

PERKEMBANGAN ARSITEKTUR BIOMORFIK HINGGA INTEGRASINYA TERHADAP PRINSIP ARSITEKTUR HIJAU

Komang Ayu Laksmi Harshinta Sari¹, Moh. Syahru Romadhon Sholeh²

^{1,2} Prodi Arsitektur, Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang
e-mail: komangayuhs@lecturer.itn.ac.id)

ABSTRAK

Arsitektur biomorfik merupakan desain bangunan yang secara langsung terinspirasi atau dipengaruhi oleh hewan, tumbuhan, tubuh manusia dan struktur anatomi dengan bahan yang dipilih untuk menciptakan harmoni estetika. Pendekatan arsitektur ini pada awalnya sebatas penekanan pada aspek visual bangunan terhadap kemiripan bentuk unsur alam. Namun seiring perkembangan jaman, implementasi arsitektur biomorfik mulai terintegrasi pada ekpresi struktur hingga prinsip arsitektur hijau. Strategi arsitektur hijau berperan untuk meminimalisasi dampak buruk dari kerusakan lingkungan seperti pemanfaatan pencahayaan dan penghawaan alami, efisiensi energi dan material alami. Studi kasus berupa objek kajian dari arsitek yang menggunakan pendekatan biomorfik seperti Frank Lloyd, Santiago Calatrava dan Studio 505. Objek tersebut diantaranya adalah Johnson Wax, Planetarium L'Hemisferic dan Gedung Teratai di Wujin. Tujuan penelitian ini selain membahas sejarah arsitektur biomorfik juga mengkaji tiga bangunan yang terinspirasi oleh bentuk alam serta bagaimana penerapan arsitektur hijau pada elemen formalnya. Sehingga ditemukan beberapa implementasi prinsip arsitektur hijau diantaranya adalah *Conserving Energy, working with climate, respect for use, respect for site*. Melalui temuan tersebut dapat disimpulkan bahwa karya-karya arsitek yang pada awalnya menggunakan pendekatan biomorfik untuk tujuan estetika belaka, kini mulai terintegrasi pula pada prinsip-prinsip yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata kunci: Arsitektur Biomorfik, Arsitektur hijau, Perkembangan desain

ABSTRACT

Biomorphic architecture is a building design that is directly inspired or influenced by animals, plants, the human body and anatomical structures with materials selected to create aesthetic harmony. This architectural approach was initially limited to an emphasis on the visual aspect of the building against the similarity of the formation of natural elements. However, along with the times, the implementation of biomorphic architecture began to be integrated in the expression of structures to the principles of green architecture. Green architectural strategies play a role in minimizing the negative impact of environmental damage such as the use of natural lighting and air conditioning, energy efficiency and natural materials. Case studies are objects of study from architects who use a biomorphic approach such as Frank Lloyd, Santiago Calatrava and Studio 505. These objects include Johnson Wax, L'Hemisferic Planetarium and the Lotus Building in Wujin. The purpose of this research is not only to discuss the history of biomorphic architecture, but also to examine three buildings inspired by natural forms and how to apply green architecture to formal elements. So it was found several implementations of green architecture principles including Conserving Energy, working with climate, respect for use, respect for site. Through these findings, it can be concluded that the works of architects, which initially used a biomorphic approach for purely aesthetic purposes, are now starting to be integrated into environmentally friendly principles.

Keywords: *Biomorphic Architecture, Green architecture, Design development*

PENDAHULUAN

Bangunan diamati sebagai benda hidup dan mengambil isyarat dari Aristoteles, makhluk hidup sebagai perpaduan bagian dan keseluruhan, sehingga arsitektur biomorfik merupakan awal praktik arsitektur dimana bangunan memiliki penampilan kehidupan dan sang arsitek menemukan jiwa kehidupan didalamnya. Biomorfisa tidak hanya fokus pada bentuk organisme hidup

tetapi juga terlihat pada fungsional, struktural dan kualitas perilaku mereka (Feuerstein, 2002)

