STUDI PENDEKATAN BIOMIMIKRI DALAM DESAIN ARSITEKTUR BERKELANJUTAN

Yehezkiel Malvin Purba[1)], Martinus Bambang Susetyarto [2)*]
[1,2)]Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Trisakti, Jakarta
**Corresponding Author* : Bambang.s@trisakti.ac.id

Diterima: 22 Mei 2025	Revisi: 27Mei 2025	Disetujui: 27 Mei 2025	Terbit: Mei 2025

ABSTRAK

Perkembangan arsitektur modern dihadapkan pada tantangan yang kompleks, khususnya terkait efisiensi penggunaan sumber daya, pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan, serta adaptasi terhadap perubahan iklim. Penelitian ini membahas penerapan pendekatan biomimikri dalam desain arsitektur berkelanjutan sebagai solusi potensial terhadap tantangan tersebut. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi multipel kasus terhadap tiga bangunan ikonik. Setiap objek studi dianalisis berdasarkan tiga prinsip utama biomimikri, yaitu inspirasi bentuk alami, struktur dan material, serta prinsip keberlanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kerangka konseptual biomimikri dalam arsitektur berkelanjutan, serta menjadi acuan dalam merancang bangunan masa depan yang lebih adaptif dan selaras dengan lingkungan alam.

Kata Kunci: *Biomimikri, Arsitektur Berkelanjutan, Desain berbasis alam*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan arsitektur modern saat ini dihadapkan pada tantangan yang semakin kompleks, khususnya dalam memenuhi tuntutan efisiensi penggunaan sumber daya, pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan, serta kemampuan adaptasi terhadap perubahan iklim global. Kondisi ini menuntut adanya pendekatan desain yang tidak hanya inovatif secara estetika dan fungsional, tetapi juga selaras dengan prinsip-prinsip keberlanjutan.

Salah satu pendekatan yang berkembang dan menawarkan potensi transformatif dalam menciptakan lingkungan binaan yang adaptif dan ramah lingkungan adalah biomimikri. Istilah ini berasal dari bahasa Yunani, yaitu *bios* yang berarti "kehidupan" dan *mimesis* yang berarti "meniru", sehingga secara harfiah dapat diartikan sebagai "meniru kehidupan". (Benyus, 1997) Biomimesis atau Biomimikri merupakan sebagai cabang ilmu yang mempelajari gagasan serta proses terbaik yang ada di alam dan meniru desain gagasan serta proses tersebut untuk menyelesaikan permasalahan manusia. Biomimikri juga merupakan emulasi dari strategi yang ditemukan di lingkungan hidup, yang dijadikan dasar rancangan oleh manusia.

Biomimikri merupakan pendekatan desain yang mengambil inspirasi dari sistem, proses, dan bentuk yang ditemukan di alam, untuk diterapkan dalam perancangan solusi yang efisien, inovatif, dan berkelanjutan. Meskipun demikian, penerapan biomimikri dalam arsitektur masih menghadapi sejumlah hambatan, seperti keterbatasan teknologi, biaya pengembangan yang relatif tinggi, serta belum tersusunnya kerangka konseptual yang komprehensif. Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam untuk mengevaluasi sejauh mana prinsip-prinsip biomimikri dapat diterapkan secara efektif dalam desain arsitektur berkelanjutan.

Melalui studi kasus terhadap sejumlah bangunan ikonik yang telah menerapkan prinsip biomimikri, penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi pendekatan tersebut dalam mendukung praktik arsitektur yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan, sekaligus menjadi solusi dalam menghadapi tantangan keberlanjutan di masa depan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan prinsip-prinsip biomimikri dalam desain arsitektur berkelanjutan melalui analisis studi kasus bangunan dari berbagai belahan dunia. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk:

a. Mengidentifikasi strategi desain arsitektur yang terinspirasi dari bentuk, proses, dan sistem alam pada arsitektur biomimikri.
b. Mengevaluasi dampak lingkungan dari penerapan pendekatan biomimikri dalam arsitektur.

II. STUDI PUSTAKA

1.1 Pengertian Arsitektur Biomimikri

Arsitektur biomimikri merupakan pendekatan desain yang menggunakan alam sebagai model dalam merumuskan solusi terhadap permasalahan arsitektur, serta sebagai sumber inspirasi dalam pembentukan wujud bangunan (Okeke, 2017). Pendekatan ini tidak semata-mata meniru bentuk fisik dari organisme, tetapi lebih menekankan pada pengambilan esensi fungsi dan keunikan bentuk intrinsik suatu objek alami. Oleh karena itu, meskipun bentuk bangunan mungkin menyerupai objek di alam, tujuan utamanya adalah menciptakan desain yang adaptif, efisien, dan berkelanjutan berdasarkan prinsip-prinsip yang ditemukan di alam.

