

Kajian Penerapan Konsep *Neurobiophilia* Pada Bangunan *Mixed-Use* Pusat Perbelanjaan dan Kondominium Hotel

Kayla Malinda K^{1*}, Nia Rachmawati²

¹Mahasiswa Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

²Dosen Pembimbing Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Penelitian ini mengeksplorasi penerapan konsep *neurobiophilia* dalam desain bangunan *mixed-use* yang menggabungkan pusat perbelanjaan dan kondominium hotel, dengan memakai material arsitektur kinetik yang berupa *Shape Memory Alloy* (SMA) dan *Thermobimetal*. Permasalahan yang diangkat adalah bagaimana menciptakan lingkungan buatan yang mampu meningkatkan kesejahteraan psikologis dan kualitas hidup pengguna, terutama dalam konteks urbanisasi yang sering kali memisahkan manusia dari unsur-unsur alam. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan studi literatur yang komprehensif, penelitian ini mengidentifikasi elemen desain, seperti pencahayaan alami dan ruang terbuka, yang dapat meningkatkan kualitas hidup. Hasilnya menunjukkan bahwa integrasi elemen alami dan teknologi ramah lingkungan dapat menciptakan bangunan yang berkelanjutan. Rekomendasi desain berbasis *neurobiophilia* disusun untuk membuat inovasi baru yang berupa konsep *theme/festival mall* atau biasa disebut dengan konsep *citywalk*.

Kata kunci— *biophilic design; kondominium hotel; mixed-use building; neurobiophilia; pusat perbelanjaan.*

1. PENDAHULUAN

Mixed-use building adalah suatu konsep yang bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi dengan menggabungkan dua atau lebih fungsi bangunan menjadi satu kesatuan. Prinsip dasar yang diterapkan dalam *mixed-use building* adalah "one stop living," di mana penghuni dapat melakukan berbagai aktivitas, termasuk tidur, bekerja, berbelanja, dan berekreasi, semua dalam satu lokasi. Bangunan *mixed-use* menekankan pada kenyamanan pengunjung, di mana setiap kebutuhan diakomodasi oleh ruang-ruang yang menyediakan privasi bagi para penggunanya, terutama dalam konteks fungsi hunian [1].

Mengatasi kejenuhan masyarakat akan sarana hiburan, tempat tinggal dan tetap mewadahi kegiatan perbelanjaan, maka dibutuhkannya inovasi baru yang berbeda dengan pusat perbelanjaan yang sudah ada. Inovasi baru tersebut dapat berpotensi untuk meningkatkan kembali ketertarikan masyarakat terhadap pusat perbelanjaan dan meningkatkan sebuah kawasan menjadi kawasan komersial yang lebih baik lagi. Hal yang diperlukan adalah adanya ruang-ruang terbuka yang menjadi alternatif sarana hiburan dan juga pusat perbelanjaan. Inovasi baru yang dianggap tepat adalah konsep *theme/festival mall* atau biasa disebut dengan konsep *citywalk*.

Penggabungan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan makhluk hidup (biologi) ke dalam arsitektur menjadi tantangan baru untuk menyelaraskan estetika dan fungsionalitas dalam desain [2]. Pendekatan biomimetik telah mulai diperhitungkan dalam penelitian dan praktik arsitektur dalam satu dekade terakhir. Dapat dijelajahi dengan tema alam melalui *sains*, seperti ilmu kehidupan dan biologi. Kemajuan teknis terbaru dalam observasi pada skala mikroskopis memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam tentang cara kerja alam, serta menyediakan sumber inspirasi dan pengetahuan baru bagi dunia arsitektur. Meskipun terdapat banyak penelitian mengenai arsitektur biomimetik (Gruber, 2011; Badarnah, 2012; Mazzoleni, 2013; Knippers et al., 2016; Zari, 2018; Knippers, 2019), penerapan konsep tersebut dalam praktik nyata masih tergolong jarang (Cruz, 2016) [2].

* Corresponding author: kaylamalindaa@gmail.com

Neurobiophilia menggabungkan *neurosains* dengan prinsip *biophilic design*, berfokus pada menciptakan ruang yang bermanfaat bagi sistem saraf melalui elemen alami. Penelitian menunjukkan bahwa lingkungan yang mengandung elemen alami seperti pencahayaan alami dan tanaman dapat merangsang neuron, meningkatkan ketenangan, mengurangi stres, dan mendukung kesehatan mental. Mengintegrasikan prinsip biologi sel saraf ke dalam desain arsitektur menciptakan ruang yang tidak hanya fungsional tetapi juga mendukung kesejahteraan mental. Pendekatan *neurobiophilia* menjadi solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan emosional dan mental pengguna.

