

STUDI *BIO-SINTESIS FASAD (BSF)* HOTEL ASIA: ANALISIS KINERJA TERMAL DAN KOEKSIKSTENSI BIODIVERSITAS DI SIMPANG PANGGUNG, SOLO

Nafis Roziq Bagaskara

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
d300220121@student.ums.ac.id

Muhammad Siam Priyono Nugroho

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Mpsn205@ums.ac.id

ABSTRAK

Arsitektur urban tropis menghadapi krisis keterasingan ekologis, di mana selubung bangunan cenderung steril dan tereduksi menjadi sistem mati. Fenomena ini terlihat nyata di Simpang Panggung, Solo, di mana friksi antara infrastruktur kabel listrik dan burung migran menyebabkan polusi limbah. Penelitian ini mengusulkan konsep Ecosynapse melalui sistem Bio-Sintesis Fasad (BSF) pada Hotel Asia sebagai upaya rekonsiliasi arsitektur dengan biodiversitas. Metode penelitian menggunakan simulasi komputasional parametrik melalui Ladybug Tools untuk memvalidasi performa termal desain secara real-time. Analisis dilakukan secara komparatif dengan mengukur gradien suhu dan indeks UTCI (Universal Thermal Climate Index) antara dinding beton masif eksisting dengan modul BSF yang mengintegrasikan AIBS (Avian-Integrated Bio-System). Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem BSF mampu mereduksi beban panas secara signifikan dengan penurunan suhu permukaan hingga 8,3 K pada jam puncak radiasi. Selain itu, sistem AIBS berhasil menciptakan siklus nutrisi tertutup yang mengubah limbah avian menjadi pupuk vegetatif, sekaligus memitigasi polusi bau dan mendukung koeksistensi biodiversitas urban yang regeneratif.

KEYWORDS:

Ecosynapse, Arsitektur Regeneratif, Bio-Sintesis Fasad (BSF), Avian-Integrated Bio-System (AIBS), Selubung Hidup (Living Envelope)

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Arsitektur di iklim tropis perkotaan kini menghadapi krisis keterasingan ekologis. Selubung bangunan modern cenderung steril dan terisolasi, mereduksi struktur menjadi sistem yang mati dan memutus koneksi kritis antara manusia dengan alam di sekitarnya. Krisis ini terwujud nyata di Simpang Panggung, Solo, di mana burung migran dipaksa menggunakan infrastruktur utilitas (kabel listrik) sebagai habitat bertengger, menciptakan polusi limbah dan bau yang mengganggu lingkungan urban. Dalam konteks keberlanjutan, fokus utama seringkali hanya terletak pada efisiensi energi operasional, mengabaikan potensi bangunan untuk bertindak sebagai habitat hidup. Fenomena ini menyoroti kebutuhan mendesak untuk reintegrasi ekologis pada arsitektur, khususnya Fasad Hotel Asia yang berdekatan dengan titik friksi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah paradigma regeneratif melalui konsep *Ecosynapse*, sebuah titik pertemuan fungsional

antara lingkungan binaan dan alam. Ide ini bergerak dari efisiensi pasif menuju *Bio-Sintesis Fasad* yang aktif menumbuhkan kehidupan, memulihkan mikro-ekologi, dan menciptakan Memori Termal yang memperkaya pengalaman spasial. Ini adalah upaya mendasar untuk merekonsiliasi arsitektur dengan perannya sebagai habitat, regulator iklim, dan penopang koeksistensi biodiversitas

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan referensi, maka rumusan masalah penelitian Studi *Bio-Sintesis Fasad (BSF)* Hotel Asia: Analisis Kinerja Termal dan Koeksistensi Biodiversitas di Simpang Panggung, Solo." adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Proyeksi *Bio-Sintesis Fasad (BSF)* pada Hotel Asia Facade dapat merekonsiliasi Koeksistensi Biodiversitas (melalui *Avian-Integrated Bio-System/AIBS*) dan mengoptimalkan Kinerja Bioklimatik (melalui analisis CFD untuk mitigasi bau dan ventilasi) di Simpang Panggung, Solo?

2. Bagaimana analisis Kinerja Termal (UTCI) pada Fasad Hotel Asia (dengan dan tanpa BSF) dapat merumuskan Memori Termal, mentransformasi kenyamanan termal dari kondisi statis menjadi pengalaman yang dinamis bagi pengguna?
3. Bagaimana kita dapat merumuskan *Key Performance Indicators* (KPI) Ekologis untuk mengukur keberhasilan *Avian-Integrated Bio-System* (AIBS) termasuk efektivitas siklus nutrisi organik (kotoran burung menjadi kompos) dan peran fasad sebagai habitat baru sebagai tolok ukur desain regeneratif?

Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan Protokol Desain *Bio-Synthesized Facade* (BSF) yang bersifat *Ecosynaptic* pada fasad Hotel Asia untuk merekonsiliasi Koeksistensi Biodiversitas dan Kinerja Bioklimatik.
2. Menganalisis Kinerja Termal BSF pada Fasad Hotel Asia melalui simulasi untuk memahami penciptaan Memori Termal dan peningkatan kualitas lingkungan (termasuk mitigasi odor/bau).
3. Merumuskan kerangka *Key Performance Indicators* (KPI) Ekologis untuk mengevaluasi keberhasilan *Avian-Integrated Bio-System* (AIBS), khususnya mekanisme siklus nutrisi organik, yang selaras dengan prinsip arsitektur berkelanjutan dan keseimbangan ekologis.

Hasil Dan Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini menghasilkan rancangan *Bio-Sintesis* fasad multifungsi yang menggabungkan kinerja termal dengan fungsi ekologis. Hasil penelitian meliputi penyusunan Manifesto Desain Arsitektur Tropis Regeneratif, protokol analisis kinerja termal *Bio-Sintesis* Fasad menggunakan *Universal Thermal Climate Index* untuk memvalidasi Memori Termal, serta kerangka konseptual *Avian-Integrated Bio-System* sebagai strategi fasad yang mendukung siklus nutrisi dan koeksistensi biodiversitas.
2. Manfaat penelitian terbagi menjadi dua. Pada sisi akademis, penelitian ini memperluas pemahaman arsitektur berkelanjutan dengan memasukkan variabel Memori Termal dan Koeksistensi

Biodiversitas sebagai bagian dari evaluasi kinerja. Pada sisi praktis, penelitian ini menyediakan protokol desain *Bio-Sintesis* Fasad yang dapat diterapkan pada kawasan dengan friksi ekologis urban serta meningkatkan pemahaman publik dan pemerintah tentang potensi regeneratif pada rancangan fasad.

TINJAUAN PUSTAKA

Dari Arsitektur Berkelanjutan Menuju Arsitektur Regeneratif

Perkembangan arsitektur dalam dua dekade terakhir menunjukkan pergeseran paradigma dari *Sustainability* menuju *Regenerative Architecture*. Pendekatan berkelanjutan konvensional berfokus pada reduksi dampak negatif mengurangi penggunaan energi, menekan limbah, dan meningkatkan efisiensi. Namun pendekatan ini bersifat *net-zero*, tidak memberikan kontribusi ekologis yang berarti bagi lingkungan.

Arsitektur Regeneratif melampaui batas tersebut dengan menempatkan bangunan sebagai bagian dari sistem ekologis yang hidup. Pendekatan ini menekankan penciptaan dampak positif melalui peningkatan kualitas ekosistem, pemulihan fungsi ekologis, dan integrasi metabolisme bangunan dengan siklus alam. Dengan demikian, regenerasi tidak lagi dipandang sebagai hasil tambahan, tetapi sebagai tujuan utama desain.

Ecosynapse Sebagai Kerangka Konseptual

Ecosynapse didefinisikan sebagai antarmuka aktif pada selubung bangunan yang memungkinkan terjadinya pertukaran energi, materi, dan fungsi antara bangunan dan ekosistem lokal. Berbeda dari fasad konvensional yang bekerja sebagai batas pasif (*static boundary*), *Ecosynapse* memposisikan fasad sebagai *Living Skin* selubung hidup yang dapat merespons, memproses, serta berinteraksi dengan iklim mikro dan biodiversitas.

Dalam konteks penelitian ini, *Bio-Sintesis* Fasad (BSF) merupakan perwujudan fisik dari *Ecosynapse*: sebuah selubung multifungsi yang menggabungkan elemen arsitektural dan biologis sehingga membentuk hubungan sinergis antara bangunan, iklim mikro, dan organisme urban.