Arsitektur biomimikri mengintegrasikan ide-ide alamiah ke dalam konsep buatan manusia, melalui pendekatan ilmiah maupun artistik. Inovasi dalam desain biomimikri tidak selalu bersifat imitasi visual terhadap tanaman atau hewan, tetapi lebih pada pemahaman terhadap bagaimana alam bekerja—baik dari segi struktur, material, hingga sistem ekologis.

1.2 Prinsip-Prinsip Biomimikri dalam Arsitektur

Menurut Verbrugghe (2023), terdapat tiga prinsip utama dalam arsitektur biomimikri, yaitu: (1) inspirasi bentuk, (2) struktur dan material, dan (3) prinsip

keberlanjutan. Ketiga prinsip ini saling melengkapi dalam membentuk pendekatan biomimikri yang utuh dalam arsitektur.

a. Bentuk

Prinsip bentuk dalam biomimikri merupakan penerapan metaforis dari alam, di mana ide-ide desain diambil dari bentuk-bentuk alami untuk menghasilkan arsitektur yang sinergis secara visual dan konseptual. Pemodelan bentuk bangunan merujuk pada estetika serta fungsi dari elemen alam, dan sering kali dikaitkan dengan teknologi struktur dan material yang relevan.

b. Struktur dan Material

Prinsip ini bertujuan mencari inovasi struktur dan material bangunan berdasarkan inspirasi dari alam (Tsui, 1999). Banyak studi kasus bangunan biomimikri menunjukkan eksplorasi terhadap struktur yang inovatif—baik sebagai gagasan baru maupun modifikasi dari sistem konvensional—yang dikembangkan dari interpretasi metaforis terhadap elemen struktural di alam. Penggunaan material dalam arsitektur biomimikri biasanya difokuskan pada efisiensi, kekuatan, dan keberlanjutan, serta pemanfaatan teknologi mutakhir dan pendekatan ilmiah.

c. Prinsip Keberlanjutan

Aspek keberlanjutan menjadi inti dari pendekatan biomimikri, dengan meniru strategi organisme dan ekosistem untuk menciptakan bangunan yang hemat energi, efisien dalam penggunaan sumber daya, dan berdampak minimal terhadap lingkungan. Bangunan dirancang untuk beradaptasi secara alami dengan kondisi iklim dan geografisnya, serta mendukung keseimbangan ekologis.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip, arsitektur biomimikri membuka peluang untuk menciptakan bangunan yang tidak hanya inovatif secara desain, tetapi juga lebih harmonis dengan alam dan berkelanjutan secara jangka panjang.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi multipel kasus untuk menganalisis implementasi biomimikri dalam desain arsitektur yang berkelanjutan

a. Pengumpulan data

Data sekunder diperoleh melalui studi literatur terhadap buku, jurnal, dan sumber digital yang relevan dengan teori arsitektur biomimikri.

b. Analisis data

Menganalisis objek penelitian terhadap 3 prinsip dari teori arsitektur biomimikri yang diterapkan.

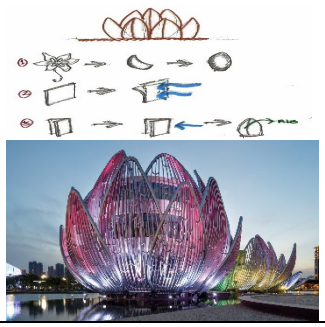
c. Kesimpulan

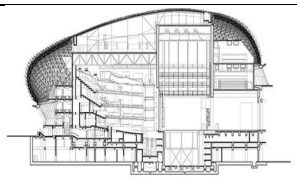
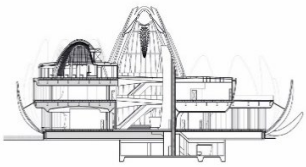
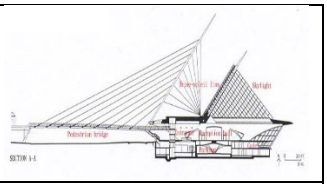
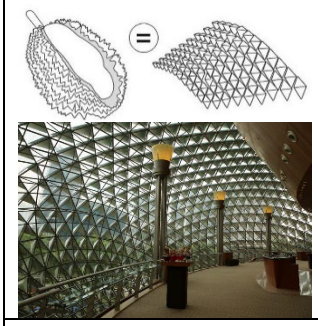
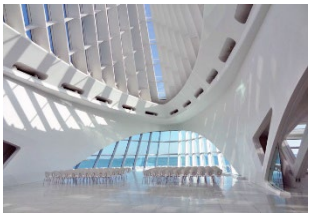
Kesimpulan didapat dari hasil analisis objek terhadap teori arsitektur biomimikri yang diterapkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam upaya mengkaji integrasi prinsip-prinsip arsitektur biomimikri, penelitian ini menganalisis tiga studi kasus bangunan ikonik dari berbagai negara, yaitu Esplanade Theatre di Singapura, The Lotus Building di Tiongkok, dan Milwaukee Art Museum di Amerika Serikat. Ketiga bangunan tersebut dirancang dengan mengadopsi prinsip-prinsip arsitektur biomimikri, yang mencakup inspirasi dari bentuk alami, struktur dan material, serta prinsip keberlanjutan. Analisis terhadap masing-masing bangunan difokuskan pada bagaimana ketiga aspek tersebut diterapkan secara nyata dalam desain dan konstruksi, serta sejauh mana pendekatan biomimikri berkontribusi terhadap performa arsitektural dan lingkungan bangunan.