Biomorfik pada arsitektur merupakan pengalaman alam secara tidak langsung dengan meniru desain yang bentuknya alami atau biologis sebagai penghubung antara manusia dengan alam. Umumnya konsep arsitektur ini lebih menekankan pada visual melalui antropomorfisme. Seperti arsitektur *zoomorphic* yang bangunannya menyerupai hewan gajah, burung, ikan, reptil, serangga. Salah satu arsitek ternama yaitu Frank

Gehry dan Coop Himmelb merupakan sering menggunakan konsep ini dalam mengembangkan ide desainnya. Namun konsep *zoomorphic* dinilai manifestasi yang *'absurb'* sehingga harus dipertimbangkan lagi untuk penggunaannya sehari-hari (Feuerstein, 2002).

Pada perkembangan jaman, teori biomorfik mulai menekankan pada ekspresi dan fungsi bangunan yang mempengaruhi psikologis manusia. Namun yang menjadi pertanyaan, apakah penerapan arsitektur biomorfik oleh para arsitek hanya sebatas memuaskan aspek visual semata?

Seperti yang diketahui, ilmu arsitektur seharusnya tidak hanya membahas estetika pada satu aspek namun terintegrasi oleh aspek lainnya. Contohnya pada penelitian (Sari, Hayati, & Samodra, 2021) telah membahas estetika arsitektur dari aspek selain visual sehingga kenyamanan dan keamanan pengguna juga berperan penting. Begitu pula bila kita berbicara mengenai isu global kini yaitu maraknya kerusakan lingkungan salah satunya karena pembangunan sehingga peran arsitek menjadi penting untuk pemulihan.

Arsitektur biomorfik adalah ilmu arsitektur yang membahas hubungan alam dan manusia, dimana tentu saja tidak hanya terpaku pada aspek estetika namun juga seyogyanya berperan membantu untuk mengontrol kerusakan alam. Prinsip arsitektur hijau adalah pendekatan bangunan yang meminimalkan efek berbahaya pada kesehatan manusia dan lingkungan. Konsep ini berupaya untuk menjaga udara, air, dan bumi dengan memilih bahan bangunan dan praktik konstruksi yang ramah lingkungan.

Sehingga pada penelitian ini bertujuan mengkaji perkembangan sejarah arsitektur biomorfik serta studi kasus bangunan yang menerapkan teori biomorfik dan terintegrasi terhadap prinsip arsitektur hijau. Bangunan yang dikaji antara lain adalah *Johnson Wax Headquarters*, *Lotus Building Wujin* dan *Planetarium L'Hemisferic* yang notabene merupakan buah hasil dari arsitek yang terpengaruh oleh desain biomorfik. Bangunan-bangunan tersebut juga akan dikaji dari segi prinsip arsitektur hijau sehingga terlihat integrasi hubungan manusia dengan alam tidak hanya dari aspek visual namun juga fungsi strategi yang ramah lingkungan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan ialah deskriptif dan eksploratif. Mencari data yang terkait dengan arsitektur biomorfik serta kajian karya arsitek yang terpengaruh oleh teori tersebut melalui studi literature. Refrensi yang diambil berupa buku, penelitian terdahulu dan jurnal atau artikel, sedangkan beberapa dokumentasi diambil melalui website yang membedah objek bangunan terkait. Selain itu mencari prinsip-prinsip dasar arsitektur hijau sebagai bahan analisis penerapan pada studi

komparasi karya-karya bangunan arsitektur biomorfik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Arsitektur Biomorfik dan Sejarah Perkembangannya di Dunia

