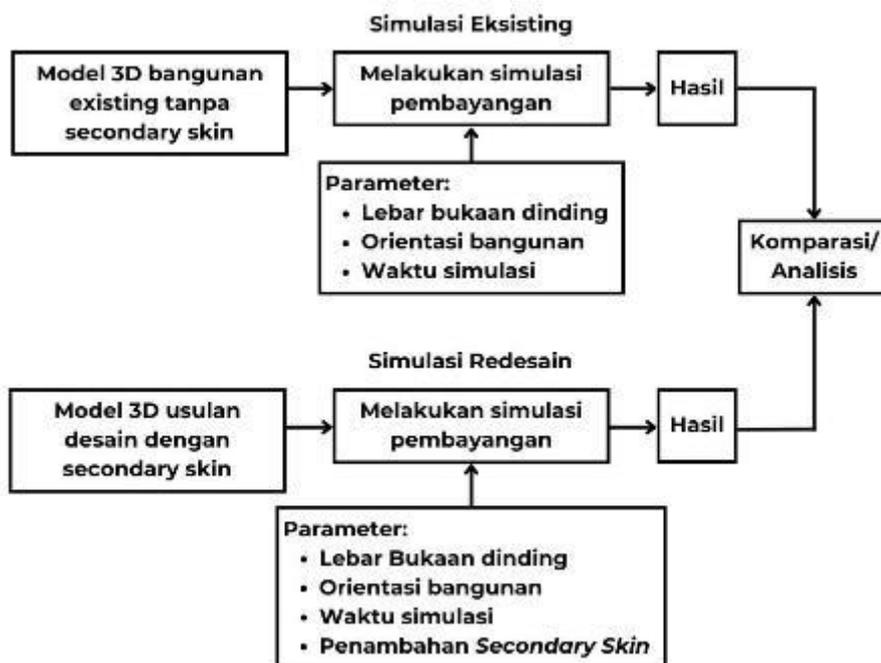
Fasad bangunan pada orientasi barat dan timur didominasi dengan banyaknya bukaan dinding. Sedangkan pada area lainnya menggunakan *Aluminum Composite Panel* (ACP) sebagai pelapis (**Gambar 6**).

B. Metode Penelitian

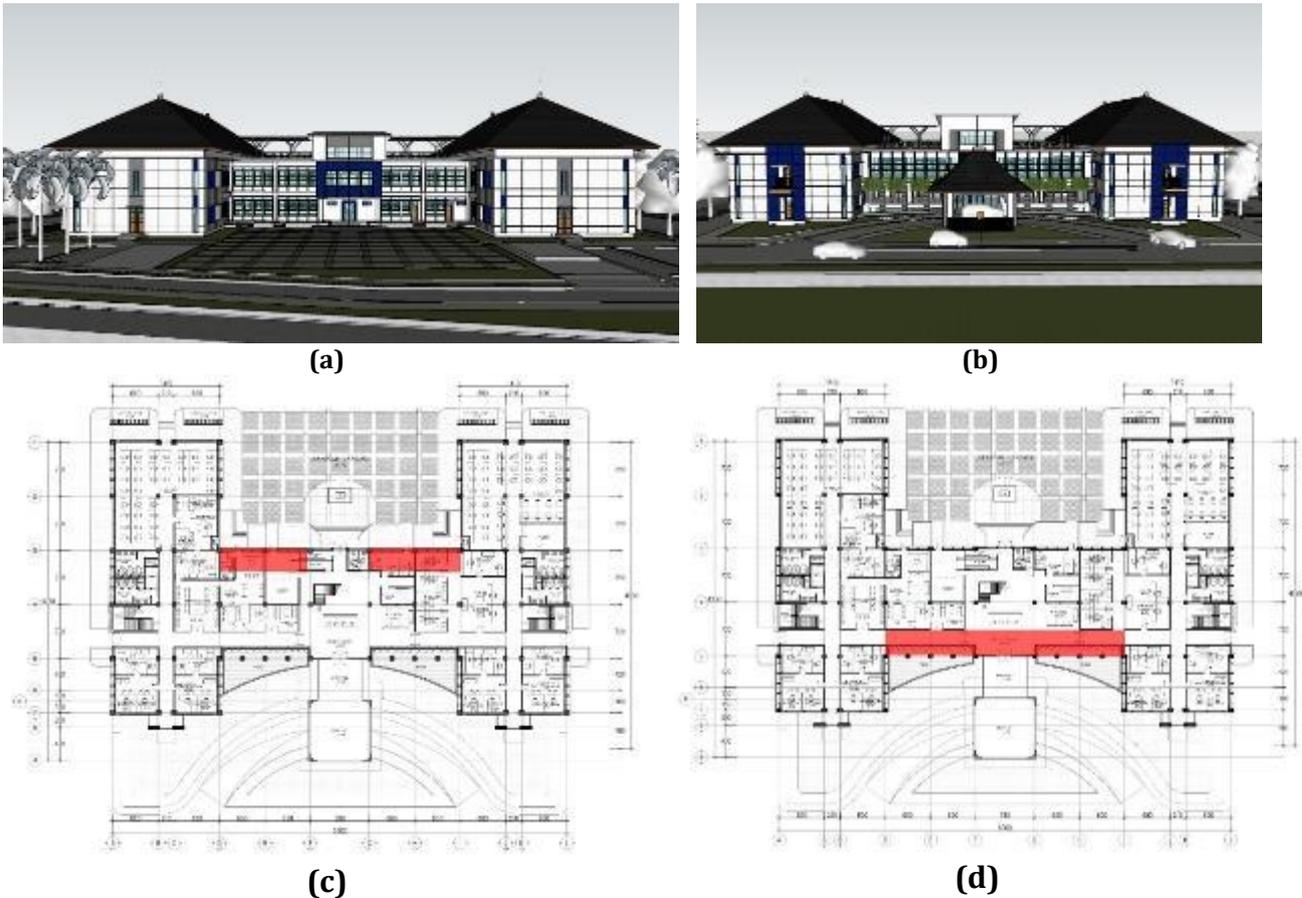
Penelitian ini menggunakan teknik simulasi pembayangan dengan software *SketchUp* yang telah diinstal *plugin "Curic Sun"*. Dengan menggunakan *plugin "Curic Sun"* maka akan lebih mudah di dalam mengatur waktu yang diinginkan untuk simulasi dan melihat posisi matahari pada waktu simulasi. Setelah *plugin "Curic Sun"* diinstal, maka dapat dilakukan pengaturan lokasi dimana bangunan berada. Waktu simulasi yang meliputi jam dan bulan juga diatur pada tahap ini. Dengan demikian, hasil simulasi yang diperoleh nantinya akan lebih akurat.