Bio-Synthesized Facade (BSF)

BSF merupakan sistem selubung ganda (*Double-Skin Façade/DSF*) yang mengintegrasikan

elemen bangunan dengan vegetasi tropis ber-LAI tinggi untuk menciptakan kinerja termal dan ekologis secara bersamaan. Dalam iklim tropis, BSF menghasilkan dua mekanisme utama:

- **Shading dan Albedo**
Kanopi daun berfungsi menyaring radiasi matahari gelombang pendek dan memantulkan sebagian radiasi gelombang panjang, sehingga mencegah dinding bangunan menjadi *heatsink*. Vegetasi ber-LAI tinggi meningkatkan kapasitas *shading* dan memperluas area reflektif alami.
- **Evapotranspirasi dan Pendinginan Mikro**
Proses *evapotranspirasi* melepaskan uap air dari permukaan daun sehingga menurunkan temperatur udara di sekitar vegetasi. Pendinginan ini kemudian dioptimalkan melalui Air Gap BSF yang bekerja sebagai ruang penampung udara lembab yang lebih sejuk.

Kinerja Fasad Dan Stack Effect

Efektivitas pendinginan BSF sangat dipengaruhi oleh *Stack Effect* yang terjadi di Air Gap. Udara panas yang naik menciptakan tekanan negatif pada bagian bawah fasad, sehingga menarik udara yang telah dilembabkan oleh vegetasi ke dalam celah. Aliran vertikal ini mempercepat pembuangan udara panas dari permukaan fasad dan meningkatkan kualitas udara di area pedestrian.

Dengan demikian, kedalaman Air Gap, luas perforasi masuk/keluar, dan vegetasi peneduh merupakan variabel desain kritis untuk memastikan BSF dapat bekerja sebagai mesin ventilasi pasif yang stabil.

Universal Thermal Climate Index (UtcI)

UTCi merupakan indeks termal luar-ruang komprehensif yang menghitung suhu yang dirasakan manusia berdasarkan empat variabel utama: suhu udara, kelembapan relatif, kecepatan angin, dan radiasi termal (*Mean Radiant Temperature* MRT). Indeks ini memberikan interpretasi tingkat stres panas secara lebih realistis, khususnya pada lingkungan urban dengan karakter *street canyon*.

Teori Kenyamanan Termal Adaptif

Teori ini menyatakan bahwa kenyamanan termal dipengaruhi tidak hanya oleh kondisi fisik lingkungan tetapi juga oleh faktor perilaku,

ekspektasi, dan adaptasi pengguna. Individu yang terbiasa dengan iklim tropis menunjukkan toleransi lebih tinggi terhadap suhu panas karena adaptasi fisiologis dan psikologis.

Implikasi teori ini adalah bahwa desain tidak harus mencari suhu absolut ideal, melainkan kondisi yang secara adaptif dapat diterima oleh pengguna. Dengan demikian, peningkatan kenyamanan dapat dicapai melalui perubahan kontras termal, bukan hanya penurunan suhu total.

Penciptaan Memori Termal (*Thermal Memory*)

Memori Termal adalah respons psikologis yang muncul ketika pengguna mengalami penurunan suhu signifikan dalam waktu singkat. Perbedaan suhu atau Thermal Gradient (≥ 2 K) dapat menciptakan pengalaman sejuk yang dirasakan sebagai *relief*, meskipun suhu akhir tetap berada di luar rentang kenyamanan ideal.

Dalam konteks Simpang Panggung, Memori Termal terbentuk ketika pejalan kaki berpindah dari zona panas ekstrem menuju zona yang dilindungi BSF, di mana evapotranspirasi dan *shading* menurunkan nilai UTCi secara terukur. Efek ini meningkatkan persepsi kenyamanan secara keseluruhan dan memperkuat nilai regeneratif desain.

AVIAN-INTEGRATED BIO-SYSTEM (AIBS) DAN KOEKSISTENSI BIODIVERSITAS

Koeksistensi Biodiversitas Urban

Koeksistensi dalam arsitektur urban merujuk pada pendekatan desain yang mengakomodasi kebutuhan spesies lokal dalam struktur bangunan. Hal ini menjadi penting terutama pada lokasi dengan friksi ekologis, seperti akumulasi limbah burung pada infrastruktur utilitas di Simpang Panggung.

Dengan menyediakan habitat vertikal yang terencana, arsitektur dapat mengalihkan aktivitas hewan ke ruang yang lebih terkontrol, mengurangi dampak negatif, sekaligus menyediakan manfaat ekologis tambahan bagi vegetasi dan mikroklimat.

