

Integrasi Analogi *Problem-Based Biomimicry* dengan *Force-Based Framework*

Jarot Wahyono

Prodi Arsitektur, Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang
e-mail: jarotwahyono@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Arsitektur dan alam memiliki hubungan yang saling berkaitan antara satu dengan yang lain. Hubungan tersebut membawa pengaruh positif terhadap kualitas kehidupan manusia sebagai komponen pengguna dari bangunan. Pengembangan strategi perancangan dalam lingkup arsitektural untuk memberikan dampak positif terhadap bangunan dalam menyelesaikan permasalahan yang hadir dari kebutuhan manusia dengan berorientasikan pada alam akan membawa dampak positif bagi bangunan dan lingkungan sekitar bangunan. Pendekatan tersebut akan mengarahkan hasil rancangan yang berkelanjutan dan mendukung keberlangsungan alam itu sendiri. Proses penggalian ide dengan memanfaatkan strategi yang dimiliki oleh obyek alam guna menyelesaikan masalah bangunan disebut Biomimicry. Penggunaan pendekatan biomimicry dalam rancangan bangunan membutuhkan pemahaman yang lebih mendalam terkait cakupan dari pendekatan tersebut serta proses perancangan yang dilalui untuk mencapai hasil yang optimal dalam perancangan. Penelitian yang dilakukan merupakan literatur review yang membahas terkait definisi biomimicry, karakteristik biomimicry serta proses perancangan Biomimicry dalam lingkup arsitektur. Pelaksanaan penelitian akan memberikan gambaran terkait biomimicry dari aspek definisi, karakter dan proses perancangan yang dapat digunakan pada proses penyelesaian masalah bangunan secara langsung. Pemahaman yang spesifik terkait biomimicry bagi perancang akan mengarahkan hasil akhir yang dapat merefleksikan strategi rancangan secara optimal terhadap bangunan, sehingga solusi dari permasalahan yang dipilih dapat secara spesifik terkait dengan kuat.

Kata kunci: Alam, Manusia, Biomimicry, Proses Perancangan

ABSTRACT

Architecture and nature have a specific relationship that is interrelated with each other. The relationships that exist have a positive influence on the quality of human life as building users. Developing an architecture design strategy to solve problems that arise from human needs by being oriented towards nature will bring a positive impact on buildings and the environment around the building. This approach will direct the results of a sustainable plan and support the sustainability of nature itself. The process of creating ideas by utilizing strategies possessed by natural objects to solve building problems is called Biomimicry. Using the biomimicry approach in building planning requires a deeper understanding of the scope of the approach and the design process that reflects optimal results in design. The research process is a literature review that discusses the

definition, the characteristics, and the design process of biomimicry in the architectural sphere. The research will provide an overview of biomimicry resolution, character, and design process. A specific understanding of biomimicry for designers will direct final results that reflect optimal strategic plans for buildings so that solutions to selected problems can be related.

Keywords: Nature, Human, Biomimicry, Design Process

1. PENDAHULUAN

Proses yang terinspirasi oleh lingkungan alam telah banyak dipakai oleh perancang untuk menyelesaikan berbagai permasalahan manusia di berbagai bidang, sehingga banyak muncul istilah yang beraneka ragam dalam merefleksikan proses pengambilan ide alam tersebut seperti *Bionic*, *Biomimetic*, *biologically inspired* dan *bio-inspired* (Speck dkk. 2008). Dalam lingkup arsitektural, pengembangan rancangan yang berdasarkan lingkungan alam mengarahkan pokok pembahasan pada istilah *biomimicry*, *biomimetics*, *bionics*, *biomorphism*, *ecomimicry*, dan *organic design* (Varshabi dkk. 2022). Banyaknya istilah membuat pemahaman pada masing-masing istilah menjadi membingungkan untuk di pahami serta bersifat ambigu dalam aspek terminology dari pemahaman tersebut (Chayaamor, 2023). Istilah yang dipakai terkait penggunaan elemen alam menimbulkan kebingungan akibat dari kedekatan pengembangan dan sumber pengembangan yang berbasis sama. Pembahasan terkait *Biomimicry* akan dijabarkan secara spesifik untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam terkait pendekatan tersebut dalam proses perancangan arsitektur serta memberikan gambaran terkait perbedaan *Biomimicry* dengan pendekatan berbasis lingkungan alam lainnya. Pembahasan yang spesifik memberikan acuan pengembangan rancangan bagi perancangan dalam proses aplikasi metode perancangan dalam proses perancangan yang dilaksanakan oleh perancangan tersebut, sehingga efektifitas dari penggunaan pendekatan *Biomimicry* menjadi lebih optimal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penjabaran terkait *Biomimicry* telah banyak dibahas dalam literatur spesifik terkait *Biomimicry*, namun pengembangan pembahasan yang memiliki keterkaitan dengan proses perancangan secara spesifik dan keterkaitannya dengan framework perancangan lain masih belum di eksplorasi secara spesifik. Pembahasan terkait *Biomimicry* dikembangkan lebih jauh untuk memudahkan perancang dalam menjabarkan ide rancangan berbasis biomimicry secara lebih rasional.