Sebelum prosedur simulasi dilaksanakan, maka dilakukan tahapan pemodelan 3D terlebih dahulu dengan menggunakan software *SketchUp*. Setting parameter yang meliputi lebar bukaan dinding, orientasi bangunan (barat – timur), tanggal, bulan, dan waktu simulasi diatur setelahnya. Pada tahapan ini, ditetapkan dua waktu simulasi yaitu pada pukul 08:00 dan 15:00 yang mewakili waktu simulasi untuk kondisi pagi dan siang hari. Untuk mengetahui luasan area yang tersinari matahari setiap tahunnya, simulasi desain existing bangunan dilakukan dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember untuk masing-masing *setting* waktu. Sehingga diperoleh 24 kali hasil simulasi yang menunjukkan luasan area yang tersinari matahari pada desain existing bangunan. Sedangkan untuk mengetahui luasan bidang yang tersinari matahari, maka dilakukan *tracing area* dengan menggunakan menu *line tools*.

Simulasi ke dua dilakukan untuk bangunan dengan *secondary skin*. Model 3D yang dibuat ditambahkan dengan *secondary skin* sebagai *sun shading*. Melalui tahapan / proses simulasi seperti pada kondisi existing, maka hasil simulasi yang di dapat kemudian dibandingkan untuk mengetahui perbedaan luasan area yang tersinari matahari sebelum dan sesudah penambahan *secondary skin*. **Gambar 7** menunjukkan diagram alur simulasi yang dilakukan di dalam penelitian ini. Sedangkan untuk objek simulasinya adalah area fasad timur dan barat dimana kedua fasad ini mendapatkan paparan sinar matahari yang lebih tinggi bila dibandingkan area fasad utara dan selatan (**Gambar 8**).