Claude Bregdon pada tahun 1915 telah mengidentifikasi tiga sumber utama bahasa arsitektur (*architecture parlante*) baru yaitu keaslian, alam dan geometri. Ketergantungan keaslian telah diterapkan oleh karya Antoni Gaudi pada bangunan Casa Mila (1907) di Barcelona serta bangunan Atelier Elvira (1897) oleh August Endell (**Gambar 1**) di Munich (Jormakka, 2017). Pada bangunan karya Gaudi (**Gambar 2**), terdapat cerobong di atas bangunan yang bentuknya menyerupai manusia tinggi yang sedang mengawasi (Zainsjah, 2018). Selain pengaruh arsitektur biomorfik, hal itu dipengaruhi pula latar belakang Antonio yang religius. Namun, banyak arsitek merasa bahwa eksperimen semacam itu terlalu subyektif dan aneh sehingga mereka ingin menata arsitektur dengan dasar yang lebih universal daripada tingkah perancang individual, lebih tak lekang waktu daripada mengubah mode, dan lebih umum daripada kebiasaan lokal (Jormakka, 2017).



Gambar 1. Bangunan Atelier Elvira(Wikimedia, 2017)



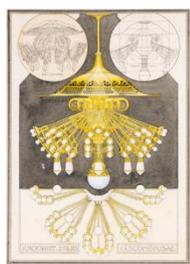
Gambar 2. Bangunan Casa Mila (Zainsjah, 2018)

Pada akhir abad ke 18 muncul kritik baru bahwa arsitektur kala itu banyak merujuk secara langsung ke objek yang dimaksud. Menggunakan tanda-tanda ikonik yang dimaksudkan untuk dapat dipahami secara radikal (dasar). Salah satu contohnya adalah Jean Jacques Lequeu (**Gambar 4**) yang merupakan pabrik susu yang dari fasadnya sudah terlihat bentuk sapi serta bangunan fungsi prototipi Claude Nicolas Ledoux yang bentuk denahnya menyerupai kelamin pria.

'*Organicism*' kembali terlihat sekitar abad ke 19, misalnya pada tahun 1905, H.P Berlage mendesain

lampu gantung (Gambar 3) dengan bentuk asli ubur-ubur. Pada saat yang sama, karya Hector Guimard meniru bentuk tungsten dan serangga dalam desain stasiun metro Paris. Pada tahun 1956-62 Eero Saarinen merancang terminal TWA di Bandara Internasional JFK, New York yang menyerupai burung yang siap terbang. Pengadopsian langsung bentuk-bentuk dari alam telah dikritik. Alih-alih meniru bentuk seperti itu, banyak arsitek yang memilih tiruan alam dalam istilah yang lebih abstrak dan bermakna.

Pada abad ke 20 mulai merekomendasikan penerapan proporsi manusia dalam bangunan tanpa meniru bentuk tertentu dari tubuh manusia (vitruvius). Arsitek mulai mempelajari organisme untuk mengembangkan bentuk struktural yang optimal misalnya pada karya arsitek Santiago Calatrava (Jormakka, 2017). Calatrava mengeksplor ide-ide inovatif dalam bentuknya guna membuat kesan suatu ruang. Ilmu alam yang digunakannya berkaitan dengan analogi bentuk anatomi maupun gerakan makhluk hidup.



Gambar 3. Desain lampu gantung oleh H.P Berlage (Jormakka, 2017)



Gambar 4. Pabrik susu sapi karya dari Jean Jacques Lequeu (Jormakka, 2017)

Eksplorasi bentuk Calatrava yang mudah dikenali dengan perpaduan struktur dan bentuk analogi dan gerak dari alam bertujuan memikat, berkomunikasi, dan menginspirasi melalui proses visual melalui suasana ruangnya. Calatrava menggabungkan disiplin arsitektur dan teknik dengan visi kreatifnya sendiri, visinya tidak hanya berpotensi meregenerasi suatu lingkungan yang dibangun namun akhirnya berujung pada jiwa oleh bangunan itu sendiri (McQuaid, 1993).