Pembangunan *mixed-use building* yang berupa *citywalk mall* dan kondominium hotel bertema "*neurobiophilia*," diharapkan tercipta ruang yang mendukung kesehatan mental dan kesejahteraan. Mengintegrasikan elemen *biophilic* seperti pencahayaan alami, tanaman, dan ruang terbuka bertujuan mengoptimalkan hubungan antara manusia dan alam, serta meningkatkan kualitas hidup. Pendekatan ini juga mendorong keberlanjutan melalui penggunaan material ramah lingkungan, menciptakan lingkungan yang estetis, sehat, dan produktif.

a. Tujuan Penelitian

- 1) Menganalisis prinsip-prinsip *neurobiophilia* yang relevan dan aplikatif pada desain bangunan *mixed-use*, khususnya pusat perbelanjaan dan kondominium hotel.
- 2) Mengidentifikasi elemen-elemen desain *biophilic* yang dapat meningkatkan kesejahteraan psikologis dan fisiologis pengguna bangunan, berdasarkan konsep *neurobiophilia*.
- 3) Menyusun rekomendasi desain berbasis *neurobiophilia* yang dapat diintegrasikan dalam pengembangan bangunan *mixed-use* untuk meningkatkan kualitas hidup penghuni dan pengunjung.

b. Keluaran

Keluaran dari Kajian Penerapan Konsep *Neurobiophilia* pada Bangunan *Mixed-Use* Pusat Perbelanjaan dan Kondominium Hotel berupa konsep desain bangunan yang menggabungkan elemen alami dan teknologi ramah lingkungan untuk menciptakan lingkungan sehat dan berkelanjutan. Konsep ini akan didokumentasikan secara tertulis, dilengkapi dengan, gambar, sketsa, serta diagram yang mendukung perancangan, dengan fokus pada kesejahteraan pengguna melalui penerapan prinsip-prinsip *neurobiophilia*. Penelitian ini akan menghasilkan rekomendasi praktis bagi pengembang dan arsitek, berupa model yang dapat diimplementasikan dalam desain bangunan *mixed-use*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam Kajian Penerapan Konsep *Neurobiophilia* pada Bangunan *Mixed-Use* Pusat Perbelanjaan dan Kondominium Hotel akan menggunakan pendekatan kualitatif, dengan penelitian yang didasarkan pada tinjauan literatur dan analisis preseden. Tahap pertama dimulai dengan studi literatur komprehensif tentang konsep *neurobiophilia*, *biophilic design*, serta desain bangunan *mixed-use*, untuk mendapatkan landasan teori yang relevan. Selanjutnya, dilakukan dengan studi preseden terkait bangunan *mixed-use* sejenis akan digunakan sebagai referensi untuk menelaah penerapan *neurobiophilia* dalam konteks nyata. Pengumpulan data dilakukan dengan menghimpun informasi terkait kebutuhan ruang, fasilitas, dan preferensi pengguna bangunan, baik penghuni kondominium maupun pengunjung pusat perbelanjaan.

3. HASIL PENELITIAN

Pada penelitian Kajian Penerapan Konsep *Neurobiophilia* pada Bangunan *Mixed-Use* Pusat Perbelanjaan dan Kondominium Hotel, ditemukan bahwa terdapat beberapa aspek pada penerapan prinsip-prinsip *neurobiophilia* yang memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental pengguna bangunan, baik penghuni kondominium maupun pengunjung pusat perbelanjaan.

a. Bangunan *Mixed-Use* Pusat Perbelanjaan Dan Kondominium Hotel

Bangunan *mixed-use* memiliki arti dari kata "*mixed*" yang berarti bersamaan, dan "*use*" yang berarti tujuan atau fungsi. Sebuah bangunan *mixed-use* adalah bangunan yang menggabungkan beberapa fungsi atau tujuan dalam satu bangunan. Contohnya, bangunan *mixed-use* dapat berisi kondominium hotel, pusat perbelanjaan, kantor, dan lain-lain. Perancangan bangunan *mixed-use* mencakup pengembangan tata ruang, desain, dan pengaturan fasilitas yang mengintegrasikan berbagai fungsi dalam satu bangunan [3]. Selbihnya akan dipaparkan masing-masing poin, sebagai berikut:

1) Bangunan Mixed-Use

Mixed-use building adalah bangunan yang memiliki beberapa fungsi dari satu atau lebih massa bangunan yang saling berhubungan dengan fungsi yang berbeda. Konteks perencanaan perkotaan, pemerintah telah mengesahkan Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2010 yang mengatur tata ruang, yang berperan dalam menyusun Rencana Detail Tata Ruang (RDTR), sehingga dapat menetapkan kawasan peruntukan campuran dalam suatu kawasan perencanaan [4].

Pengembangan kawasan *mixed-use*, terdapat beberapa prinsip dasar yang harus diperhatikan. Salah satunya adalah pengembangan kompak (*Compact Development*), yang menekankan pada penggunaan ruang secara efisien dan terkonsentrasi. Selain itu, pengembangan tersebut tidak hanya fokus pada pembangunan gedung, melainkan juga memperhatikan pengembangan ruang publik yang berperan penting dalam menciptakan lingkungan yang nyaman dan berkelanjutan bagi penghuninya. Terakhir, prinsip pengelolaan lahan perancangan selain zonasi menjadi penting untuk memastikan bahwa pengembangan kawasan *mixed-use* dapat mengakomodasi berbagai kebutuhan dan aktivitas dengan seimbang [4].

Pengembangan *mixed-use building* dapat terdiri dari berbagai fungsi seperti hotel, perdagangan, rekreasi, dan perkantoran, terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi hasil analisisnya [5]. Faktor-faktor tersebut meliputi luas area yang terbatas, harga tanah yang tinggi, lokasi tapak yang strategis, dan nilai ekonomi yang tinggi [6]. Pertimbangan faktor ini, pengembang dan arsitek harus mengambil keputusan strategis dalam perencanaan, desain, dan pengelolaan properti agar mencapai keseimbangan antara kebutuhan dan keterbatasan yang ada, serta memaksimalkan potensi hasil investasi dan keuntungan jangka panjang.

2) Definisi Bangunan Komersial Berupa Mal

Bangunan komersial berupa mal adalah jenis bangunan yang dirancang untuk kegiatan bisnis atau komersial, seperti pusat perbelanjaan yang memiliki banyak ruangan dengan intensitas pemakaian yang tinggi. Mal biasanya memiliki berbagai fasilitas seperti toko, restoran, bioskop, dan tempat hiburan lainnya untuk menarik pengunjung [7]. Desain dan konsep mal harus memperhatikan nilai komersial bangunan, termasuk aspek visual yang mencakup kejelasan, menonjol, keakraban, fleksibilitas, kompleksitas, efisiensi, dan kebaruan. Mal juga harus memperhatikan lokasi strategis, aksesibilitas, dan kriteria teknis yang sesuai dengan kebutuhan konsumen yang dilayani [8].

Definisi mal pelayanan publik menurut Permen PANRB Nomor 23 Tahun 2017 adalah tempat berlangsungnya kegiatan atau aktivitas penyelenggaraan pelayanan public [9]. Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), mal adalah gedung atau kelompok gedung yang berisi macam-macam toko dengan dihubungkan oleh lorong (jalan penghubung) [10]. Mal pelayanan publik sejatinya tidak hanya menyuguhkan konsep pelayanan yang nyaman, aman, dan cepat, tetapi juga mampu menyuguhkan pelaksana pelayanan yang profesional dan akuntabel [11].

3) Definisi Bangunan Kondominium Hotel

Kondotel adalah bangunan yang menggabungkan fungsi kondominium dan hotel. Kondominium adalah jenis apartemen yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan hunian jangka panjang, sementara hotel berfungsi sebagai tempat tinggal sementara bagi para tamu [12]. Sedangkan menurut Nitamia (2014), Kondotel merupakan jenis properti yang mengombinasikan konsep hotel dengan kepemilikan unit secara kondominium. Dalam sistem ini, terdapat tiga pihak utama yang terlibat: pengembang, pemilik unit, dan operator hotel sebagai pihak pengelola [13].

b. Pendekatan

1) Neurobiophilia

Neurobiophilia adalah istilah yang menggabungkan konsep *biophilic design* dengan tema Biologi yang berupa neuron/sel saraf. Tema ini menjelajahi bagaimana prinsip-prinsip *biophilic design* dapat diintegrasikan dengan pemahaman tentang sistem saraf untuk menciptakan ruang yang mendukung kesehatan mental dan emosional penggunanya. Fokusnya adalah pada desain yang meniru jaringan saraf, memanfaatkan pencahayaan alami, warna yang menenangkan, dan elemen alami yang merangsang indera, untuk meningkatkan koneksi manusia dengan lingkungan.

Jaringan saraf adalah gabungan sinyal listrik dan kimiawi yang memungkinkan sel-sel saraf (neuron) saling berkomunikasi. Sistem ini terdiri dari jutaan neuron, yang berfungsi khusus untuk mengirim dan

menghantarkan impuls berupa rangsangan atau respons. Setiap neuron memiliki struktur utama yang terdiri dari badan sel, dendrit, dan akson [14].

Badan sel saraf adalah bagian terbesar dari neuron yang di dalamnya terdapat nukleus dan sitoplasma. Sitoplasma mengandung mitokondria yang berperan menghasilkan energi untuk menghantarkan impuls. Dendrit berfungsi sebagai penerima sinyal (impuls) yang berasal dari ujung akson neuron lain. Setelah itu, sinyal dibawa menuju sel tubuh saraf. Akson atau neurit adalah serabut panjang yang umumnya tidak bercabang, berfungsi untuk mengirimkan impuls dari sel tubuh saraf ke kelenjar dan serabut otot [14].

Arsitektur biomimetik merupakan *subdomain* dari bidang yang lebih luas, yaitu biomimikri. Janine Benyus, penulis buku *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* (Benyus, 1997), mendefinisikan biomimikri sebagai ilmu baru yang mempelajari alam untuk mendapatkan inspirasi dalam merancang inovasi yang berfokus pada keberlanjutan [2].

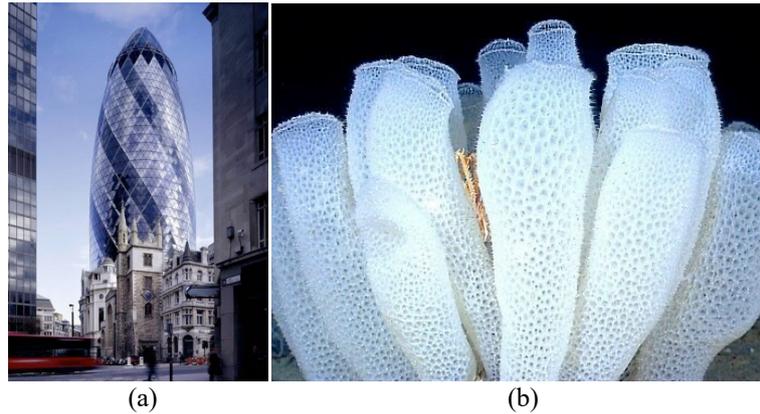
Ada beberapa contoh dalam dunia arsitektur yang mengintegrasikan prinsip biologi, tetapi sebagian besar fokus pada biologi organisme, seperti bentuk hewan, tumbuhan, atau mengikuti unsur dan prinsip dari organisme tersebut. Saat ini, sangat jarang ditemukan contoh bangunan arsitektur yang menggunakan prinsip biologi neuron atau sel saraf manusia sebagai tema utamanya. Oleh karena itu, saya menelaah beberapa contoh penerapan biologi organisme dalam arsitektur yang memiliki kesamaan prinsip atau unsur dalam bidang biologi. Contoh arsitektur biomimetik pada tingkat organisme adalah: Teater *Esplanade*, Singapura (2002); *Swiss Re Building*, London (2003) dan *Pho'liage*, Prancis.



Gambar 1 *Esplanade Theatre on the Bay* di Singapura (2002).

Esplanade Theatre on the Bay di Singapura adalah ruang pertunjukan budaya yang dirancang oleh arsitek *Michael Wilford*. Tantangan desain utamanya adalah mengatasi panas yang dihasilkan dari kubah kaca, mengingat iklim tropis lembab Singapura. Untuk itu, *Wilford* menerapkan pendekatan biomimetik dengan terinspirasi dari cangkang buah durian lokal, yang memiliki lapisan berfungsi sebagai pelindung termal alami. Durian terdiri dari *exocarp*, *mesocarp*, dan *endocarp*, di mana lapisan tengahnya membantu mengatur suhu, sementara kulit luarnya dengan duri melindungi dari panas berlebih [15].