2.1 Definisi Biomimicry

Sebelum *Biomimicry* muncul, terdapat istilah *Biomimetic* yang terlebih dahulu dicetuskan oleh Otto H. Schmitt pada 1957 (Harkness, 2002). Schmitt

memiliki latar belakang medis sehingga istilah *Biomimetic* memiliki domain diluar arsitektural yaitu medis. *Biomimetic* memiliki fokus yang sama dengan Biomimicry dalam prinsip analogi dalam transfer strategi biologi menjadi konteks lain sesuai kebutuhan, sehingga *Biomimetic* dan *Biomimicry* memiliki kekedakan prinsip dengan domain keilmuan yang berbeda. *Biomimicry* di populerkan oleh Janine M. Benyus pada tahun 1997 melalui buku berjudul *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* (Benyus, 1997). Lingkup keilmuan yang mewadahi *Biomimicry* pada adalah biologi sesuai dengan fokus keilmuan Benyus. Dalam buku tersebut dijabarkan bahwa *Biomimicry* adalah ilmu yang mempelajari alam melalui pengamatan untuk menggali inspirasi untuk inovasi yang mengarah pada lingkup keberlanjutan. Benyus mengusulkan sebuah ide tentang menjadikan alam sebagai model, acuan pengukuran ataupun mentor dalam pengembangan solusi (Benyus, 1997). Pemilihan alam sebagai sumber inspirasi didasari oleh fakta bahwa alam yang hadir pada masa sekarang merupakan hasil evolusi untuk mempertahankan keberlangsungan hidup obyek alam tersebut. Keberhasilan tersebut menandakan bahwa komponen alam yang muncul di masa sekarang telah berhasil dalam merespon tekanan alam yang muncul dalam proses evolusi.

Penjabaran terkait *Biomimicry* yang dikemukakan oleh Benyus merupakan definisi yang berada pada lingkup biologi, sehingga aplikasi dalam aspek arsitektur memerlukan penjelasan dan penyesuaian lebih lanjut. Sharma dkk (2019) menjabarkan bahwa *Biomimicry* memiliki tujuan lain yang lebih spesifik yaitu menyelesaikan sebuah masalah praktis melalui analisa terkait fungsi biologi yang ada di alam. Tujuan spesifik tersebut menjadi karakter khusus dari *Biomimicry* yang membedakan pendekatan tersebut dengan pendekatan lain dengan basis inspirasi alam. Sebagai contoh, pendekatan berbasis alam lain yang memiliki kedekatan dengan *Biomimicry* adalah *Biomorphic*. *Biomorphic* merupakan pendekatan yang mengambil langsung konsep organik dari bentuk hewan, tumbuhan dan tubuh manusia (Feuerstein, 2022., Aldersey, 2003). Proses transfer inspirasi alam secara langsung membuat *Biomorphic* dibatasi oleh lingkup bentuk langsung (Cazaro, 2020), sehingga aspek fungsi dari pendekatan tersebut berfokus pada visual interpretasi. Hal tersebut berbeda dengan *Biomimicry* yang tidak berfokus pada bentuk (Britany, 2012), namun pada penyelesaian masalah melalui solusi yang berkelanjutan (Cruz dkk. 2022).