Tabel 1.1. Hasil dan Pembahasan

Aspek	Esplanade Theatre	The Lotus Building	Milwaukee Art Museum
Bangunan	 Esplanade.com	 Archdaily.com	 mam.org
Bentuk Konsep massa bangunan			
	Fasad gedung dirancang dengan bentuk terinspirasi dari kulit durian dan kerang laut. Desain arsitektural ini digunakan untuk merespons kondisi iklim tropis yang panas dan lembap.	Bentuk terinspirasi dari bunga Teratai. Bentuk fasad yang menyerupai kelopak teratai representasi dari alam yang muncul karena bangunan letaknya berada di danau buatan	Massa bangunan terinspirasi dari bentuk burung, kapal, dan ombak. Podium menyerupai kapal pesiar, sementara tiang atap tampak seperti burung yang siap terbang.

Struktur dan Material Konsep inovasi struktur dan meterial pada bangunan			
	Struktur atap melengkung gedung menggunakan sistem *space frame*, sementara fasadnya terdiri dari ribuan panel segitiga menyerupai duri durian.	Struktur bangunan meniru bentuk bunga teratai, dengan "kelopak" yang membentuk struktur eksteriornya dengan menggunakan struktur kerangka baja mendukung bentuk lengkung yang rumit.	Struktur pada bangunan menggunakan sistem *Burke Brise Soleil*, yaitu struktur berbentuk sayap yang dapat membuka dan menutup seperti burung yang terbang.
Prinsip Keberlanjutan Konsep alami dalam sistem bangunan untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi dampak lingkungan			
	Menerapkan panel fasad yang berbentuk duri (aluminium sunshades) pada atap didesain untuk mengurangi panas matahari dan memaksimalkan pencahayaan alami.	Dibangun di atas kolam buatan, yang berfungsi untuk menciptakan lingkungan mikro yang lebih sejuk dan alami. Menggunakan material yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, seperti baja daur ulang, kaca hemat energi, dan beton berkualitas tinggi.	Menggunakan *brise-soleil* (*sunshade*) pada sayap yang dapat membuka dan menutup tergantung intensitas cahaya. Desain atap kaca dan skylight memungkinkan pencahayaan alami menerangi ruang galeri dan atrium.

V. KESIMPULAN

Dari Penelitian ini pendekatan biomimikri terbukti efektif sebagai strategi dalam arsitektur berkelanjutan dengan meniru prinsip-prinsip dari alam untuk meningkatkan efisiensi energi, adaptasi iklim, dan harmoni dengan lingkungan. Melalui studi kasus tiga bangunan ikonik, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan biomimikri dalam aspek bentuk, struktur & material, serta prinsip keberlanjutan mampu menghasilkan desain yang tidak hanya estetis, tetapi juga fungsional dan ramah lingkungan.

Masing-masing bangunan:

a. Mengadopsi bentuk yang terinspirasi dari alam, seperti durian, bunga teratai, dan burung.
b. Menerapkan struktur dan material inovatif, seperti space frame dan sunshades adaptif.
c. Mengintegrasikan prinsip keberlanjutan melalui efisiensi energi, pencahayaan alami, dan penggunaan material ramah lingkungan.

Secara keseluruhan pendekatan biomimikri berpotensi menjadi solusi arsitektural masa depan, dengan memberikan panduan desain yang lebih adaptif, efisien, dan berkelanjutan, selaras dengan tantangan lingkungan global saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

Benyus, Janine. (1997). Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York: William Morrow.

Okeke, F. O. (2017). Biomimicry and Sustainable Architecture : A Review of Existing Literature. Journal of Environmental Management and Safety Vol. 8, No. 1, March 2017.

Tsui, Eugene. (1999). Evolutionary Architecture: Nature as a Basis for Design, New Jersey: Wiley.

Verbrugghe, N., Rubinacci, E., & Khan, A. Z. (2023). Biomimicry in Architecture: A Review of Definitions, Case Studies, and Design Methods. In Biomimetics (Vol. 8, Issue 1). MDPI. https://doi.org/10.3390/biomimetics8010107

Archdaily. (n.d.). The Lotus Building and People's Park. https://www.archdaily.com/521699/ the-lotus-building-and-people-s-park-studio505

The building. (n.d). Milwaukee Art Museum. http://www.mam.org/thebuilding/index.htm

Esplanade. (n.d). Theatres on the Bay. https://www.esplanade.com/architecture