B. Prinsip Arsitektur Hijau

Arsitektur hijau mendefinisikan pemahaman arsitektur ramah lingkungan di bawah semua klasifikasi sehingga menciptakan arsitektur yang ramah lingkungan, alami serta berkelanjutan. Adapun prinsip-prinsip arsitektur hijau menurut buku "*Green Architecture: Design for a Sustainable future*" oleh (Seddon, 1993)

a. *Conserving Energy* / Hemat energi

Penghematan energi dengan penerapan seperti mengoptimalkan pencahayaan dan penghawaan alami, memanfaatkan sinar matahari untuk sumber listrik, menggunakan sistem otomatis, menggunakan cat putih untuk maksimalkan pencahayaan.

b. *Working with Climate* / Pemanfaatan kondisi iklim

Pendekatan ini mengimplementasikan penerapan seperti orientasi bangunan terhadap sinar matahari, penggunaan cross ventilation, penggunaan elemen air dan tumbuhan sebagai pengatur iklim, penggunaan bukaan jendela serta atap yang memiliki sistem buka tutup untuk menangkap penghawaan dan cahaya.

c. *Respect for Site* / Merespon keadaan tapak
Pembangunan mengacu pada keadaan tapak dan arsitek perlu menyesuaikan sekaligus merespon masalah di sekitar tapak. Bentuk strategi yang diimplementasi seperti mempertahankan kondisi tapak dengan mengikuti bentuk tapak, meminimalkan luasan luas dasar bangunan, penggunaan material lokal yang tidak merusak lingkungan.

d. *Respect for User* (mempertimbangkan pengguna arsitektur)

Manusia, alam dan arsitektur harus saling berhubungan. Ketika membangun sebuah lingkungan buatan, peran pengguna sangat dibutuhkan. Arsitek perlu mempertimbangkan kondisi pemakai untuk mempermudah sistem dan pengoperasian.

e. *Limiting New Resources* / meminimalkan sumber daya baru

Perancang sebaiknya mengoptimalkan penggunaan material yang renewable/ dapat digunakan kembali pada tatanan arsitektur nantinya.

f. *Holistic*

Penerapan kelima poin sebelumnya.

C. Kajian Objek Arsitektur Biomorfik dan integrasinya terhadap prinsip arsitektur hijau

Kajian yang dipilih adalah karya arsitek yang terinspirasi oleh bentuk alam pada abad ke 20 hingga 21. Karya tersebut adalah Gedung Johnson Wax, Planetarium L'Hemisferic dan Gedung Teratai di Wujin.

1. Gedung Johnson Wax

Wright menyelesaikan pekerjaan gedung ini pada tahun 1939. Kantor Pusat Johnson Wax memperkenalkan kolom berbentuk jamur yang

menciptakan pola pada langit-langitnya (Elmoghazy & Afify, 2020). Gedung ini sempat menjadi primadona atau contoh bagaimana prinsip Wright keluar dari batasan-batasan (*push the boundaries*) arsitektur serta menerapkan unsur alam dan buatan (Lipman & Wright, 2003). Wright menciptakan istilah '*taproot*' untuk menjelaskan bahwa desainnya terinovasi dari ide dari alam dimana pohon mampu menopang berat cabangnya melalui batang. Pengaruh alam yang luar biasa pada karya Wright terlihat pada desain interior dari gedung Administrasi Johnson. Wright menggunakan kolom pendukung dengan alas yang sangat tipis dan le berbentuk bundar dibagian atasnya yang ia sebut *dendriforms*, artinya membentuk pohon, sedangkan lainnya menyebut '*lily pads*' (Minner, 2010).



Gambar 5. Selasar Interior Jhonson Wax (Place, 2019)

Pembangunan gedung Johnson Wax sempat menimbulkan kontroversi dari kalangan arsitekt. Pasalnya kolom dendriform yang berdiameter 23 cm dibawah dan 550cm diatas dianggap menyalahi aturan kontruksi penompang bangunan. Namun setelah dilakukan uji coba ternyata struktur kolom yang menyerupai jamur itu dapat menopang beban lima kali lipat. Penggunaan kolom yang tinggi memeberikan kesan megah pada interior bangunn serta penghawaan yang cukup bagi penggunaanya (Place, 2019).