Perbedaan aspek fokus pengembangan dari *Biomimicry* terhadap pendekatan lain juga ditemui dalam keterkaitan yang lebih jauh yaitu pendekatan Bioklimatik. Pada dasarnya Bioklimatik adalah pendekatan yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan tapak untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi (Widera, 2015). Strategi yang digunakan dalam pendekatan bioklimatik pada umumnya adalah strategi pasif serta teknologi bahan yang dipakai dalam proses transfer suhu bangunan.

Biomimicry dan Bioklimatik memiliki proses pengembangan yang sama, yaitu menyelesaikan masalah, namun perbedaan yang mendasar adalah pada *Biomimicry* tidak memiliki domain masalah yang tetap sedangkan bioklimatik memiliki aspek pembahasan atau penggalian masalah yang tetap yaitu tapak dan lingkungan. Berdasarkan perbedaan tersebut, *Biomimicry* cenderung tidak dibatasi pada masalah yang spesifik dan dapat mencakup aspek pembahasan yang lebih luas. Dalam segi solusi yang dipakai dalam menyelesaikan masalah, *Bioklimatik* telah memiliki pattern solusi yang telah dikembangkan secara spesifik, sedangkan *Biomimicry* cenderung belum memiliki pattern yang pasti dikarenakan sumber masalah yang luas dan memerlukan solusi penyelesaian yang menyesuaikan tiap masalah yang diangkat.

2.2 Karakteristik Pendekatan Biomimicry

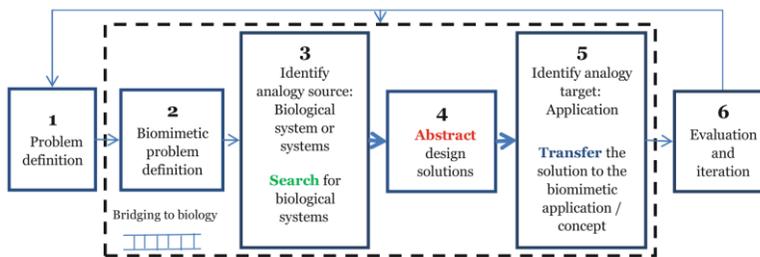
Karakter yang utama pada pendekatan *Biomimicry* adalah fungsi dari pendekatan tersebut yang berfokus pada penyelesaian masalah dengan menggunakan inspirasi alam. Karakter tersebut mengarahkan *Biomimicry* untuk mengembangkan solusi yang memiliki potensi di aplikasikan pada elemen-elemen tertentu dari bangunan sesuai dengan masalah yang menjadi dasar pengembangan. Berbeda dengan bioklimatik yang memiliki lokasi mapping spesifik dari penempatan ide solusi, *Biomimicry* cenderung kurang dapat di prediksi secara pasti karena menyesuaikan dengan solusi dari masalah. Dalam aspek elemen alam yang dipakai sebagai sumber inspirasi dalam pengembangan solusi, *Biomimicry* di bagi menjadi 3 tingkatan yaitu tingkat Organisme (*Organism*), Perilaku (*Behavior*) dan Ekosistem (*Ecosystem*) (Zari, 2007). Tingkat organisme memiliki lingkup pengamatan elemen alam pada aspek organisme tertentu, seperti keseluruhan organisme hewan atau tanaman. Sumber inspirasi dapat diambil dari mimik bagian organisme tersebut atau organisme secara keseluruhan. Pada tingkatan perilaku, inspirasi mimik difokuskan pada perilaku dari sebuah organisme tertentu secara spesifik atau dapat pula dari perilaku organisme pada lingkup yang lebih luas (perilaku antar organisme). Tingkatan ekosistem berfokus pada mimik pada keseluruhan ekosistem dan prinsip-prinsip yang dipakai dalam menjalankan ekosistem tersebut secara maksimal.

Menurut Zari (2007), dalam tiap tingkatan inspirasi dapat dikembangkan kembali secara spesifik dan mendalam terkait analisis dari inspirasi tersebut. Di tiap tingkatan organisme, perilaku dan ekosistem, memuat lima dimensi pengamatan lebih lanjut yaitu *Form*, *Material*, *Construction*, *Process* dan *Function*. Untuk mendapatkan inspirasi lebih dalam terhadap tiap tingkatan, perancang dapat mengkaji lebih jauh tiap tingkatan dengan melihat komponen bentuk dari tingkatan tersebut. Sebagai contoh, tingkatan organisme hewan dapat dilakukan analisis lebih lanjut terkait bentuk dari organisme hewan tersebut, kemudian dapat pula

dikembangkan pada pembahasan fungsi dari bagian organisme hewan tersebut. Lima dimensi tersebut juga berlaku pada tingkatan yang lain yaitu perilaku dan ekosistem.