Gambar 7. Diagram alur tahapan metode simulasi



Gambar 8. Area fasad sebagai objek simulasi (a) Fasad timur; (b) Fasad barat; (c) Area ruangan untuk simulasi pada fasad timur; (d) Area ruangan untuk simulasi pada fasad barat
Sumber: Dokumen PT. Widha Konsultan, 2023

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Simulasi Kondisi Existing

Tabel 1 menunjukkan hasil simulasi sepanjang tahun pada kondisi existing di pagi hari (pukul 08:00). Berdasarkan hasil simulasi diketahui bahwa area yang tersinari cahaya matahari di pagi hari berkisar antara $4 \text{ m}^2 - 11 \text{ m}^2$. Dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya, simulasi pada bulan Februari memperlihatkan area terluas yang tersinari matahari. Sedangkan hasil simulasi yang menunjukkan area paling sedikit tersinari matahari adalah pada bulan Juni dan Juli. Rata-rata area yang tersinari selama satu tahun saat pagi hari adalah seluas $7,25 \text{ m}^2$.

Tabel 1. Hasil simulasi pembayaran fasad existing di pagi hari (08:00)

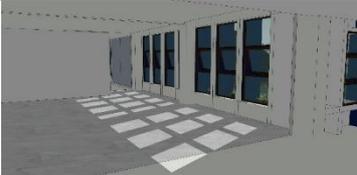
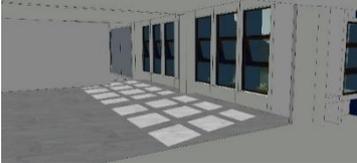
Waktu	Bulan	Simulasi	Hasil simulasi
08:00	Januari		Luas permukaan yang terkena sinar matahari di dalam ruangan $\pm 9 \text{ m}^2$

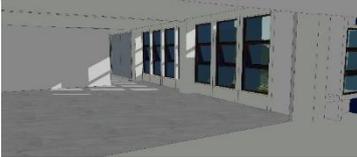
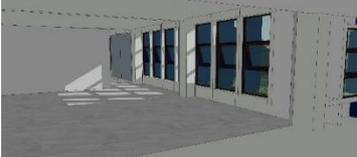
Waktu	Bulan	Simulasi	Hasil simulasi
08:00	Februari		Arah sinar matahari mulai melebar. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 11 m ²
08:00	Maret		Arah sinar matahari mendekati dinding. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 10 m ²
08:00	April		Sebagian sinar matahari mengenai dinding ruangan dan sebagian mengenai lantai. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 9 m ²
08:00	Mei		Intensitas sinar matahari yang menyinari permukaan dinding mulai menurun. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 4,5 m ²
08:00	Juni		Intensitas sinar matahari mulai menurun. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 4 m ²
08:00	Juli		Tidak jauh berbeda dengan bulan sebelumnya, luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 4 m ²
08:00	Agustus		Intensitas sinar matahari mulai kembali naik. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 7 m ²
08:00	September		Intensitas sinar matahari mulai kembali naik. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 8 m ²
08:00	Oktober		Arah sinar matahari mulai menjauhi dinding. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 7 m ²

Waktu	Bulan	Simulasi	Hasil simulasi
08:00	November		Sinar matahari mendekati posisi awal tahun. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 6,5 m ²
08:00	Desember		Sinar matahari kembali ke posisi awal tahun. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 7 m ²

Tabel 2 menunjukkan hasil simulasi sepanjang tahun pada kondisi existing di siang hari (pukul 15:00). Rata-rata area yang tersinari matahari di siang hari adalah seluas 23,42 m². Bila dibandingkan kondisi pada pagi hari, area fasad yang tersinari matahari di siang hari menunjukkan kenaikan yang signifikan, yaitu berkisar antara 14 m² – 31 m². Hal ini disebabkan karena area bukaan dinding pada sisi barat lebih luas bila dibandingkan dengan sisi timur.

Tabel 2. Hasil simulasi pembayangan fasad existing di pagi siang (15:00)

Waktu	Bulan	Simulasi	Hasil simulasi
15:00	Januari		Luas permukaan yang terkena sinar matahari di dalam ruangan ± 24 m ²
15:00	Februari		Tidak jauh berbeda dengan bulan sebelumnya, luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 22 m ²
15:00	Maret		Sinar matahari mendekati dinding, luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 30 m ²
15:00	April		Sebagian sinar matahari mengenai dinding ruangan dan sebagian lagi mengenai lantai. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 23 m ²
15:00	Mei		Sinar matahari mulai berkurang. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 22 m ²
15:00	Juni		Intensitas sinar matahari semakin menurun. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 19 m ²

Waktu	Bulan	Simulasi	Hasil simulasi
15:00	Juli		Intensitas sinar matahari semakin menurun. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 14 m ²
15:00	Agustus		Intensitas sinar matahari mulai kembali naik. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 16 m ²
15:00	September		Intensitas sinar matahari semakin menurun. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 23 m ²
15:00	Oktober		Arah sinar matahari mulai menjauhi dinding. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 30 m ²
15:00	November		Sinar matahari mendekati posisi awal tahun. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 31 m ²
15:00	Desember		Sinar matahari kembali ke posisi awal tahun. Luas permukaan yang terkena sinar matahari ± 27 m ²