Sepanjang ruang kerja, serangkaian kolom dendriform berwarna putih menyebar di ruangan dan membentuk pattern melingkar pada langit-langit. Diantara itu terdapat material trasnparan sebagai skylight sehingga menciptakan efek *clerestory*. Penggunaan tabung kaca yang terletak di langit-langit memungkinkan pencahayaan alami masuk dan menyebar keseluruh ruang kantor dibawahnya. Hal ini menciptakan lingkungan ideal bagi para pekerja serta sekaligus menghemat penggunaan listrik yang berlebihan (**Gambar 5**). Kolom yang berongga juga berfungsi untuk menyembunyikan saluran air hujan didalamnya (Place, 2019).

Secara keseluruhan, desain Wright pada bangunan ini terbilang berani dan banyak aspek yang kurang memperhatikan fungsi terutama bagi pengguna (Minner, 2010). Sehingga pada penerapan arsitektur hijau yang terlihat adalah adanya penggunaan langit-langit yang transparan untuk memeeasukkan pencahayaan alami, adanya elemen air sebagai pendingin ruangan serta

penggunaan material batu bata (**Gambar 6**) pada dindingnya.



Gambar 6. Material Gedung Jhonson Wax menggunakan material bata (Place, 2019)



Gambar 7. Penggunaan elemen kolam (Place, 2019)

2. Planetarium L'Hemisferic

Santiago Calatrava Valls adalah seorang arsitek Spanyol, pematung dan insinyur *structural* yang memiliki kantor utama di Zurich, Swiss. Calatrava adalah salah satu arsitek paling kontroversial pada peradaban ini. Karyanya yang terlihat menentang hukum fisika dan sering terinspirasi oleh gerak benda diam sering dipuji sepanjang karirnya (Gosciniak & Januszkiewicz, 2019).

Karyanya dapat memikat, berkomunikasi dan menginspirasi melalui proses visual melalui suasana ruangnya. Calatrava menggabungkan disiplin arsitektur dan teknik dengan visi kreatifnya sendiri, visinya tidak hanya berpotensi meregenerasi suatu lingkungan yang dibangun namun akhirnya berujung pada jiwa oleh bangunan itu sendiri (McQuaid, 1993).

Planetarium L'Hemisferic didesain oleh Santiago Calatrava dan resmi dibuka pada tahun 1998. Bangunan ini terletak di dekat kawasan fungsi pengetahuan seperti Museum Sains dan *Palacio de las Artes*. Calatrava terinspirasi oleh organ mata yang memiliki filosofi 'Mata pengetahuan' (**Gambar 8**). Bangunan dikelilingi oleh kolam air dan dasar kolam terbuat dari kaca untuk menciptakan efek dramatis dan reflektif (Tola & Vokshi, 2013).



Gambar 8. Bangunan terinspirasi oleh organ mata (<https://valencia.for91days.com/the-city-of-arts-and-sciences/>)

L' Hemisferic adalah bioskop-planetarium terbesar di Spanyol dengan luas 900m² yang juga merupakan arsitektur antropomorfik yang paling mencolok di Valencia. Atap yang terbuat dari kaca dan baja membentang sepanjang 45m dan lebar maksimal 27m sehingga memungkinkan penyebaran sinar alami yang menerangi ruang. Fungsi planetarium globe berbentuk bangunan elips berada di tengah-tengah dengan struktur beton, kaca dan baja (Gosciniak & Januszkiewicz, 2019).

Pada karya ini, Calatrava kembali menggunakan elemen air untuk fungsi estetika, namun penggunaan elemen ini juga mendukung untuk sistem pendinginan pada sekitar bangunan. Pencahayaan alami yang maksimal juga membantu mengurangi penggunaan energi listrik. Selain itu, bentuk atap kubah adalah contoh yang baik untuk pendinginan pada kondisi di iklim panas. Bentuk atap kubah selalu memiliki area pembayangan untuk meminimalkan pancaran sinar matahari. Sistem bangunan kubah juga menciptakan ketinggian berbeda di tingkat langit-langit untuk memungkinkan udara panas terperangkap dibawah kubah dan keluar pada ventilasi kubah. Meskipun konsep awal di balik bentuk bangunan Hemisferic tidak berdasarkan dengan efisiensi energi, namun ditemukan bahwa bentuk bangunan ini sangat dekat dengan bentuk optimal dalam hal meminimalisasikan radiasi matahari secara minimum (Lavaf Pour, 2017).