2.3 Proses Perancangan Biomimicry

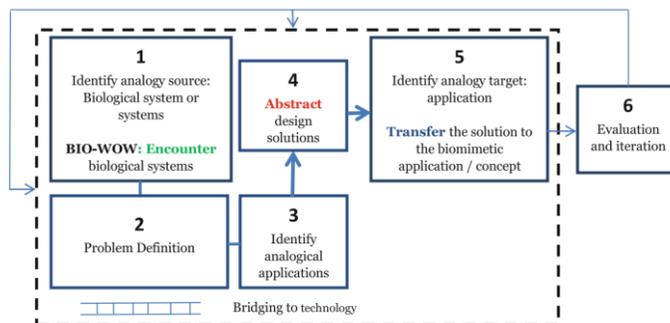
Proses perancangan *Biomimicry* yang berfokus pada penggalian solusi perancangan dapat dilaksanakan melalui dua proses analogi, yaitu proses yang diawali dengan identifikasi masalah dan proses yang diawali dengan identifikasi inspirasi alam (Speck dkk. 2008., Helms dkk, 2009., Cohen dkk, 2016).



Gambar. 1

Proses Perancangan yang diawali identifikasi Masalah.

Sumber: Cohen, 2016



Gambar. 2

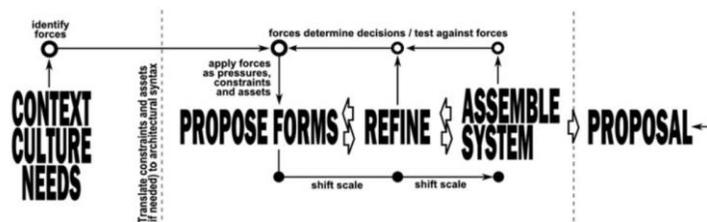
Proses Perancangan yang diawali Inspirasi Biologi.

Sumber: Cohen, 2016.

2.4 Proses Perancangan Plowright

Menurut Plowright (2014), proses perancangan arsitektural dapat dikategorikan dalam 3 framework yaitu *Pattern-based*, *Force-based* dan *Concept-based*. Ketiga *framework* tersebut memiliki karakter proses perancangan yang berbeda-beda antara satu dengan yang lain. *Force-based* bersifat *bottom-up* dengan memanfaatkan data sebagai aspek pembentuk rancangan. Hasil rancangan yang dilakukan melalui proses

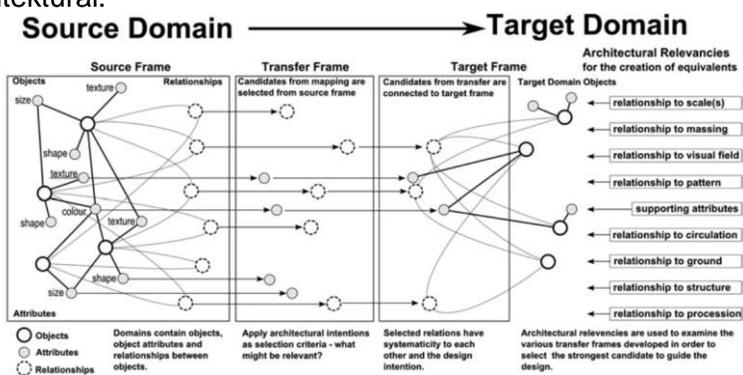
perancangan berbasis *Force* yang memiliki hasil yang sama dapat di petakan dan digunakan dalam proses perancangan *Pattern-based*. *Concept-based* bersifat *top-down* yaitu menentukan konsep akhir yang ingin dicapai dalam perancangan, kemudian mengarahkan aspek-aspek yang berpengaruh pada rancangan dalam proses perancangan sesuai dengan garis besar konsep tersebut.



Gambar. 3
Force-based Framework.
Sumber: Plowright, 2014.