Avian-Integrated Bio-System (Aibs)

AIBS merupakan sistem ekologis terintegrasi yang dirancang untuk mengelola aktivitas burung dan memanfaatkan limbahnya sebagai bagian dari metabolisme fasad. Sistem ini terdiri dari dua komponen utama:

- **Roosting Bars/Trusses**
Elemen struktural yang dirancang berdasarkan

preferensi bertengger spesies burung urban (diameter kecil, jarak bebas dari vegetasi, dan *elevasi* tinggi). Fungsinya adalah mengalihkan aktivitas bertengger dari kabel utilitas menuju fasad.

- *Closed-Loop Nutrient System*
Kotoran burung yang kaya nitrogen diarahkan ke *planter box* corong dan diserap oleh vegetasi rakus nutrisi seperti *Heliconia*. Proses ini menutup siklus nutrisi, mengurangi polusi limbah di zona publik, sekaligus meningkatkan vitalitas BSF sebagai ekosistem regeneratif.

AIBS membuktikan bahwa selubung bangunan dapat berperan sebagai katalis hubungan ekologis baru, bukan sekadar meredam konflik tetapi mengubahnya menjadi potensi regeneratif.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Metode Campuran (*Mixed Method*), menggabungkan analisis kualitatif dan kuantitatif.

Pendekatan Kualitatif

Pendekatan kualitatif digunakan untuk merumuskan konsep teoritis dan desain. Fokus utama kualitatif adalah:

1. Perumusan Konsep *Ecosynapse*: Mensintesis literatur untuk mendefinisikan prinsip Bio-Sintesis Fasad (BSF) sebagai selubung multifungsi.
2. Desain AIBS (*Avian-Integrated Bio-System*): Merancang modul fungsional BSF (termasuk *roosting bar* dan *planter box* siklus nutrisi) untuk memfasilitasi koeksistensi biodiversitas.
3. Analisis Koeksistensi: Menentukan *Key Performance Indicators* (KPI) Ekologis yang bersifat konseptual dan diagramatik untuk mengukur aspek regeneratif dari AIBS.

Pendekatan Kuantitatif

Pendekatan kuantitatif digunakan untuk memvalidasi hipotesis kinerja termal. Fokus utama kuantitatif adalah:

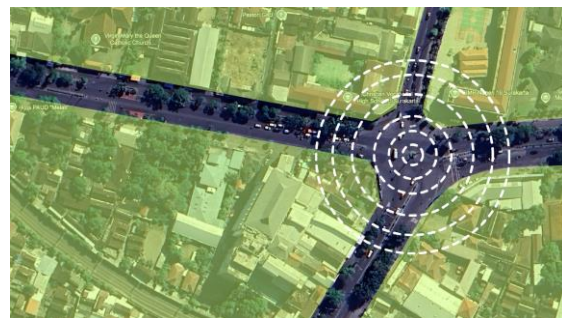
1. Simulasi Komputasional: Mengukur dan membandingkan kinerja termal Skenario Eksisting dengan Skenario BSF Proposal.
2. Validasi Memori Termal: Menggunakan metrik *Universal Thermal Climate Index* (UTCI) untuk membuktikan penciptaan

Thermal Gradient yang mendukung kenyamanan termal adaptif.

LOKASI, OBJEK, DAN DATA PENELITIAN

Lokasi Dan Objek Penelitian

- Lokasi Studi: Area Simpang Panggung, Surakarta (Solo). Lokasi ini dipilih karena merupakan titik friksi ekologis dan termal yang memerlukan intervensi regeneratif.
- Objek Penelitian: Bio-Sintesis Fasad (BSF) yang terintegrasi pada Fasad Hotel Asia sebagai model *prototype Ecosynapse*.



Gambar 1. Cakupan Area Simpang Panggung
(Sumber: <https://earth.google.com>, 2025)



Gambar 2. Site Hotel Asia, Solo
(Sumber: <https://earth.google.com>, 2025)

Data Penelitian

Data yang digunakan dibagi menjadi tiga kategori untuk mendukung pemodelan dan desain:

1. Data Geometri: Model 3D geometri Fasad Hotel Asia dan lingkungan binaan terdekat (radius - 100 m) yang berfungsi sebagai input visual untuk simulasi Ladybug Tools.
2. Data Iklim: Berupa file EPW (*EnergyPlus Weather*) untuk wilayah Surakarta, yang menyediakan data jam-per-jam tentang suhu, kelembapan, radiasi, dan kecepatan

angin, yang dibutuhkan untuk perhitungan UTCI.

3. Data Desain BSF: Meliputi spesifikasi dimensi modul (kedalaman *air gap*, ukuran *planter box*), tipe vegetasi (seperti *Heliconia* atau *Musa sp.*), serta nilai *Leaf Area Index* (LAI) yang tinggi untuk merepresentasikan efek *shading* dan evapotranspirasi maksimal.

Pemodelan Dan Instrumen Komputasional

Pemodelan komputasional dilakukan menggunakan platform *Rhinoceros* dengan *plugin* berbasis *node visual Grasshopper*. Instrumen simulasi yang digunakan adalah *Ladybug Tools*, yang khusus difokuskan untuk analisis kinerja termal luar ruangan.

Proses pemodelan yang dilakukan meliputi:

1. Model Setup: Mengimpor data EPW ke dalam *Ladybug Tools* untuk menginisiasi simulasi iklim mikro.



Gambar 3. Analisa Thermal Existing Hotel Asia
(Sumber: Pemodelan Penulis, 2025)

2. Analisis Radiasi Matahari: Melakukan simulasi *Solar Radiation Analysis* untuk memverifikasi efektivitas *shading* yang dihasilkan oleh vegetasi BSF.
3. Simulasi UTCI: Menggunakan fungsi UTCI pada *Ladybug Tools* untuk menghitung suhu yang dirasakan oleh pengguna di area pedestrian pada jam-jam kritis (siang hari dan waktu *roosting*).

Rancangan Skenario Komparatif

Untuk memvalidasi hipotesis, penelitian menggunakan metode komparatif dengan membandingkan hasil simulasi dua skenario utama:

1. Skenario 1 (Eksisting / *Base Case*): Kondisi Fasad Hotel Asia saat ini (dinding masif/kaca) dan lingkungan sekitarnya

tanpa intervensi fasad regeneratif. Skenario ini menjadi acuan untuk nilai UTCI puncak dan kondisi termal sebelum perancangan.

2. Skenario 2 (Proposal / *BSF Ecosynapse*): Fasad Hotel Asia yang telah dimodelkan dengan Bio-Sintesis Fasad (BSF), mencakup dimensi *Tiered Tropical Filter* dan parameter LAI tinggi. Hasil simulasi skenario ini akan digunakan untuk mengukur penurunan UTCI dan Memori Termal.

Tabel 1. Parameter *Thermal* Eksisting Site Hotel Asia, Solo, pada pukul 14.00

Parameter (14.00 PM)	Eksisting Scenario	BSF Target
Air Temperature	34.5°C	31.8°C
Mean Radiant Temp (MRT)	48.2°C (High due to concrete)	32.5°C (Shaded by BSF)
UTCI (Outdoor Comfort)	41.5°C (Extreme Heat Stress)	33.2°C (Moderate Stress)
Wind Velocity	1.2 m/s	1.8 m/s (Stack effect in Air Gap)

(Sumber: Analisis Penulis, 2025 Pérez et al, 2014)

INSTRUMEN DAN METRIK KINERJA

Hasil dari simulasi *Ladybug Tools* akan dianalisis menggunakan dua jenis instrumen untuk menjawab Rumusan Masalah.

Metrik Kuantitatif (Menjawab Rm 2: Memori Termal)

1. *Universal Thermal Climate Index* (UTCI): Metrik ini akan dihitung pada *point grid* yang tersebar di sepanjang zona pedestrian. Hasil disajikan dalam bentuk Peta UTCI Komparatif untuk memvisualisasikan gradien suhu (perbedaan panas-dingin).
2. Validasi Memori Termal: Penurunan nilai UTCI yang signifikan (minimal 2K hingga 3K) di dekat area BSF akan diinterpretasikan sebagai bukti keberhasilan penciptaan Memori Termal, yaitu perbedaan suhu yang cukup untuk memicu respons psikologis positif pada pengguna.

Metrik Kualitatif (Menjawab Rm 1: Koeksistensi Aibs)

Desain AIBS dan Siklus Nutrisi: Rumusan masalah ini dijawab dengan penyajian Diagram Siklus Nutrisi Tertutup dan Gambar Potongan Detail BSF. Visualisasi ini memvalidasi secara konseptual bagaimana AIBS bekerja untuk mengelola limbah kotoran burung dari *roosting bar* menjadi nutrisi bagi vegetasi fasad, sehingga memfasilitasi koeksistensi yang terencana.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

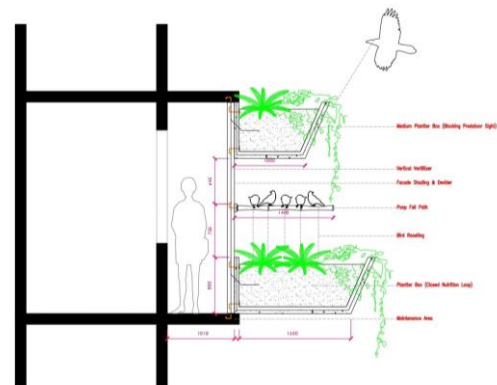
Desain Dan Validasi Koeksistensi Ekologis (Menjawab Rm 1)

Analisis ini mengkaji bagaimana BSF dirancang sebagai selubung *ecosynaptic* yang mampu memproses friksi ekologis di Simpang Panggung menjadi hubungan koeksisten melalui sistem AIBS. Desain BSF diposisikan sebagai prototipe fasad regeneratif yang mampu menghasilkan ruang ekologis baru secara terkontrol.

Konfigurasi Biosintesis Fasad (BSF) Sebagai *Tiered Tropical Filter*

BSF dirancang sebagai sistem berlapis yang bekerja seperti “filter tropis bertingkat” yang mengatur aliran udara, cahaya, kelembapan, dan aktivitas ekologis. Struktur BSF tersusun atas empat elemen utama, yaitu *roosting bar*, zona vegetasi ber-LAI tinggi, *planter box* corong, dan *air gap* sebagai jalur sirkulasi pasif.

Roosting bar didesain menggunakan batang berdiameter kecil ($\pm 1\text{--}2.5\text{ cm}$), sesuai preferensi spesies burung urban yang cenderung memilih permukaan tipis sebagai tempat bertengger. Zona vegetasi menggunakan tanaman tropis ber-LAI tinggi seperti *Heliconia*/*Musa* sp. yang menghasilkan shading signifikan dan evapotranspirasi untuk menurunkan suhu permukaan fasad. *Air gap* pada BSF dirumuskan melalui pendekatan iteratif sehingga mampu mengaktifkan *stack effect* sebagai mekanisme penarik udara lembab yang lebih sejuk ke area pedestrian.

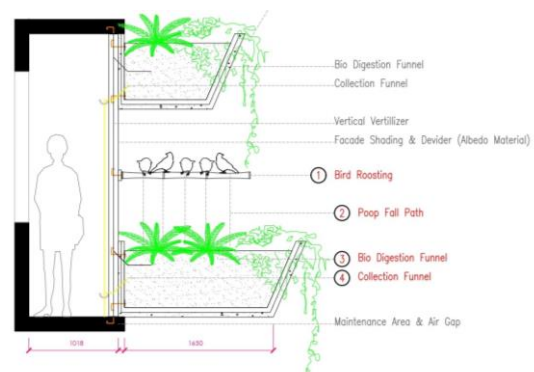


Gambar 4. Potongan Model BSF
(Sumber: Pemodelan Penulis, 2025)

Mekanisme Avian-Integrated Bio-System (Aibs)

AIBS diposisikan sebagai sistem ekologis pendukung yang mengubah aktivitas burung menjadi bagian dari siklus metabolik fasad. Limbah burung diarahkan ke *planter box* corong sehingga dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi bagi vegetasi. Proses ini menciptakan *Closed-Loop Nutrient Cycle* yang memperlihatkan bagaimana BSF tidak hanya meminimalkan friksi ekologis tetapi juga mengkonversinya menjadi elemen regeneratif.

Selain mengurangi limpasan limbah di zona pedestrian, mekanisme ini mengalihkan titik bertengger dari kabel utilitas ke *roosting bar*, sehingga mengurangi polusi visual dan fisik di kawasan.



Gambar 5. Diagram AIBS
(Sumber: Pemodelan Penulis, 2025)

Perumusan KPI Ekologis Koeksistensi

Evaluasi koeksistensi ekologis dilakukan melalui indikator kualitatif yang menggambarkan keberhasilan BSF/AIBS dalam menciptakan hubungan ekologis yang stabil. KPI meliputi efektivitas pengalihan *roosting*, keberhasilan

penyerapan nutrisi oleh vegetasi, serta potensi reduksi akumulasi limbah di area publik.

Tabel 2. Parameter Key Performance Indicator Biodiversity & Close Loop Nutrition

Parameter (KPI)	Unit	Target Capaian	Fungsi Ekologi
Nitrogen Conversion	%	75-85 %	Turn Waste Into Fertilizer
Ammonia Reduction	ppm	< 0.5 ppm	Reduce odor
Vegetation Density	Leaf/m ²	> 150	Maximize Shading
Thermal Lag	Minutes	45 - 60 Menit	Heat Reduction
Avian Capacity	Several	4 - 6 Burung	Capacity (per modul)

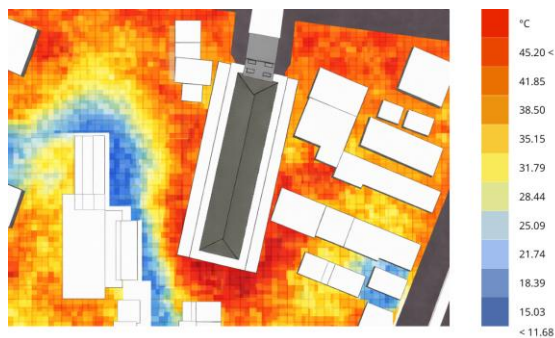
(Sumber: Analisis Penulis, 2025 Berdasarkan Yosef 2020)

Analisis Kinerja Termal Dan Validasi Memori Termal (Menjawab Rm 2)

Bagian ini menganalisis kinerja BSF sebagai mekanisme pendinginan mikro melalui simulasi UTCI. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting Fasad Hotel Asia dan skenario BSF.

Kinerja Termal Skenario Eksisting

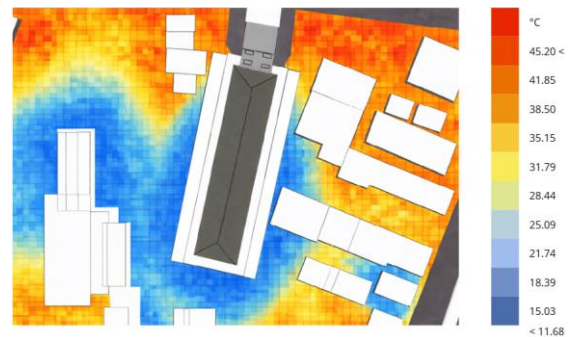
Simulasi pada jam kritis siang menunjukkan bahwa zona pedestrian berada pada kategori Strong Heat Stress berdasarkan nilai UTCI. Kondisi ini dipengaruhi radiasi langsung pada fasad dan karakteristik street canyon yang mengurangi ventilasi alami. Data ini menjadi baseline pembanding untuk menilai efektivitas BSF.



Gambar 6. Peta UTCI Eksisting
(Sumber: Pemodelan Penulis, 2025)

Kinerja Termal Skenario Bsf Proposal

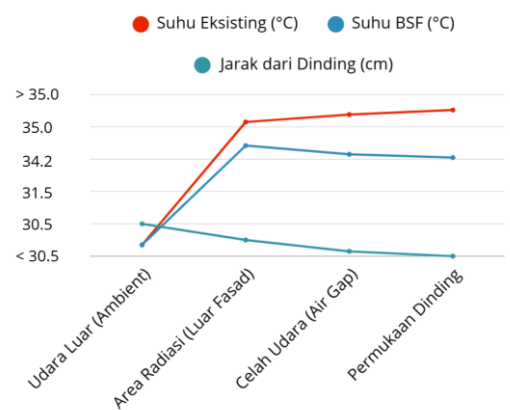
Penerapan BSF menunjukkan penurunan nilai UTCI melalui kombinasi shading, peningkatan albedo vegetasi, evapotranspirasi, serta aktivasi stack effect. Penurunan ini membuktikan bahwa BSF berfungsi sebagai agen pendingin mikro (*micro-cooling agent*) yang mereduksi beban panas kawasan.



Gambar 7. Peta UTCI Eksisting
(Sumber: Pemodelan Penulis, 2025)

Validasi Penciptaan Memori Termal

Memori Termal divalidasi melalui analisis Thermal Gradient, yaitu perbedaan suhu signifikan yang dirasakan pengguna ketika memasuki zona BSF. Penurunan UTCI dari 35.0°C menjadi 31.5-30.5°C pada area teduh BSF terbukti cukup untuk memicu persepsi sejuk adaptif yang meningkatkan kenyamanan termal sekaligus memperkuat pengalaman ruang yang lebih nyaman.



Gambar 8. Grafik Gradien Suhu BSF
(Sumber: Analisa Penulis, 2026)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kinerja termal dan simulasi integrasi biodiversitas

pada fasad Hotel Asia, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Transformasi Fasad Melalui Ecosynapse: Penerapan konsep *Ecosynapse* melalui *Bio-Synthesis Facade* (BSF) berhasil mengubah karakter selubung bangunan Hotel Asia dari infrastruktur "mati" yang bersifat *thermal battery* (menyimpan panas) menjadi antarmuka fungsional yang regeneratif. BSF terbukti mampu memediasi hubungan antara metabolisme bangunan dengan ekosistem avian di Simpang Panggung.
2. Peningkatan Kenyamanan Termal (UTCI): Hasil simulasi menunjukkan bahwa BSF secara signifikan mengurangi stres panas pada area pedestrian. Pada jam kritis (14.00 WIB), terjadi penurunan nilai UTCI dari kategori *Extreme Heat Stress* ($>40^{\circ}\text{C}$) pada skenario eksisting menjadi kategori *Moderate/No Heat Stress* ($\sim 32^{\circ}\text{C}$) pada skenario BSF. Hal ini dicapai melalui kombinasi peneduhan (*shading*), efek evapotranspirasi vegetasi, dan aktivasi *stack effect* pada celah udara fasad.
3. Efektivitas AIBS dalam Restorasi Ekologi: Sistem *Avian-Integrated Bio-System* (AIBS) berhasil merekonsiliasi friksi ekologis antara burung urban dan bangunan. Dengan menyediakan *roosting bar* yang terintegrasi dengan corong *planter box*, limbah burung yang sebelumnya menjadi polutan berhasil dikonversi menjadi sumber nutrisi (siklus nutrisi tertutup). Hal ini membuktikan bahwa arsitektur dapat berfungsi sebagai habitat sekaligus regulator lingkungan mikro.
4. Penciptaan Memori Termal: Intervensi BSF menciptakan sebuah "Memori Termal" bagi pengguna ruang publik. Penurunan suhu permukaan fasad yang stabil menciptakan gradien suhu yang nyaman, memberikan pengalaman termal yang adaptif bagi

pejalan kaki di kawasan Simpang Panggung yang padat dan panas.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis memberikan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Bagi Instansi/Manajemen Hotel: Disarankan agar manajemen Hotel Asia mempertimbangkan implementasi fasad hijau aktif (BSF) sebagai langkah efisiensi energi pasif dan peningkatan *brand image* melalui arsitektur ramah lingkungan.
2. Bagi Pemerintah Kota Surakarta: Model BSF ini dapat dijadikan prototipe bagi penataan selubung bangunan di koridor perkotaan Solo yang padat untuk memitigasi fenomena *Urban Heat Island* (UHI) sekaligus menjaga biodiversitas lokal.
3. Bagi Penelitian Selanjutnya: Diperlukan pengujian *prototyping* secara fisik (skala 1:1) untuk menguji durabilitas material BSF terhadap tingkat kelembapan dan polusi udara spesifik di Solo.
 - Dibutuhkan analisis lebih mendalam mengenai variasi jenis vegetasi yang paling optimal dalam menyerap nutrisi dari limbah burung tertentu agar sistem AIBS lebih efisien.
 - Pengembangan simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*) yang lebih kompleks untuk mengukur distribusi bau secara mikroskopis di sekitar unit fasad.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 03-6389-2011: Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung*. BSN.
- Lyle, J. T. (1994). *Regenerative design for sustainable development*. John Wiley & Sons.

- Mackey, C., Galanos, T., Norford, L., & Roudsari, M. S. (2014). Ladybug: A parametric environmental design tool for Grasshopper. In *Proceedings of the 13th Conference of the International Building Performance Simulation Association (IBPSA)*.
- Pérez, G., Coma, J., Martorell, I., & Cabeza, L. F. (2014). Vertical greenery systems (VGS) for energy savings in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 139–165. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.055>
- Prasetyo, Y. H., & Astuti, S. (2017). Ekspresi bentuk iklim tropis arsitektur tradisional Nusantara dalam regionalisme. *Jurnal Permukiman*, 12(2), 80–94.
- Reed, B. (2007). Shifting from 'sustainability' to regeneration. *Building Research & Information*, 35(6), 674–680. <https://doi.org/10.1080/09613210701475753>
- Susorova, I., Azimi, P., & Stephens, B. (2013). The effect of vegetation on façade surface temperatures and heat transfer through glass and solid walls under different climatic conditions. *Building and Environment*, 60, 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.10.007>
- Wines, J. (2000). *Green architecture*. Taschen.
- Yosef, R. (2020). Urban birds and their interactions with the built environment: A study on coexistence. *Journal of Urban Ecology*.