Gambar 9. Suasana pada koridor bangunan (<https://valencia.for91days.com/the-city-of-arts-and-sciences/>)



Gambar 10. Pembayangan yang memberikan keteduhan pada pejalan kaki sekitar (<https://valencia.for91days.com/the-city-of-arts-and-sciences/>)

3. Gedung Teratai di Wujin, Tiongkok

Gedung ini dibangun pada tahun 2013 oleh arsitek Studio 505 yang difungsikan sebagai Pusat Pameran dan Taman Rakyat. Bangunan ini terinspirasi oleh bentuk bunga lotus yang sedang berbunga yang terdiri dari tiga fase. Menggunakan struktur baja sebagai struktur utama. Pada bangunan ini dibagi menjadi area dengan fungsi perkantoran, pusat konferensi, galeri budaya dan wisata.



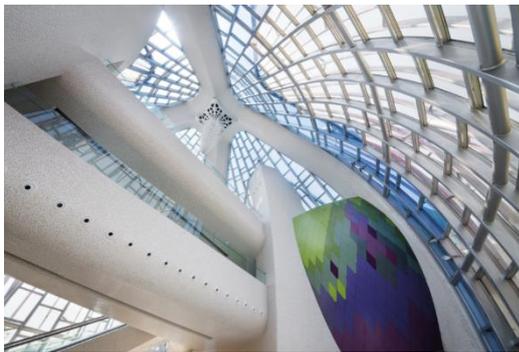
Gambar 11. Tampak Bangunan Lotus Wujin diatnata danau buatan (ArchDaily, 2014)



Gambar 12. Minimalisasi koefisien luasan dasar bangunan (<https://www.merdeka.com/gaya/kemegahan-gedung-teratai-mekar-di-china.html>)

Bangunan ini memiliki langit-langit seperti katedral dan memaksimalkan pencahayaan alami masuk ke ruangan sehingga menghemat energi (Kaur & Agrawal, 2021) (**Gambar 13**).

Selain itu, pada bangunan dirancang danau buatan sehingga dari aspek visual, refleksi bangunan terhadap air danau menciptakan estetika (**Gambar 11**). Proyek ini dirancang dengan mempertimbangkan penggunaan energi yang minimal. Massa air danau dan air tanah dimanfaatkan untuk sistem pendinginan (pada musim panas) dan sekaligus pemanas pada musim dingin (ArchDaily, 2014).



Gambar 13. Pemanfaatan pencahayaan alami yang maksimal (ArchDaily, 2014)



Gambar 14. Suasana interior ruang Conference (ArchDaily, 2014)

Melalui ketiga kajian objek diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa ketiga karya arsitektur yang terinspirasi oleh bentukan alam didapati terintegrasi pula dengan prinsip prinsip arsitektur hijau. Arsitektur biomorfik yang pada awalnya menekankan kepuasan psikologi pada aspek visual lambat laun akan berkembang mengikuti isu atau masalah lingkungan terkini yaitu pemanasan global. Tidak hanya mengedepankan aspek visual namun juga merespon dampak negatif pada lingkungan sekitarnya. Hal tersebut secara tidak langsung telah terimplentasi pada karya Wright yaitu penghematan energi listrik dengan memaksimalkan pencahayaan alami pada fungsi ruang kerja. Selain itu, Wright menggunakan material alami yang ada disekitar wilayah tapak serta menggunakan elemen air untuk sistem pendinginan ruang. Bahan material struktur kolom didesain menyerupai jamur yang ternyata dari segi konstruksi memiliki kekuatan 5 kali dalam menahan beban. Hal tersebut menunjukkan bahwa Wright cukup berfikir futuristik terbukti bahwa

bangunannya telah bertahan hingga berpuluh puluh tahun lamanya.

Begitu pula karya Santiago Calatrava, meskipun gagasan awal secara langsung mengadopsi bentukan organ mata, penelitian menyebutkan bahwa bentuk kubah yang didesain telah efektif mengurangi radiasi matahari. Selain itu, struktur material baja menciptakan bayangan peneduh bagi kenyamanan pengunjung (**Gambar 9**).

Karya ketiga adalah karya yang cukup terbaru yaitu bangunan berbentuk Lotus yang terintegrasi dengan sistem bangunan pintar. Pemanfaatan air danau untuk sistem penghawaan dan minimalisasi luasan dasar bangunan (**Gambar 12**) juga diterapkan pada bangunan ini. Dari karya yang terbaru tersebut didapatkan bahwa penerapan arsitektur biomorfik makin terintegrasi dengan bangunan ramah lingkungan. Ketiga kajian bangunan yang terinspirasi oleh bentukan alam beserta integrasi terhadap prinsip arsitektur hijau dapat dilihat pada **tabel 1**.

Tabel 1. Koefisien padi untuk kondisi iklim yang bervariasi

| Bangunan | Integrasi dengan Prinsip Arsitektur | |
|--------------|--|---|
| | Prinsip Arsitektur | Implentasi |
| | Hiau | |
| Jhonson Wax | <i>Conserving Energy, working with climate, respect for site</i> | Memaksimalkan pencahayaan alami, penggunaan material alami setempat |
| L'Hemisferic | <i>Conserving Energy, working with climate, respect for user</i> | menggunakan elemen air, bentukan kubah meminimalisasi radiasi matahari |
| Lotus Wujin | <i>Conserving Energy, working with climate, respect for user</i> | Maksimalkan pencahayaan alami, danau buatan, system bangunan pintar, menyediakan penduduk untuk berwisata |

Sumber: Analisa pribadi

KESIMPULAN

Dari kajian beberapa bangunan dapat disimpulkan bahwa perkembangan arsitektur biomorfik semakin menunjukkan bahwa hubungan kedekatan alam dan manusia kaitannya dengan arsitektur tidak hanya diselesaikan melalui aspek estetika semata. Namun, juga terintegrasi pula dengan prinsip arsitektur yang ramah lingkungan. Pada abad ke 18 hingga awal abad ke 19 implementasi arsitektur biomorfik masih tergantung dengan keaslian alam sehingga Bahasa arsitektur terkesan radikal atau masih tersirat secara eksplisit

tanpa menghubungkan dengan fungsi. Pada abad ke 20, arsitek-arsitek mulai memilih tiruan alam dalam istilah yang lebih abstrak serta mulai menghubungkan dengan teori Vitruvius. Salah satu arsitek tersebut adalah Santiago Calatrava yang karya-karyanya terinspirasi dari gerakan tubuh serta organisme sebagai ekspresi struktur. Dan kini, beberapa karya arsitek yang terinspirasi dari bentuk alam atau antropologi secara sengaja maupun tidak sengaja mulai terintegrasi dengan prinsip arsitektur hijau yang ramah lingkungan.

Pada penelitian ini, tidak hanya mengkaji karya arsitektur biomorfik terbaru, namun juga karya arsitektur terdahulu yang dapat dianalisa dan ditemukan implementasi prinsip arsitektur hijau walaupun tidak semua poin. Pada kajian ini telah ditemukan bahwa Bangunan Jhonson Wax Karga Wright menerapkan prinsip *Conserving Energy, respect for site* dan *working with climate*. Terlihat dari penggunaan skylight pada fungsi perkantoran sehingga menciptakan pencahayaan yang maksimal tanpa memberikan efek glare. Selain itu penggunaan material alami setempat serta adanya elemen air yang membantu sistem pendinginan ruang.

Sedangkan pada Bangunan L'Hemisferic menerapkan prinsip *Conserving Energy, working with climate, respect for user* yang bentuk bangunannya telah teruji mereduksi panas, memaksimalkan cahaya alami, serta penggunaan elemen air sebagai sistem pendinginan. Melalui struktur baja yang terekspos juga berperan sebagai pembayangan untuk kenyamanan pengguna. Meskipun gagasan awal pada kedua karya ini lebih memperhatikan bentuk alam, namun faktanya pada tahap implementasi tetap memikirkan keberlanjutan dan kenyamanan pengguna.

Karya terakhir yaitu bangunan yang terinspirasi dari bunga Teratai menerapkan *Conserving Energy, working with climate, respect for user, respect for site*. Penerapan dapat terlihat melalui pemaksimalan sinar alami, pemanfaatan danau buatan untuk sistem penghawaan, sistem bangunan pintar, minimalisasi luasan dasar bangunan serta penyediaan fasilitas bagi wisatawan. Dari kajian penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada perancang masa depan terutama bagi yang tertarik pada pendekatan biomorfik untuk tetap memperhatikan fungsi serta terintegrasi pada strategi arsitektur yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada panitia penyelenggara Seminar Nasional 2022 ITN Malang yang sudah memberikan fasilitas. Serta para tenaga pengajar prodi arsitektur ITN Malang yang sudah memberi dukungan selama melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ArchDaily. (2014). The Lotus Building and People's Park / studio505. Retrieved from <https://www.archdaily.com/521699/the-lotus-building-and-people-s-park-studio505>
- Elmoghazy, Z. A. A. E., & Afify, H. M. N. J. A. S. E. J. (2020). Patterns: The crime that has become the haven in architectural practice. *11*(3), 823-838.
- Feuerstein, G. (2002). *Biomorphic architecture*: Menges.
- Gosciniak, M., & Januszkiewicz, K. (2019). *Architecture inspired by Nature. Human body in Santiago Calatrava's works. Sophisticated approach to architectural design*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Jormakka, K. (2017). Basics design methods. In *Basics Design Methods*: Birkhäuser.
- Kaur, A., & Agrawal, A. (2021). BIOMIMICRY: SUSTAINABLE ARCHITECTURE INSPIRATION BY LOTUS. *JOURNAL OF ENGINEERING, COMPUTING & ARCHITECTURE, Volume 11, Issue 12, DECEMBER - 2021*.
- Lavaf Pour, Y. (2017). *Self-Shading Façade Geometries to Control Summer Overheating in UK Passivhaus Dwellings for Current and Future Climate Scenarios*. University of Liverpool,
- Lipman, J., & Wright, F. L. (2003). *Frank Lloyd Wright and the Johnson Wax Buildings*: Courier Corporation.
- McQuaid, M. J. M. (1993). Santiago Calatrava: structure and expression. (13), 26-27.
- Minner, K. J. A. N. (2010). AD Classics: SC Johnson and Son Administration Building/ Frank Lloyd Wright. 20.
- Place, A. o. (2019). Frank Lloyd Wright Johnson Wax Headquarters 1936–1939. Retrieved from <https://www.atlasofplaces.com/architecture/johnson-wax-headquarters/>
- Sari, K. A. L. H., Hayati, A., & Samodra, F. T. B. J. I. J. o. P. S. (2021). Perception of Visual Impairment Towards the Aesthetic of Architectural Elements. (6), 252-256.
- Seddon, J. (1993). Green Architecture: Design for a Sustainable Future. In: Oxford University Press.
- Tola, A., & Vokshi, A. (2013). Santiago Calatrava, City of Arts and Science: The Similarity of the Elements.
- Zainsjah, A. B. J. A. J. S. R. (2018). ANALISA SURVEILLANCE DALAM GEDUNG CASA MILÀ ANTONI GAUDI. *6*(2).