2.5 Domain Transfer

Domain transfer merupakan *thinking tool* yang digunakan sebagai media transfer dari domain diluar arsitektur menuju domain arsitektural. Proses transfer tersebut dilakukan untuk mengembangkan keterkaitan antara source domain dengan arsitektural sehingga dapat di kembangkan secara arsitektural.



Gambar. 4
Transfer Domain.
Sumber: Plowright, 2014.

3. METODE PENELITIAN

Proses penelitian disajikan dalam bentuk literatur review dengan fokus pembahasan pada aspek *Biomimicry* (Definisi, karakter & Proses Perancangan). Pelaksanaan review didukung oleh data yang berkaitan langsung dengan topik pembahasan dengan jenis literatur berupa jurnal dan buku. Lingkup *Biomimicry* yang berada diluar domain arsitektur mengarahkan peneliti untuk melibatkan jurnal diluar domain arsitektural

sebagai sumber dalam menjabarkan definisi terkait topik. Pada aspek pembahasan terkait proses perancangan, dilakukan dengan menggunakan literatur berupa buku yang memuat data dalam lingkup domain arsitektural.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Definisi

Biomimicry merupakan pendekatan yang berada pada lingkup keilmuan biologi dengan fokus utama yaitu menempatkan alam dan lingkungan sebagai model, tolak ukur dan mentor dalam menyelesaikan berbagai masalah. Lebih lanjut *biomimicry* di jabarkan sebagai pendekatan yang tidak terbatas pada *pattern* tertentu karena berkembang berdasarkan permasalahan yang luas. *Biomimicry* berfokus pada solusi berkelanjutan dalam menanggapi dan merespon permasalahan yang muncul, sehingga dalam lingkup arsitektural, *Biomimicry* tidak hanya terbatas pada bentuk saja namun dapat berkembang pada elemen bangunan yang lain.

4.2. Karakteristik Pendekatan Biomimicry

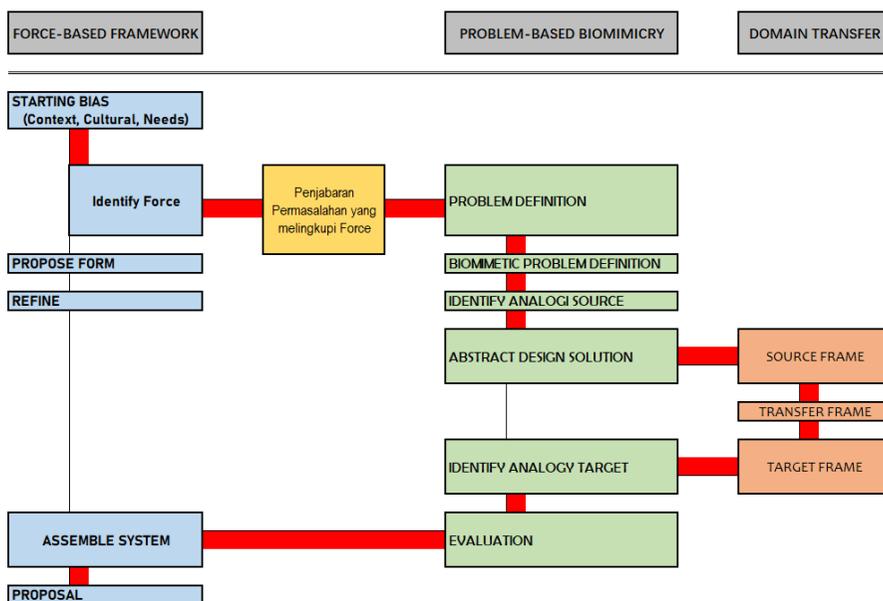
Karakter utama dari *Biomimicry* adalah pada fokus dari pendekatan tersebut yaitu pada penyelesaian masalah atau penggalian solusi yang berkelanjutan. Proses pencarian solusi diawali dengan identifikasi permasalahan secara spesifik untuk kemudian dianalisa lebih lanjut untuk mendapatkan solusi dari masalah tersebut. Dalam proses penggalian solusi, pendekatan *Biomimicry* dibagi menjadi 3 level (tingkatan) untuk mempermudah identifikasi inspirasi dari alam. Tiga level tersebut adalah organisme, perilaku dan ekosistem. Dalam masing-masing level akan dijabarkan kembali terkait menjadi 5 dimensi pembahasan. Penjabaran tersebut bertujuan untuk meningkatkan potensi mendapatkan inspirasi yang paling sesuai dengan masalah yang muncul. Dimensi tersebut yaitu bentuk, material, konstruksi, proses dan fungsi.