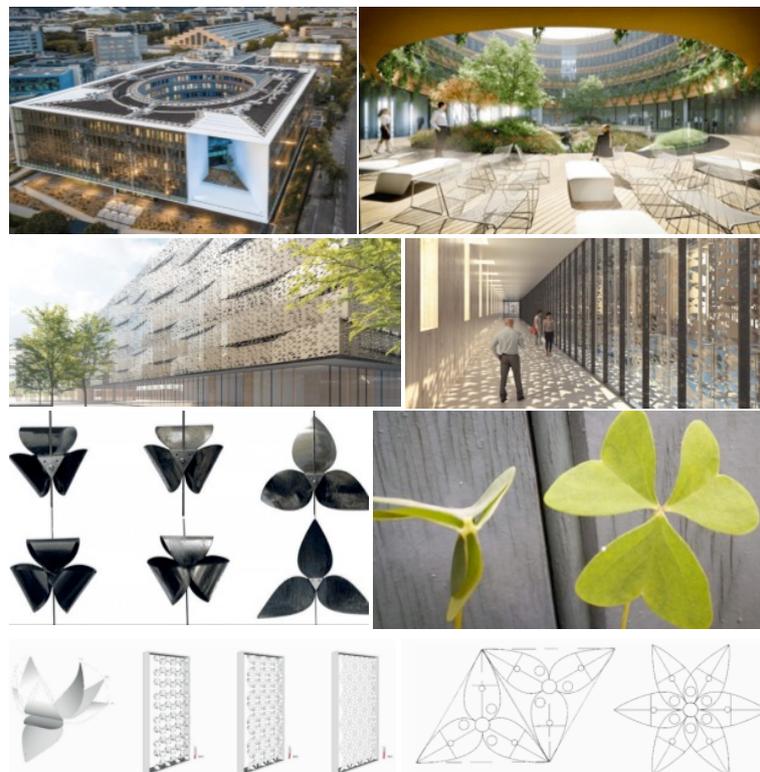
Wilford mengadaptasi prinsip ini dengan menambahkan sirip aluminium berbentuk segitiga di luar kubah kaca untuk mengatur panas matahari, menjaga suhu di dalam bangunan tetap sejuk. Sebanyak 6.200 sirip ini dirancang dengan sudut yang disesuaikan jalur matahari sepanjang tahun, sehingga memberikan bayangan maksimal tanpa mengorbankan pemandangan. Inspirasi dari durian tidak hanya menyelesaikan masalah desain termal, tetapi juga menjadikan bangunan ini simbol arsitektur ikonik di Singapura [15].



(a) (b)
Gambar 2 *Swiss Re Building*, London (2003).

Swiss Re Building (juga dikenal sebagai 30 St. Mary Axe) adalah gedung perkantoran komersial di distrik *Baltic Exchange*, London, di mana angin lokal yang kencang membatasi pembangunan gedung tinggi. Arsitek *Norman Foster* ditugaskan untuk merancang salah satu gedung bertingkat tinggi pertama di daerah tersebut, dengan tantangan untuk meminimalkan dampak pada aliran angin lokal. Untuk mengatasi masalah ini, tim arsitek terinspirasi oleh kerangka spons laut, keranjang bunga *Venus* (*Euplectella aspergillum*), yang memiliki struktur silika kuat dan stabil. Dengan mengambil analogi dari bagaimana spons tersebut menyebarkan arus air kuat, *Gherkin* dirancang berbentuk silinder agar angin dapat mengalir dengan lancar di sekitarnya. Bangunan ini menggunakan sistem struktur baja ringan berbentuk *neu*, yang diadaptasi dari kerangka luar keranjang bunga *Venus* untuk stabilitas dan kekuatan [15].

Selain itu, *Gherkin* memanfaatkan ventilasi alami melalui jendela berbentuk berlian yang dapat dibuka, mengurangi konsumsi energi untuk pendinginan. Pada bangunan lain, seperti di *ArtBuild Paris*, *Steven Ware* mengembangkan sistem fasad peneduh dinamis yang terinspirasi dari gerakan nyctinasty, gerakan buka-tutup bunga. Menggabungkan pendekatan *top-down* dan *bottom-up*, sistem fasad ini dirancang untuk merespons kondisi lingkungan secara mandiri, mengurangi konsumsi energi dengan memanfaatkan bayangan dan ventilasi alami [15].