B. Pendekatan Arsitektur Tropis Dengan *Secondary Skin* Sebagai Sun Shading

Untuk mengurangi intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan diperlukan pengolahan fasad yang tepat khususnya pada sisi barat dan timur. Rencana pengolahan fasad ini menggunakan pendekatan bangunan tropis yaitu dengan menambahkan tritisan dan *secondary skin* untuk mengoptimalkan efek pembayangan (**Gambar 9**). Jenis *secondary skin* yang digunakan menggunakan panel kayu yang dipasang membentuk kisi-kisi dengan sudut kemiringan 45° dengan jarak 30 cm.

Seperti yang disampaikan oleh Permana et al. (2017) bahwa efek radiasi matahari dapat diminimalkan melalui melalui strategi pembayangan, Kemudian oleh Hyde (2008) pembayangan akan memberikan manfaat di dalam mengontrol penyerapan panas dan penetrasi cahaya bagi bangunan. Sedangkan dengan adanya tritisan dan *secondary skin*, maka efektivitas pembayangan pada bangunan dapat lebih dioptimalkan. Seperti studi yang dilakukan oleh Utama & Prianto (2023) yang menyatakan bahwa untuk mengoptimalkan performa pembayangan pada fasad, dapat ditambahkan kisi-kisi kayu sebagai *secondary skin*.



Gambar 9. Penempatan secondary skin pada fasad

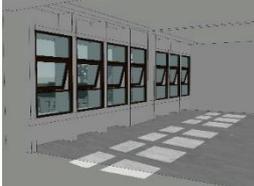
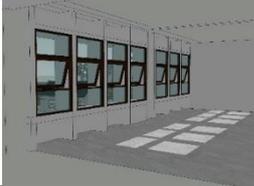
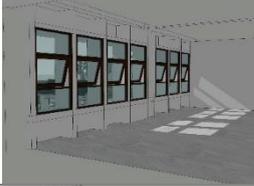
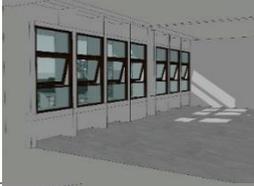
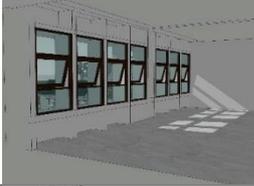
Sedangkan untuk mengetahui seberapa besar efektivitas desain secondary skin ini di dalam memberikan efek pembayangan pada fasad, maka dilakukan simulasi pembayangan sekali lagi untuk membandingkannya dengan hasil simulasi pada kondisi existing.

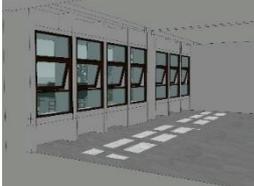
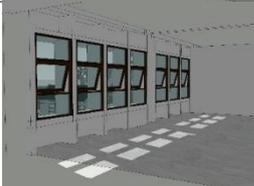
Berdasarkan hasil simulasi pada tabel 3 dan 4, terlihat bahwa aplikasi secondary skin pada desain facade Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo efektif di dalam mereduksi intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan. Hasil dari simulasi menunjukkan pada waktu pagi hari, secondary skin mampu mereduksi luasan area yang tersinari matahari menjadi 2 m^2 - 3 m^2 atau sekitar 33 % - 57 % bila dibandingkan dengan kondisi existing. Sedangkan simulasi pada siang hari juga menunjukkan hasil yang signifikan dari penggunaan secondary skin di dalam mereduksi sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan. Bila dibandingkan dengan kondisi existing, di siang hari, luas area yang tersinari matahari adalah 3.5 m^2 - 8 m^2 atau terjadi penurunan sekitar 50 % - 60 %. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Senasaputro et al. (2019) dimana keberadaan secondary skin dianggap telah berhasil jika menurunkan intensitas cahaya matahari yang masuk.

Meskipun begitu, hasil dari simulasi juga menunjukkan bahwa pada bulan-bulan tertentu, penggunaan secondary skin dapat menyebabkan ruangan tidak mendapatkan sinar cahaya matahari sehingga berpotensi ruangan tidak mendapatkan penerangan alami yang cukup. Seperti yang terlihat pada Gambar 10 dan Gambar 11. Di pagi hari, penempatan secondary skin akan menutup akses sinar matahari pada Bulan Januari sampai dengan Maret, kemudian berlanjut di Bulan November dan Desember (Gambar 10). Sedangkan di siang hari, secondary skin akan menutup akses sinar matahari pada Bulan April sampai dengan September (Gambar 11). Hal ini dimungkinkan terkait dengan sudut jatuh dari sinar matahari pada bangunan yang mana setiap tahunnya selalu berubah-ubah. Oleh karena itu, studi lebih lanjut terkait dengan desain secondary skin perlu untuk dilakukan. Khususnya terkait dengan penyesuaian desain secondary skin (bentuk geometri) dan aspek-aspek teknis lainnya

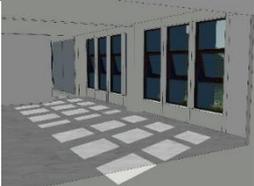
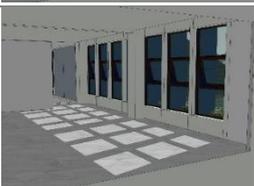
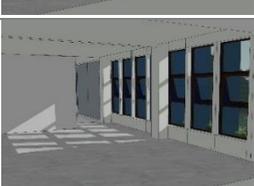
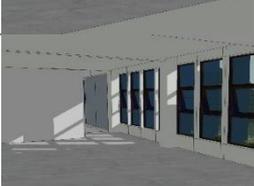
Tabel 3. Perbandingan hasil simulasi pembayangan pada fasad existing dan redesign di pagi hari (08:00)

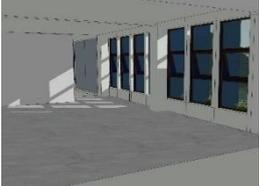
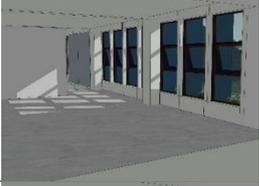
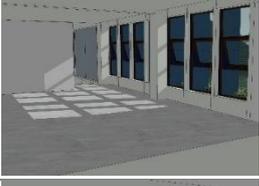
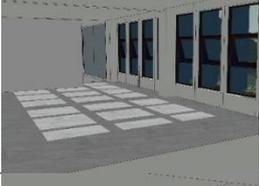
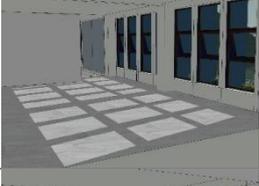
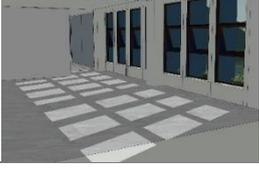
Waktu	Bulan	Simulasi fasad existing	Simulasi fasad redesign	Hasil simulasi
08:00	Januari			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan

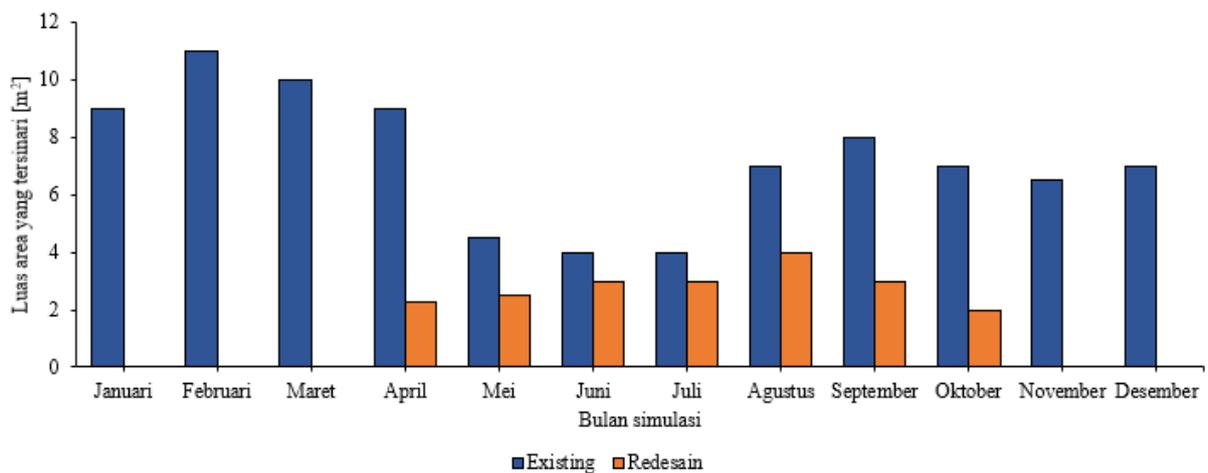
Waktu	Bulan	Simulasi fasad existing	Simulasi fasad redesain	Hasil simulasi
08:00	Februari			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan
08:00	Maret			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan
08:00	April			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 2,25 m ²
08:00	Mei			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 2,5 m ²
08:00	Juni			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 3 m ²
08:00	Juli			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 3 m ²
08:00	Agustus			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 4 m ²
08:00	September			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 3 m ²
08:00	Oktober			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 2 m ²

Waktu	Bulan	Simulasi fasad existing	Simulasi fasad redesain	Hasil simulasi
08:00	November			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan
08:00	Desember			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan

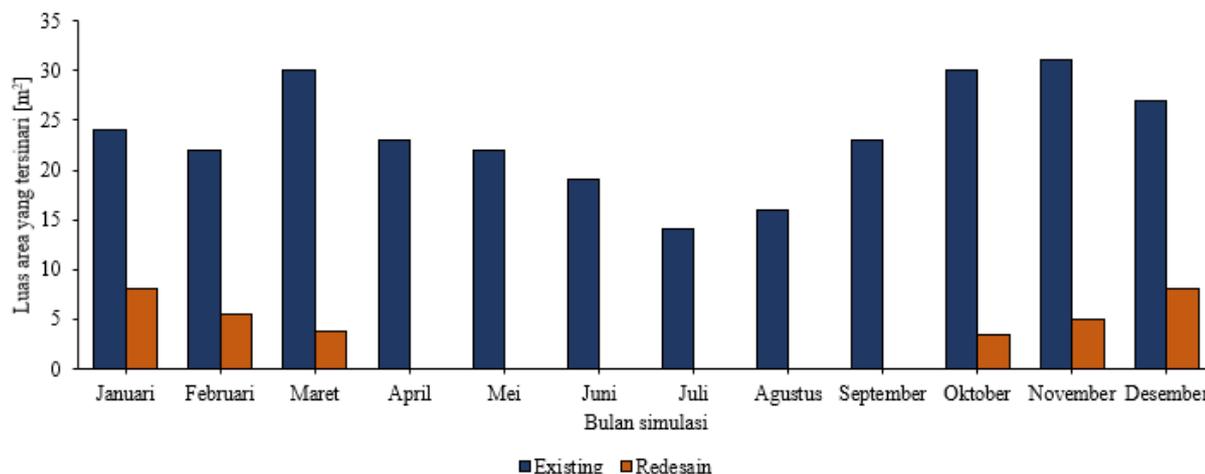
Tabel 4. Perbandingan hasil simulasi pembayangan pada fasad existing dan redesain di siang hari (15:00)

Waktu	Bulan	Simulasi fasad existing	Simulasi fasad redesain	Hasil simulasi
15:00	Januari			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 8 m ²
15:00	Februari			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 5,5 m ²
15:00	Maret			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 3,75 m ²
15:00	April			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan
15:00	Mei			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan
15:00	Juni			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan

Waktu	Bulan	Simulasi fasad existing	Simulasi fasad redesain	Hasil simulasi
15:00	Juli			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan
15:00	Agustus			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan
15:00	September			Sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam ruangan
15:00	Oktober			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 3,5 m ²
15:00	November			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 5 m ²
15:00	Desember			Hanya sedikit sinar matahari yang dapat memasuki ruangan. Luas area yang tersinari adalah 8 m ²



Gambar 10. Perbandingan antara Luasan Area yang Tersinari Matahari pada Kondisi Existing dan Redesain di Pagi Hari (08:00)



Gambar 11. Perbandingan antara Luasan Area yang Tersinari Matahari pada Kondisi Existing dan Redesain di Siang Hari (15:00)

KESIMPULAN

Hasil dari simulasi dengan menggunakan *software SketchUp* menunjukkan bahwa desain existing bangunan memiliki potensi yang cukup besar di dalam memasukkan sinar matahari ke dalam ruangan. Simulasi di pagi hari menunjukkan luas permukaan di dalam bangunan yang terkena sinar matahari adalah seluas $4 \text{ m}^2 - 11 \text{ m}^2$. Sedangkan pada siang hari, luasan areanya semakin bertambah menjadi $14 \text{ m}^2 - 31 \text{ m}^2$. Hal ini dikarenakan bukaan dinding pada sisi barat lebih luas bila dibandingkan dengan sisi Timur.

Untuk mengurangi intensitas sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan, penggunaan *secondary skin* diaplikasikan pada *façade* bangunan. Desain dari *secondary skin* berupa panel-panel kayu dengan arah kemiringan 45° dan jarak pemasangannya adalah 30 cm. Dengan demikian, diharapkan sinar matahari masih dapat masuk untuk memberikan pencahayaan alami.

Dari hasil simulasi terlihat bahwa penempatan *secondary skin* sangat efektif mereduksi intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan. Perbandingan antara desain sebelum dan setelah penggunaan *secondary skin* menunjukkan di pagi hari penurunan luasan area yang tersinari matahari menjadi $2 \text{ m}^2 - 3 \text{ m}^2$ atau berkurang sekitar 33 % - 57 % bila dibandingkan kondisi existing. Sedangkan di siang hari, luas area yang tersinari matahari adalah $3.5 \text{ m}^2 - 8 \text{ m}^2$ atau terjadi penurunan sekitar 50 % - 60 %.

Meskipun begitu, hasil dari simulasi pendekatan desain arsitektur tropis dengan penambahan *secondary skin* pada fasad juga menunjukkan bahwa pada bulan-bulan tertentu, terdapat ruangan - ruangan yang tidak mendapatkan cahaya matahari yang cukup, sehingga berpotensi terhadap penurunan intensitas penerangan alami. Hal ini dapat disebabkan oleh arah orientasi bangunan yang mempengaruhi tingkat paparan cahaya matahari pada ruang - ruang di dalamnya. Oleh karena itu, studi lebih lanjut terkait dengan efek desain *secondary skin* terhadap pencahayaan alami di dalam ruangan perlu untuk dilakukan. Khususnya terkait dengan penyesuaian desain *secondary skin* dan aspek-aspek teknis lainnya.

DAFTAR REFERENSI

- Anggoro, W. C. (2017). Penggunaan Teknologi Komputasi dalam Optimasi Fasad Bangunan Tropis (Studi Kasus: Gedung Henricus Constant).
- BPBD Kota Surakarta. n.d. <https://bpbd.surakarta.go.id/frontend/photos?date=2022-08-08&id=271#lg=1&slide=1>. Diakses pada 17 Juli 2023
- Cladding Wall, Bagian Eksterior Bangunan Yang Unik Dan Multifungsi | Pengadaan (Eprocurement). n.d. <https://www.pengadaan.web.id/2020/12/cladding-wall.html>. Diakses pada 17 Juli 2023.

- Dede, P. J. A. D., Siso, S. M., & Kerong, F. T. (2020). Pendekatan Arsitektur Tropis Pada Bangunan SMAK Syuradikara Ende. *TEKNOSIAR*, 14(1), 10-19. <https://doi.org/10.37478/teknosiar.v14i1.1131>
- Double Skin Facades: Selecting The Right Combination of Glass to Optimise Their Benefits - Glass News. n.d. <https://www.glassnews.co.uk/double-skin-facades-selecting-the-right-combination-of-glass-to-optimise-their-benefits/>. Diakses pada 17 Juli 2023.
- Elite Window Factory. <https://www.elitewindowfactory.com/>. Diakses pada 17 Juli 2023.
- Erahman, P. F., Agung, M. N., & Nurachmad, S. (2015). Kantor Sewa Dengan Pendekatan Pencahayaan Alami di Kota Malang. Tesis Program Sarjana. Universitas Brawijaya, Malang.
- Indraswara, M. S. & Rifan, Y. (2013). Pengaruh Sistem Pembayangan pada Bentuk Fasad Bangunan Perkantoran yang Hemat Energi (Studi Kasus Bangunan Kolonial di Kota Lama Semarang). *MODUL*, Vol. 13, No. 1, PP. 41-48. <https://doi.org/10.14710/mdl.13.1.2013.41-48>
- Isrohmannudin, T. N., & Handoko, J. P. S. (2019). Pengaruh Luasan Bukaian Terhadap Intensitas Pencahayaan Alami Dalam Ruang Asrama Mahasiswa UGM. Seminar Karya & Pameran Arsitektur Indonesia 2019 Sustainability in Architecture. SAKAPARI 2019, PP. 200-211.
- Karyono, T. H. (2000). Mendefinisikan Kembali Arsitektur Tropis di Indonesia. *Desain Arsitektur* 1 (April), PP. 7-8.
- Mau Pasang Secondary Skin? Ini Dia Fungsi Secondary Skin Yang Belum Kamu Diketahui! - IDEA. n.d. <https://idea.grid.id/read/09700524/mau-pasang-secondary-skin-ini-dia-fungsi-secondary-skin-yang-belum-kamu-diketahui>. Diakses pada 17 Juli 2023.
- Mengenal Wall Cladding, Pelindung Eksterior Bangunan Yang Multifungsi. n.d. <https://artikel.rumah123.com/mengenal-wall-cladding-bagian-eksterior-bangunan-yang-unik-dan-multifungsi-bisa-mempercantik-tampilan-luar-rumah-134272>. Diakses pada 17 Juli 2023.
- Otte, L. (2014). Taman Penitipan Anak Bernuansa Alami dan Inklusif di Yogyakarta Dengan Pendekatan Arsitektur Tropis. Thesis Program Sarjana. Fakultas Teknik. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Pattileamonia, R. A. V. (2016). Landasan Konseptual Perencanaan dan Perancangan Pusat Kebudayaan Maluku di Yogyakarta. Thesis Program Sarjana. Fakultas Teknik. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Permana, A. Y., Susanti, I., & Wijaya, K. (2017). Kajian Optimalisasi Fasad Bangunan Rumah Tinggal Dalam Menunjang Program Net Zero Energy Buildings (NZE-Bs). *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 1(1), 27. <https://doi.org/10.31848/arcade.v1i1.11>
- Prasetyo, V. F. A. L. (2015). Landasan Konseptual Perencanaan dan Perancangan Pusat Olahraga Papan Luncur 'Skateboarding Center' di Yogyakarta. Thesis Program Sarjana. Fakultas Teknik. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Prianto, E., Suyono, B., Pribadi, S. B., & Indraswara, M. S. (2018). Resilient Disain Tropis Pada Bangunan Kampus Universitas Diponegoro Semarang. *MODUL*, Vol. 18, No. 1, PP. 33-40. <https://doi.org/10.14710/mdl.18.1.2018.33-40>
- Sabtalistia, Y. A. (2017). Optimalisasi Pencahayaan Alami Dengan Alat Pembayang Matahari (Shading Device) Pada Jendela Ruang Kelas. *Jurnal Muara*, Vol. 1, No. 1, 196-203. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v1i1.430>
- Sandak, A., Sandak, J., Brzezicki, M., & Kutnar, A. (2019). Portfolio of Bio-Based Façade Materials. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-3747-5_6
- Santoso, R. & Sujatini, S. (2022). Arsitektur Tropis Adaptif Masa/Pasca Pandemi Pada Hotel Resort di Jakarta. *IKRAITH-Teknologi* 6 (3), 53-66. <http://dx.doi.org/10.37817/ikraith-teknologi.v6i3.2306>
- Senasaputro, B. B., Anandhita, G., & Purwanto. (2019). Penerapan Rancangan Fasad Biomimetik Sebagai Ekspresi Bentuk Dinamis Melalui Metode Pencarian Bentuk Algoritma. Project Report. Unika Soegijapranata, Semarang.
- Sulistyorini, D. (2004). Health Resort di Kawasan Wisata Batu Arsitektur Tropis dan Pemakaian Bahan Material Alami. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Utama, H., & Prianto, E. (2023). Pembayangan Bioklimatik pada Fasad Bangunan (Studi Kasus: Rumah Heinz Frick Semarang). *NALARs*, Vol. 22, No. 2, PP. 93-102. <https://doi.org/10.24853/nalars.22.2.93-102>
- Utomo, P. K., Sari, D. P., & Saptaningtyas, R. S. (2021). (Re) Interpretasi Arsitektur Tropis: Kajian Teoretis Tentang Determinasi Arsitektur Vernakular dan Regionalisme. *SADE*, Vol. 1, No. 2, PP. 63-68. <http://repository.unmul.ac.id/handle/123456789/9879>
- Hyde, R. (2008). Bioclimatic Housing: innovative design for warm climates. Earthscan. London, U.K.
- Widodo, S. & Herindiyati. (2018). Perancangan Pusat Kebudayaan Betawi Dengan Pendekatan Arsitektur Tropis di Jakarta. Report. Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Borobudur.
- Zhavira, F. R. & Rito, B. B. R. (2020). Evaluasi Fasad Kantor Universitas Terbuka di Serang Terhadap Optimalisasi Pencahayaan Alami Dalam Ruang. Seminar Karya & Pameran Arsitektur Indonesia 2020, Arsitektur untuk Indonesia Timur. SAKAPARI, 249-259.