4.3. Proses Perancangan Biomimicry

Tahapan perancangan spesifik dari *Biomimicry* berfokus pada pencarian solusi masalah dengan melakukan analogi dari aspek biologi sebagai inspirasi. Proses tersebut bersifat spesifik dan tidak mencakup proses perancangan bangunan secara utuh (Wahyono, 2018). Aplikasi proses perancangan *Biomimicry* secara langsung akan menghilangkan pembahasan terkait *starting-bias* sebagai dasar dalam sebuah perancangan. Proses *identifying-problem* menjadi tahapan yang hadir secara tiba-tiba dan belum dijabarkan secara lebih jauh terkait latar belakang dari masalah tersebut. Penggunaan proses perancangan *Biomimicry* secara langsung dapat mengurangi *value* dari hasil perancangan karena belum memiliki pondasi perancangan yang spesifik.

Disisi lain, *Force-based Framework* yang dijabarkan oleh plowright bersifat umum dan tidak merujuk spesifik pada proses perancangan yang terinspirasi oleh alam. Tahapan *Propose-form* sebagai respon dalam menanggapi *judgment-criteria* perancangan bersifat umum dan belum spesifik pada penggalan inspirasi alam. Kebutuhan terhadap proses perancangan yang lengkap dan proses perancangan yang spesifik menuntut untuk pengembangan proses perancangan yang saling melengkapi. Proses perancangan kombinasi pada *Problem-based* sebagai proses spesifik dan *Force-based* sebagai proses lengkap akan menghadirkan proses perancangan yang lengkap dan spesifik terhadap penggalan inspirasi alam sebagai solusi berkelanjutan.

Force-based framework sebagai proses utama menjadi kerangka awal pengembangan proses perancangan. Kerangka tersebut akan mendapatkan tambahan proses perancangan *Biomimicry* untuk mendukung proses perancangan spesifik. Proses perancangan *Biomimicry* menjabarkan terkait tahapan identifikasi solusi dan transfer inspirasi alam sebagai solusi tersebut, sehingga apabila dikaitkan dengan *force-based* maka tahapan tersebut merupakan tahapan *Propose-form* dan *Refine* yang merupakan tahapan pengajuan usulan ide design yang didasari oleh *judgement-criteria*. Berkaitan dengan *judgement-criteria* pada *Force-based* yang memiliki wujud dominan berupa *Force*, perlu dilakukan penjabaran lebih lanjut dengan menambahkan spesifik masalah yang hadir pada *Force* tersebut, sehingga proses perancangan *Biomimicry* dapat merespon secara optimal.



Gambar. 5
Proses Perancangan Gabungan.
 Sumber: Analisa pribadi, 2024.

Proses perancangan *Biomimicry* memiliki area abu-abu yang ambigu dalam penentuan keputusan pada tahapan *Abstract Design Solution* dan *Mapping Design Solution*. Solusi perancangan yang terinspirasi oleh alam hadir pada domain arsitektural dengan melalui tahapan rasionalitas yang kurang. Untuk mendukung tahapan tersebut perlu ditambahkan *Thinking tools* yang dapat menjabarkan secara rasional proses transfer inspirasi alam yang memiliki domain diluar arsitektur untuk digunakan di dalam domain arsitektural. *Domain transfer* dapat mendukung proses perancangan tersebut dengan memberikan tahapan yang spesifik terkait proses transfer antar domain sehingga *Propose-form* dari *Biomimicry* dapat dijabarkan dengan rasional dan lebih jelas.

5. KESIMPULAN

Biomimicry dari segi definisi berfokus pada proses penyelesaian masalah yang berbasis inspirasi dari alam. Tujuan tersebut membuat *Biomimicry* membutuhkan analisis lebih dalam terkait aspek alam dalam proses aplikasi solusi dalam permasalahan, sehingga tidak dapat mengambil inspirasi alam secara langsung. Karakteristik *Biomimicry* berada pada pengelompokkan elemen alam yang dibagi menjadi 3 level dan tiap level tersebut memiliki 5 dimensi analisis yang dapat dikaji untuk menggali strategi alam yang lebih spesifik.