Gambar 3 *Pho'liage*, France (2019).

Perangkat naungan *Pho'liage* dikembangkan dengan mempelajari morfologi dan mekanisme buka-tutup bunga yang merespons rangsangan eksternal. Para arsitek memilih bahan pintar seperti *Shape Memory Alloy* (SMA) dan *termobimetal* untuk menciptakan naungan responsif mandiri. Bahan-bahan ini bereaksi otomatis terhadap perubahan suhu tanpa membutuhkan banyak energi. Saat suhu mencapai lebih dari 25°C, kelopak naungan terbuka seperti bunga, membentuk tirai yang melindungi bangunan dari panas berlebih. Ketika suhu menurun, kelopak kembali menutup, memungkinkan cahaya alami masuk [15].

Selain fungsi termal, para arsitek juga bekerja untuk menyesuaikan bentuk sistem naungan agar sesuai dengan berbagai desain fasad arsitektur, termasuk variasi bentuk dan jumlah kelopak. Pada akhir tahun 2022, perangkat *Pho'liage* direncanakan akan diimplementasikan dan diuji dalam proyek arsitektur skala penuh di kantor pusat baru *International Agency for Research on Cancer* (IARC) di Lyon, Prancis, dengan *ArtBuild* sebagai arsitek utama proyek tersebut [15].

Dari ketiga bangunan tersebut dapat disimpulkan bahwa mereka memanfaatkan pengetahuan biologi, bukan hanya untuk meniru bentuk organisme, tetapi juga menerapkan prinsip-prinsip fungsional dari organisme tersebut. Prinsip biologi ini sejalan dengan konsep bangunan hijau atau desain *biophilic*, yang menggunakan inovasi dan teknologi canggih untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan bangunan. Prinsip-prinsip biologi tersebut akan dikembangkan lebih lanjut dengan menerapkan prinsip sel saraf dalam tema perancangan, yang didasarkan pada pengetahuan biologi dan diselaraskan dengan prinsip desain *biophilic*. Pendekatan ini bertujuan untuk menciptakan desain yang harmonis dengan alam sekaligus memanfaatkan inovasi berbasis biologi.

2) Biophilic Design

Biophilic design adalah konsep yang berfokus pada menciptakan hubungan yang baik antara manusia dan alam, yang menghubungkan kembali manusia dengan alam dalam lingkungan bangunan dan komunitas. Konsep ini mencakup penggunaan elemen alam seperti tanaman, air, dan kualitas udara, serta menciptakan ruang yang restoratif bagi manusia untuk meningkatkan vitalitas dan kesejahteraan. *Biophilic design* menciptakan hubungan biologi antara kesehatan dan desain melalui alam sebagai media utama. Konsep ini memiliki tujuan untuk menghubungkan kembali hubungan manusia dan alam karena di zaman modern ini perubahan gaya hidup mulai berubah dan terpisah dari alam. *Biophilic design* memiliki konsep yang berbeda dengan *green building* atau arsitektur hijau, yang berfokus pada konsep pembangunan bangunan seperti konsep konstruksi atau renovasi bangunan [16].

3) Arsitektur Kinetik

Menurut R. Kronenburg, arsitektur kinetik adalah sebuah sistem atau bagian dari bangunan yang memiliki kemampuan untuk mengubah bentuk dan berpindah posisi. Berdasarkan definisi tersebut, arsitektur kinetik memiliki sifat fleksibel dan dapat bertransformasi. Ada tiga tipologi arsitektur kinetik, yaitu *Embedded Kinetic Structures*, *Deployable Kinetic Structures*, dan *Dynamic Kinetic Structures*, yang dibahas dalam penelitian ini. Klasifikasi ini merujuk pada buku *Sustainable Applications of Intelligent Kinetic Systems* karya Michael A. Fox [17].

Penelitian ini berfokus pada *responsive facade*, yang merupakan salah satu kategori DSF. Dalam arsitektur, responsif mengacu pada kemampuan sistem untuk beradaptasi dan memberikan fungsi tertentu melalui elemen desain yang dapat berubah bentuk [17]. Fasad dengan sistem ini biasanya menggunakan teknologi berbasis komputer dan sensor, yang memungkinkan bangunan merespons lingkungan sekitarnya dengan mengontrol elemen-elemen bangunan sesuai dengan kondisi yang terdeteksi.

Penelitian ini akan menganalisis dua material utama yang sering digunakan dalam komponen penggerak *dynamic facade* atau *responsive facade*, yaitu *Shape Memory Alloy* (SMA) dan *Thermobimetal*, seperti pada proyek *Pho'liage* di Prancis, tetapi dikombinasikan dengan konsep fasad dinamis Al Bahar di Abu Dhabi. Kedua material ini memiliki mekanisme serupa, yaitu bereaksi secara otomatis terhadap perubahan suhu dengan konsumsi energi minimal, sehingga mendukung tema perancangan *biophilic design*.

4) Shape Memory Alloy (SMA)

Shape Memory Alloy (SMA) adalah material yang sering digunakan dalam sektor medis dan otomotif berkat keandalan dan kemampuannya untuk berintegrasi, baik sebagai aktuator maupun sensor. Material ini dapat dibentuk menjadi berbagai geometri, namun bentuk yang paling umum adalah pegas *helicoidal* dan kabel sederhana, karena geometri tersebut memaksimalkan fitur *Shape Memory Alloy*. SMA dapat diaktifkan

melalui perubahan suhu atau aliran listrik (melalui efek Joule), sehingga cocok untuk solusi adaptif, baik aktif maupun pasif [18].

5) Thermobimetal

Thermobimetals adalah salah satu material terbaru yang digunakan dalam arsitektur. Material ini telah berhasil diaplikasikan pada berbagai perangkat peneduh berukuran kecil, yang dapat memberikan naungan atau meningkatkan sirkulasi udara tergantung pada intensitas panas matahari dan suhu udara. Misalnya, pada bagian struktur yang teduh, proyeksi kecil dari material ini akan tetap melengkung ke dalam, mencegah pergerakan udara dan menjaga panas. Namun, ketika terkena sinar matahari langsung, proyeksi tersebut melengkung ke atas, memungkinkan aliran udara lebih besar yang membantu mendinginkan bagian dalam. Teknologi ini juga sedang dikembangkan untuk sistem dinding dinamis yang memungkinkan bangunan “bernapas” [19].

Thermobimetal terdiri dari dua jenis logam yang dilaminasi bersama, dan pergerakannya disebabkan oleh perbedaan koefisien pemuaian panas dari kedua logam tersebut. Ketika dipanaskan, salah satu logam memuai lebih cepat daripada yang lainnya, menyebabkan material melengkung karena terhambat oleh logam yang memuai lebih lambat. Pemilihan logam yang berbeda, pergerakan struktur ini dapat disesuaikan agar dapat merespons perubahan lingkungan secara dinamis [19].

Fasad *termobimetal* dirancang untuk memanfaatkan ventilasi dan energi matahari secara efisien. Berbeda dengan sistem peneduh lainnya, fasad *termobimetal* tidak memerlukan sensor atau sumber energi yang rumit untuk berfungsi. Kulit bangunan berbahan *termobimetal* ini mampu menjaga kenyamanan termal dengan cara yang hemat biaya dan berkelanjutan [19].

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari Kajian Penerapan Konsep *Neurobiophilia* pada Bangunan *Mixed-Use* Pusat Perbelanjaan dan Kondominium Hotel menunjukkan bahwa integrasi elemen-elemen alam dalam desain arsitektur, elemen-elemen tersebut adalah cahaya alami, ruang hijau, air, dan material ramah lingkungan, dapat memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kesejahteraan fisik dan mental pengguna bangunan. Penerapan konsep *neurobiophilia* dalam bangunan *mixed-use* tidak hanya meningkatkan kualitas ruang, tetapi juga menciptakan lingkungan yang lebih nyaman, sehat, dan berkelanjutan, baik bagi penghuni kondominium maupun pengunjung pusat perbelanjaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan makalah ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan pihak lain. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Nia Rachmawati, ST., M.Si., selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penulisan makalah ini. Saya menyadari bahwa makalah ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak demi kesempurnaan makalah ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga makalah ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang arsitektur, dan menjadi referensi yang berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. C. Prakasa, “Perencanaan dan Perancangan Mixed-Use di Rajawali Palembang,” Universitas Sriwijaya, 2019. [Daring]. Tersedia pada: https://repository.unsri.ac.id/24285/72/RAMA_23201_03061281320023_0010057507_01_front_ref.pdf
- [2] N. Chayaamor-Heil dan L. Vitalis, “Biology and architecture: An ongoing hybridization of scientific knowledge and design practice by six architectural offices in France,” *Frontiers of Architectural Research*, vol. 10, no. 2, hlm. 240–262, 2021, doi: 10.1016/j.foar.2020.10.002.
- [3] S. A. Hendrian, “Mixed Use Building Di Jakarta Selatan Dengan Mempertimbangkan Keseimbangan Antara Manusia, Alam, Dan Teknologi,” *E-Journal.Uajy.Ac.Id*, hlm. 15–38, 2007, [Daring]. Tersedia pada: <http://e-journal.uajy.ac.id/13657/3/TA148572.pdf>
- [4] R. Dwi Poetra, “BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64,” *Gastronomía ecuatoriana y turismo local.*, vol. 1, no. 69, hlm. 5–24, 2019.
- [5] P. Antoniou, “Everything You Should Know About Mixed Use Properties,” *RIB*. Diakses: 3 April 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://rib.co.uk/blog-everything-you-should-know-about-mixed-use-properties/>
- [6] F. O. R. R. M. Projects dan D. Guidelines, “For residential mixed-use projects 5 design guidelines,” hlm. 1–28.

- [7] M. Rangkuti, “Bangunan Komersial : Pengertian, dan Contohnya,” Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Diakses: 3 April 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://fatek.umsu.ac.id/bangunan-komersial-pengertian-dan-contohnya/>
- [8] Asiva Noor Rachmayani, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title,” hlm. 6, 2015.
- [9] “Latar Belakang Mal Pelayanan Publik,” MPP Kota Bekasi. Diakses: 23 April 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://mpp.bekasikota.go.id/profil-mpp>
- [10] “Mal,” KBBI. Diakses: 23 April 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://kbbi.web.id/mal-4>
- [11] M. Burhan, “Mal Pelayanan Publik dan Maladministrasi,” Ombudsman. Diakses: 23 April 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://ombudsman.go.id/artikel/r/artikel--mal-pelayanan-publik-dan-maladministrasi>
- [12] D. I. K. Sukasari dan E. R. Tem-, “Bab 2 Tinjauan Pustaka,” no. Suppan, hlm. 1–16, 1994.
- [13] M. S. Ummah, “Bab 2 Tinjauan Pustaka,” Sustainability (Switzerland), vol. 11, no. 1, hlm. 1–14, 2019
- [14] S. Meutia, N. Utami, S. Rahmawati, dan R. Himayani, “Sistem Saraf Pusat dan Perifer,” Medical Profession Journal of Lampung, vol. 11, no. 2, hlm. 306–311, 2021.
- [15] N. Chayaamor-Heil, “From Bioinspiration to Biomimicry in Architecture: Opportunities and Challenges,” Encyclopedia, vol. 3, no. 1, hlm. 202–223, 2023, doi: 10.3390/encyclopedia3010014.
- [16] J. H. E. Handika, “Konservatori Taman Hutan Hujan Dengan Pendekatan Desain Biophilic Di Kabupaten Semarang,” Unika Soegijapranata, hlm. 81–85, 2021, [Daring]. Tersedia pada: [http://repository.unika.ac.id/26619/7/17.A1.0012-Jong Hagai Epha Handika-BAB VI_a.pdf](http://repository.unika.ac.id/26619/7/17.A1.0012-Jong%20Hagai%20Epha%20Handika-BAB%20VI_a.pdf)
- [17] T. R. Kwa dan W. E. Sari, “Implementation of Dynamic Facade Using Temperature Sensor To Increase Indoor Thermal Comfort,” WwW.Journal.Unpar.Ac.Id, vol. 06, hlm. 332–349, 2022, [Daring]. Tersedia pada: www.journal.unpar.ac.id
- [18] L. Vercesi, A. Speroni, A. G. Mainini, dan T. Poli, “A novel approach to shape memory alloys applied to passive adaptive shading systems,” Journal of Facade Design and Engineering, vol. 8, no. 1, hlm. 43–64, 2020, doi: 10.7480/jfde.2020.1.4700.
- [19] I. Bonnefin, “Emerging Materials: Thermo Bimetals,” Certified Energy. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.certifiedenergy.com.au/emerging-materials/emerging-materials-thermo-bimetals>