Proses perancangan *Biomimicry* dengan fokus pada penggalian inspirasi alam dapat digabungkan dengan proses perancangan *Force-based* untuk saling mendukung dalam aspek rasionalitas latar belakang masalah dan pengembangan solusi rancangan yang berkelanjutan. Proses abstraksi dari proses perancangan *Biomimicry* dapat pula didukung dengan tahapan *Domain Transfer* sebagai *Thinking Tools* untuk meningkatkan rasionalitas keterkaitan sumber inspirasi dengan aspek arsitektural, sehingga aplikasi dari solusi inspiratif alam tersebut dapat dengan mudah diaplikasikan pada bangunan.

Proses perancangan gabungan perlu dikembangkan lebih lanjut dalam aspek studi preseden yang dapat mendukung proses perancangan tersebut, serta guna memberikan masukan atas proses tersebut. Studi preseden juga berguna untuk mengkaji lebih dalam fungsi aplikatif dari proses perancangan tersebut dalam bangunan secara langsung. Proses studi preseden dapat pula digabungkan dengan *Thinking Tools: First Principle Reduction* untuk mengkaji lebih dalam terkait aspek inspiratif yang digunakan dalam bangunan obyek studi preseden.

DAFTAR PUSTAKA

Aldersey, W.H. (2003). *Zoomorphic-New Animal Architecture*; Laurence King Publishing: London, UK.

- Benyus, J.M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*; Morrow: New York, USA.
- Brittany, H. (2012). *Biomimicry: Finding Inspiration for Innovation in Nature*.
- Cazzaro, I. (2020). The Drawing and the Artefact: Biomorphism in the Design of Murano Glass Objects in the 20th Century. In *Proceedings of the 2nd International and Interdisciplinary Conference on Image and Imagination: IMG 2019* (pp. 792-803). Springer International Publishing.
- Chayaamor-Heil, N. (2023). From Bioinspiration to Biomimicry in Architecture: Opportunities and Challenges. *Encyclopedia*, 3(1), 202-223.
- Cruz, E., Blanco, E., Aujard, F., & Raskin, K. (2022). Has Biomimicry in Architecture Arrived in France? Diversity of Challenges and Opportunities for a Paradigm Shift. *Biomimetics*, 7(4), 212.
- Cohen, Y.H dan Reich, Y., (2016), *Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability*, Springer International Publishin, Swiss.
- Feuerstein, G. (2002). *Biomorphic architecture*. Menges: Stuttgart, German.
- Harkness, J. M. (2002). In Appreciation: A Lifetime of Connections: Otto Herbert Schmitt, 1913-1998. *Physics in Perspective*, 4, 456-490.
- Helms, M., Vattam, S. S., & Goel, A. K. (2009). Biologically inspired design: process and products. *Design studies*, 30(5), 606-622.
- Plowright, P.D. (2014). *Revealing Architectural Design: Methods, Frameworks & Tools*. Routledge: New York.
- Sharma, S., & Sarkar, P. (2019). Biomimicry: exploring research, challenges, gaps, and tools. In *Research into Design for a Connected World: Proceedings of ICoRD 2019 Volume 1* (pp. 87-97). Springer Singapore.
- Speck, T., Speck, O., Beheshti, N., & McIntosh, A. C. (2008). Process sequences in biomimetic research. *Design and nature IV*, 114, 3-11.
- Varshabi, N., Arslan Selçuk, S., & Mutlu Avinç, G. (2022). Biomimicry for energy-efficient building design: A bibliometric analysis. *Biomimetics*, 7(1), 21.
- Wahyono, J. (2018). Foto-system Buatan: Ekosistem Hutan Autotrof Dalam Perancangan Klinik Tuberkulosis Paru. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. <https://repository.its.ac.id/50222/>.
- Widera, B. (2015). Bioclimatic architecture. *Journal of Civil Engineering and Architecture Research*, 2(4), 567-578.
- Zari, M. P. (2007). Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability.