

Kajian Literatur Strategi Desain Biofilik untuk Meningkatkan Kesehatan dan Kesejahteraan Siswa di Sekolah

Putu Adelia Shindy Bella^{*1}, Diananta Pramitasari²

Program Studi Magister Arsitektur, Departemen Teknik Arsitektur dan Perencanaan,

Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada ^{1,2}

E-Mail: ¹putuadeliashindybella@mail.ugm.ac.id, ²dpramitasari@ugm.ac.id

Submitted: 10-03-2025

Revised: 27-03-2025

Accepted: 23-08-2025

Available online: 04-12-2025

How To Cite: Putu Adelia Shindy Bella, & Pramitasari, D. Literature Study of Biophilic Design Strategies for Improving Students' Health and Well-Being in Schools. *Nature: National Academic Journal of Architecture*. 229-247. DOI: <https://doi.org/10.24252/nature.v12i2a6>

Abstrak_ Sekolah merupakan salah satu fasilitas pendidikan yang menyelenggarakan kegiatan belajar-mengajar sesuai dengan tingkatan atau jenjangnya. Dalam menjalani proses belajar, siswa menghabiskan sebagian besar waktunya di ruang kelas untuk memenuhi target pembelajaran. Hal ini dapat berujung kepada gangguan fisik dan mental siswa. Maka dari itu, diperlukan suatu prinsip desain yang mampu mengakomodir kesehatan dan kesejahteraan siswa sekolah. Salah satu prinsip desain yang menghubungkan kembali manusia dengan alam agar tercipta sistem yang harmonis sehingga dapat memberikan keuntungan bagi manusia berupa kesehatan dan kesejahteraan, yaitu desain biofilik. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi strategi desain biofilik, mengevaluasi pengaruhnya pada kesehatan dan kesejahteraan siswa dan melihat tantangan implementasinya pada studi kasus. Metode yang digunakan pada artikel ini adalah metode kajian literatur integratif untuk melihat strategi dan pengaruh desain biofilik, kemudian dilakukan studi komparasi mengenai implementasi teori terhadap studi kasus terdokumentasi menggunakan sumber data sekunder pada tiga sekolah yang berada di bawah naungan *Green School International*. Hasil kajian literatur pada 14 pola desain biofilik menunjukkan bahwa terdapat tiga kategori untuk menghubungkan manusia dengan alam yang kemudian dievaluasi pada studi kasus. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan bahwa implementasi kategori *Nature in the Space* terlihat pada integrasi sensorik manusia dengan elemen alam, kategori *Natural Analogues* terlihat pada bentuk dan material bangunan yang organik, dan kategori *Nature of the Space* terlihat pada ruang yang di desain untuk memunculkan rasa penasaran serta eksplorasi siswa di sekolah melalui pola *prospect* dan *mystery*.

Kata kunci: Desain Biofilik; Kesejahteraan dan Kesehatan; Sekolah; Siswa

Abstract_ School is an educational facility that arranges teaching and learning activities according to the levels. In carrying out the learning process, students spend almost their whole time in the classroom to fulfill their learning targets. This can end up in students' physical and mental disruptions. Therefore, there should be a design principle that can accommodate students' health and well-being. One of the design principles that reconnects humans with nature or their environment to create a harmonious system that can provide benefits to humans in the form of health and well-being is biophilic design. This study aims to identify biophilic design strategies, evaluate their effects on student health and well-being, and examine the challenges of their implementation in case studies. The method used in this article is an integrative literature review method to see the strategies and effects of biophilic design, then a comparative study is conducted on the implementation of the theory to documented case studies using secondary data sources in three schools under the *Green School International*. The results of the literature review on the 14th biophilic design patterns show that there are three categories for connecting humans with nature, which were evaluated in case studies. Based on the results of the analysis, it was found that the implementation of the *Nature in the Space* category was seen in the integration of human sensory with natural elements, the *Natural Analogues* category was seen in the organic shape and materials of the building, and the *Nature of the Space* category was seen in the space designed to arouse students' curiosity and exploration in schools through *prospect* and *mystery* patterns.

Keywords: Biophilic Design; Health and Well-Being; School; Student

PENDAHULUAN

Sekolah merupakan salah satu fasilitas pendidikan yang menyelenggarakan kegiatan belajar-mengajar sesuai dengan tingkatan atau jenjangnya. Sekolah diharapkan dapat memwadahi proses pembelajaran untuk meningkatkan kualitas keluaran bagi siswa didik dan pendidiknya (Hatmoko et al., 2014). Dengan adanya tuntutan peningkatan kualitas lulusan, tak jarang hal tersebut menjadi tantangan bagi siswa. Tugas sekolah yang semakin berat ditambah dengan adanya persaingan belajar yang ketat, tuntutan konsentrasi siswa yang tinggi, dan tekanan belajar yang tinggi dapat mengakibatkan stres akademik berkepanjangan (Bai et al., 2022). Namun di sisi lain, sekolah diidentifikasi sebagai penggerak yang utama dalam menjaga dan mempromosikan kesehatan karena siswa menghabiskan hingga 60% waktunya di lingkungan sekolah (Lanzaro & Ucci, 2024). Maka dari itu, sangat penting untuk membentuk lingkungan fisik sekolah yang berkualitas sebagai salah satu pemenuhan kebutuhan kesehatan emosional dan fisik siswa (Meng et al., 2023). Pembentukan tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan konsep perancangan yang memperhatikan dampak terhadap pengguna maupun lingkungan yang mempengaruhinya.

Salah satu penerapan konsep desain pada bangunan yang sangat berkaitan dengan alam dan lingkungan yaitu konsep desain biofilik. Kellert dan Wilson pada tahun 1993 menyatakan bahwa desain biofilik merupakan upaya yang disengaja untuk menerjemahkan pemahaman tentang ketertarikan manusia untuk berafiliasi dengan sistem alam yang dikenal sebagai *biofilia* ke dalam desain lingkungan binaan (Kellert et al., 2008). Meskipun konsep desain biofilik terbilang baru, sebagian besar penelitian mengenai biofilik adalah pada lingkungan restoratif sehingga mendukung potensi kesehatan dan kesejahteraan pengguna pada lingkungan binannya (Gillis & Gatersleben, 2015a). Maka dari itu, kelebihan dari konsep desain biofilik terletak pada posisi manusia sebagai organisme biologis yang memiliki sistem pikiran-badan yang menjadi indikator dalam menentukan kesehatan dan kesejahteraannya (Browning et al., 2014).

Menurut beberapa referensi penelitian terdahulu, studi mengenai bagaimana desain biofilik dapat meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan siswa dalam lingkup ruang arsitektur masih terbatas (Mustafa dan Yaseen dalam Huizi et al., 2024). Namun, beberapa studi menemukan bahwa elemen lingkungan binaan tertentu berdampak pada aspek psikologis, yaitu mempercepat pemulihan stress dan kelelahan mental melalui pengaplikasian vegetasi pada elemen vertikal bangunan serta penggunaan beragam material yang dapat meningkatkan kemampuan sensori siswa (Zhong et al., 2022 dan Gillis & Gatersleben, 2015). Selain itu, beberapa studi juga hanya berfokus pada penerapan desain biofilik pada elemen bangunan tertentu secara parsial. Maka, terdapat peluang untuk melakukan studi untuk melihat strategi desain biofilik serta mengevaluasi implementasinya pada tiga studi kasus sekolah berdasarkan data visual yang diperoleh melalui sumber sekunder.

METODE

Metode yang digunakan adalah metode kajian literatur integratif. Metode ini memungkinkan untuk mengelaborasi beberapa teori dan studi orisinal terdahulu sehingga pembahasan konsep dapat dilakukan secara holistik dan memungkinkan untuk diintegrasikan dengan studi kasus atau studi observasional (Hariyati, 2010). Studi ini diawali dengan mencari dan menganalisis teori-teori yang berkaitan dengan desain biofilik serta kaitannya pada kesehatan dan kesejahteraan siswa di sekolah. Keseluruhan pencarian teori menggunakan sumber sekunder berupa artikel ilmiah, buku, serta sumber resmi lainnya yang relevan dengan topik, sedangkan studi kasus juga diperoleh melalui

sumber sekunder berupa artikel ilmiah, *website* resmi sekolah serta *channel Youtube*, sehingga beberapa sumber sekunder tersebut dapat digunakan untuk mengecek kebenaran data.

Platform pencarian artikel ilmiah yang digunakan yaitu Sciencedirect dengan menggunakan kata kunci, yaitu *biophilic design, health and wellbeing*, anak-anak, siswa, dan sekolah. Kemudian kata kunci tersebut dikombinasikan untuk memperoleh artikel yang relevan dengan topik pembahasan. Dari 27 artikel yang ditemukan berdasarkan kata kunci, kemudian dievaluasi kembali hingga mendapatkan 10 artikel yang didalami untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terkait topik. Batasan yang diterapkan dalam pencarian sumber sekunder berupa artikel ilmiah yaitu artikel yang diterbitkan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Hal tersebut berkaitan dengan relevansi kondisi lingkungan dan eksplorasi teori mengenai keberlanjutan. Salah satu agenda internasional yang memiliki tujuan untuk meningkatkan hubungan dan kesejahteraan manusia dengan alam yaitu agenda *Sustainable Development Goals (SDGs)* yang diluncurkan pada tahun 2015. Beberapa tujuan dari agenda tersebut menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan studi yang mengarah kepada kesehatan dan kesejahteraan untuk semua.

Kemudian, untuk memahami implementasi teori terhadap praktiknya, dilakukan evaluasi dan komparasi terhadap beberapa studi kasus untuk melihat penerapan teorinya melalui interpretasi deskriptif berbasis teori 14 pola desain biofilik oleh Browning et al. pada tahun 2014 yang dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu *Nature in the Space, Natural Analogues, dan Nature of the Space* terhadap visual proyek yang terdokumentasi pada sumber sekunder. Interpretasi melalui sumber sekunder memiliki kelebihan yaitu dapat menggunakan studi kasus yang berada di beberapa daerah berbeda. Namun, keterbatasan pada interpretasi hanya dapat dilakukan sesuai dengan ketersediaan gambar visual pada sumber sekunder tersebut. Maka dari itu, terdapat kemungkinan kondisi eksisting proyek yang tidak tercakup dalam pembahasan akibat limitasi tersebut. Namun, keterbatasan tersebut dapat diminimalisir dengan melakukan pengecekan menggunakan sumber visual sekunder dari berbagai *platform* seperti *website* resmi sekolah dan *channel Youtube* resmi.

Pada tahun 2024, UNESCO mengeluarkan definisi mengenai *green school* atau sekolah hijau yaitu institusi pembelajaran yang menekankan pada tema perubahan iklim sebagai basis awal sekolah yang aman dan resilien melalui praktik berkelanjutan. Beberapa prinsip mengenai sekolah hijau, yaitu (1) memastikan pendidikan yang holistik, (2) memprioritaskan praktik keberlanjutan untuk mengatasi perubahan iklim, dan (3) mempromosikan rasa tanggung jawab untuk memproteksi ekosistem. Berdasarkan prinsip-prinsip tersebut, studi kasus yang diangkat pada kajian literatur ini adalah Green School Internasional. Sejalan dengan prinsip yang dikeluarkan oleh UNESCO, *Green School Internasional* memiliki tujuan global untuk menerapkan model edukasi yang menerapkan keberlanjutan melalui hubungan yang berpusat dan holistik, eksperimental dan berevolusi, autentik dan berorientasi pada aksi, dan dari lokal menuju global. *Green School Internasional* terdiri dari tiga sekolah yang berlokasi di tiga lokasi berbeda. Tiga sekolah yang akan menjadi studi kasus pada kajian ini, yaitu *Green School Bali* di Indonesia; *Green School New Zealand* di Selandia Baru, dan *Green School South Africa* di Afrika Selatan.

HASIL DAN DISKUSI

A. Desain Biofilik

Representasi hewan dan tumbuhan sudah digunakan sebagai elemen dekoratif dan ornamen simbolis sejak dahulu kala (Browning et al., 2014). Sebelum munculnya konsep desain biofilik, terlebih dahulu muncul terminology lain, yaitu *biophilia* atau *biophilious*. Eric Fromm merupakan

psikolog sosial yang membentuk konsep *biophilous*. Kata *biophilous* terbagi menjadi dua yaitu *bio* yang berarti alam dan *philious* yaitu jatuh cinta, sehingga istilah *biophilia* yang kemudian dipopulerkan oleh Wilson pada tahun 1984 mengandung arti kecintaan pada kehidupan yang memiliki kecenderungan untuk menopang kehidupan dari ancaman kematian dan integrasi positif satu dengan yang lainnya (Ghaziani et al., 2021 & Zhong et al., 2022).

Kellert dan Wilson pada tahun 1993 menyatakan bahwa desain biofilik merupakan upaya yang disengaja untuk menerjemahkan pemahaman tentang ketertarikan manusia untuk berafiliasi dengan sistem alam yang dikenal sebagai biofilia ke dalam desain lingkungan binaan (Kellert et al., 2008). Meskipun konsep desain biofilik terbilang baru, sebagian besar penelitian mengenai biofilik adalah pada lingkungan restoratif sehingga mendukung potensi kesehatan dan kesejahteraan pengguna pada lingkungan binaan (Gillis & Gatersleben, 2015). Definisi desain biofilik yang sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari manusia membuat konsep ini menjadi konsep yang diunggulkan dalam strategi untuk menjawab permasalahan stres di tempat kerja, performansi siswa, penyembuhan pasien, dan ikatan komunitas serta keluarga untuk menghadapi tantangan kesehatan dan kesejahteraan secara keseluruhan (Browning et al., 2014).

Dari beberapa sumber terkait, dapat disimpulkan bahwa desain biofilik merupakan desain yang menghubungkan kembali manusia dengan alam atau lingkungannya agar tercipta sistem yang harmonis sehingga dapat memberikan keuntungan bagi manusia berupa kesehatan dan kesejahteraan fisik serta mental dan keuntungan berupa pemulihan dan pelestarian bagi lingkungan.

Terdapat beberapa prinsip yang terkenal pada desain biofilik yang menjadi acuan atau rujukan dalam desain biofilik. Prinsip pertama yaitu dikemukakan oleh Kellert et al., pada bukunya yang berjudul *Biophilic design: The Theory, Science, and Practice of bringing Buildings to Life* yang diterbitkan pada tahun 2008. Pada bukunya, terdapat enam elemen desain biofilik yang bisa diimplementasikan ke dalam ruang. Prinsip kedua dikemukakan oleh Browning et al. pada tahun 2014 dalam publikasinya yang berjudul *14 Patterns of Biophilic design* yang mendefinisikan hubungan desain dengan alam yang dituangkan ke dalam 3 kategori dan 14 pola. Prinsip ketiga dikemukakan kembali oleh Kellert dan Calabrese pada tahun 2015 pada publikasinya yang berjudul *The Practice of Biophilic design*, disampaikan ada tiga pengalaman dan 24 atribut baru pada desain biofilik. Ketiga prinsip, pola serta atribut yang disampaikan oleh masing-masing peneliti dapat dilihat pada rangkuman tabel berikut.

Tabel 1. Prinsip desain biofilik

<i>Biophilic design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life</i> (2 dimensi dan 6 elemen desain biofilik)		
Organik dan Naturalistik (1,2,3,4)		Berbasis Tempat atau Vernakular (5,6)
1) Fitur Lingkungan	2) Bentuk dan Wujud Alami	5) Hubungan Berbasis Tempat
<ul style="list-style-type: none"> - Warna - Air - Udara - Cahaya matahari - Tumbuhan - Binatang - Material alami - Pemandangan - Penghijauan fasad - Geologi dan lanskap - Habitat dan ekosistem - Api 	<ul style="list-style-type: none"> - Motif Botanik - Pohon dan dukungan kolom - Motif hewan (vertebrata) - Cangkang dan spiral - Telur, oval dan bentuk tube - Lengkungan dan kubah - Bentuk selain garis lurus dan sudut siku - Simulasi fitur alam - Biomorfi - Geomorfologi - Biomimikri 	<ul style="list-style-type: none"> - Hubungan geografis - Hubungan historis - Hubungan ekologi - Hubungan budaya - Material asli - Orientasi lanskap - Fitur lanskap yang memperjelas bentuk bangunan - Ekologi lanskap - Integrasi budaya dan ekologi - Spirit pada tempat - Menjauhi ketidakberadaan

<i>Biophilic design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life</i> (2 dimensi dan 6 elemen desain biofilik)		
3) Pola dan Proses Natural	4) Cahaya dan ruang	6) Hubungan manusia dengan alam yang berevolusi
<ul style="list-style-type: none"> - Variabilitas sensori - Kekayaan informasi - Umur, perubahan, dan patina waktu - Pertumbuhan dan pemekaran - Tittik fokus pusat - Pola keseluruhan - Ruang yang dibatasi - Ruang transisional - Seri dan rantai yang berhubungan - Integrasi bagian menjadi keseluruhan - Kontras yang saling melengkapi - Keseimbangan dan tekanan yang dinamis - Fraktal - Rasio dan skala yang terorganisir secara hierarki 	<ul style="list-style-type: none"> - Cahaya alami - Cahaya yang difilter dan disebarkan - Cahaya dan Bayangan - Cahaya yang dipantulkan - Kolam Cahaya - Cahaya yang hangat - Cahaya sebagai bentuk dan wujud - Kelapangan - Variabilitas spasial - Ruang sebagai bentuk dan wujud - Harmoni spasial - Ruang dalam-luar 	<ul style="list-style-type: none"> - Prospek dan pengungsi - Urutan dan kompleksitas - Keingintahuan dan daya tarik - Perubahan dan metamorphosis - Keamanan dan proteksi - Penguasaan dan control - Kasih sayang dan keterikatan - Daya tarik dan kecantikan - Eksplorasi dan penemuan - Informasi dan kognisi - Ketakutan dan kagum - Menghormati dan spiritualitas
14 Patterns of <i>Biophilic design</i> (3 Kategori dan 14 Pola)		
<i>Nature in the Space</i>	<i>Natural Analogues</i>	<i>Nature of the Space</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Koneksi visual dengan alam - Koneksi non-visual dengan alam - Rangsangan sensorik non-irama - Variabilitas termal dan aliran udara - Keberadaan air - Pencahayaan yang dinamis dan menyebar - Koneksi dengan sistem alam 	<ul style="list-style-type: none"> - Bentuk atau pola yang biomorfik - Koneksi material dengan alam - Kompleksitas dan keteraturan 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Prospect</i> (prospek/kemungkinan) - <i>Refugee</i> (pengungsi) - <i>Mystery</i> (misteri) - <i>Risk/ Peril</i> (resiko)
<i>The Practice of Biophilic design</i> (Tiga Pengalaman dan 24 Atribut)		
Direct Experience of Nature	Indirect Experience of Nature	Experience of Space and Place
<ul style="list-style-type: none"> - Cahaya - Udara - Air - Tumbuhan - Hewan - Cuaca - Landskap dan ekosistem alami - Api 	<ul style="list-style-type: none"> - Gambar alam - Material alami - Warna alami - Mensimulasikan cahaya dan udara alami - Bentuk dan wujud alam - Membangkitkan alam - Kekayaan informasi - Umur, perubahan, dan patina waktu - Geometri alam - Biomimikri 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Prospect & Refugee</i> (Prospek dan pengungsi) - Kompleksitas yang terorganisir - Integrasi bagian menjadi keseluruhan - Ruang transisi - Mobilitas dan pencarian jalan - Keterkaitan budaya dan ekologi pada tempat

Sumber: Diadaptasi dari Kellert et al. (2008); Browning et al. (2014); (Kellert & Calabrese, 2015)

Prinsip desain biofilik yang telah dipaparkan di atas merupakan prinsip-prinsip yang komprehensif dan terus dikembangkan. Dapat dilihat perkembangan atribut pada ketiga prinsipnya bahwa pada prinsip yang dikemukakan oleh Kellert et al. (2008) menyatakan cukup banyak atribut

konseptual atau teoritis pada tiap elemennya. Kemudian peneliti selanjutnya yaitu Browning et al. (2014) mengelompokkan desain biofilik menjadi tiga kategori utama dan masing-masing kategori mengandung pola-pola tertentu. Kemudian pola-pola tersebut akan dijabarkan kembali objektivitasnya serta contoh-contoh penerapannya. Pada tahun 2015, Kellert dan Calabrese kembali memodifikasi dan mensintesis atribut-atribut pada tahun 2008 tersebut menjadi tiga pengalaman esensial dan 24 atribut terpenting. Hal tersebut terlihat pada beberapa atribut yang seperti elemen alam (Cahaya, Udara, Air, Ekosistem dan Lanskap) masing-masing tetap berdiri sendiri menjadi satu atribut yang utuh.

Prinsip desain biofilik yang telah dipaparkan mewakili keragaman aspek yang dianggap sebagai unsur natural. Namun, terdapat beberapa perbedaan kedalaman pembahasan pada prinsip tersebut ketika mengaitkan pengaruh desain biofilik terhadap kesehatan dan kesejahteraan. Prinsip desain biofilik yang disampaikan oleh Kellert & Calabrese (2015) hanya menyebutkan secara general bahwa desain biofilik akan bermanfaat untuk meningkatkan (a) kesehatan fisik, yaitu menurunkan tekanan darah, dan meningkatkan kenyamanan serta (b) kesehatan mental, yaitu meningkatkan motivasi, mengurangi stres, kecemasan, dan meningkatkan interaksi sosial. Sedangkan prinsip desain biofilik yang disampaikan oleh Browning et al. (2014) menerangkan secara detail pengaruh terhadap kesehatan dan kesejahteraan melalui tiga dimensi respon biologis, yaitu penurunan tingkat stres, kinerja kognitif, serta emosi, suasana hati dan preferensi. Berdasarkan pembahasan tersebut, prinsip yang paling sesuai untuk menggambarkan pengaruh desain biofilik terhadap kesehatan dan kesejahteraan adalah tiga kategori dan 14 pola prinsip desain biofilik yang dikemukakan oleh Browning et al. (2014).

B. Pengaruh Desain Biofilik pada Kesehatan dan Kesejahteraan Siswa

Dalam mengimplementasikan desain biofilik, diperlukan adanya acuan mengenai bagaimana prinsip desain biofilik yang baik. Desain biofilik yang baik adalah desain yang menekankan kepada aspek kondisi kesehatan, norma sosial-budaya, dan ekspektasi untuk menciptakan ruang inspirasional, restoratif dan sehat. Kemudian fungsi tersebut harus diintegrasikan dan diadaptasi dengan konteks lokasi setempat (Browning et al., 2014). Dalam kaitannya dengan fungsi sekolah, bangunan sekolah yang baik akan berdampak baik pada kualitas *perilaku*, keterlibatan dan pencapaian anak sekolah (Plotka, 2016). Maka dari itu, perlu adanya pertimbangan dalam merancang fasilitas sekolah agar dapat meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan siswanya melalui peningkatan fisik, fisiologis, kognitif, *perilaku* dan interaksi sosial (Meng et al., 2023; Peill, 2022).

Pada prinsip desain biofilik yang dikemukakan oleh Browning et al. (2014) terdapat tiga kategori hubungan desain dengan alam, yaitu (a) *Nature in the Space*, menghadirkan alam secara langsung seperti fitur air, angin, cahaya, vegetasi; (b) *Natural Analogues*, menghadirkan keorganikan dan elemen alam yang tidak hidup seperti material, warna, bentuk, urutan pada alam; (c) *Nature of the Space*, membahas konfigurasi spasial pada alam. Masing-masing kategori tersebut kemudian diturunkan menjadi 14 pola desain biofilik yang berpengaruh terhadap respon biologis manusia yang sejalan dengan kebutuhan peningkatan kesehatan dan kesejahteraan siswa sekolah (Tabel 2). Terdapat tiga kelompok respon biologis secara umum, yaitu pengurangan stres, kinerja kognitif, serta emosi, suasana hati dan preferensi yang kemudian akan diturunkan secara detail bukti pengaruhnya pada masing-masing pola desain (Browning et al., 2014).

Tabel 2. Pola desain biofilik dan respon biologis

Pola	Deskripsi	Pengurangan Stres	Kinerja Kognitif	Emosi, Suasana Hati, & Preferensi
<i>Nature in the Space</i>				
Koneksi visual dengan alam	Pemandangan ke elemen alam, sistem dan proses kehidupan	Penurunan tekanan darah dan detak jantung	Peningkatan keterlibatan mental dan perhatian	Berdampak positif pada sikap dan kebahagiaan
Koneksi non-visual dengan alam	Auditori, penciuman, sentuhan, atau pengecapian yang memberikan referensi alam yang positif	Penurunan tekanan darah sistolik dan hormon stres	Berdampak positif pada kinerja kognitif	Peningkatan yang dirasakan pada kesehatan mental dan ketenangan
Rangsangan sensorik non-irama	Hubungan stokastik dan sementara dengan alam yang tidak terprediksi dengan tepat	Berdampak positif pada detak jantung, tekanan darah sistolik, dan aktivitas sistem saraf simpatik	Perhatian dan eksplorasi yang diamati dan terukur	
Variabilitas termal dan aliran udara	Perubahan aliran dan suhu udara, kelembaban relative, dan suhu permukaan yang meniru lingkungan alami	Berdampak positif pada kenyamanan, kesejahteraan dan produktivitas	Berdampak positif pada konsentrasi	Peningkatan persepsi kesenangan temporal dan spasial (alliesthesia)
Keberadaan air	Peningkatan pengalaman melalui melihat, mendengar dan menyentuh air	Menurunkan stres, meningkatkan perasaan tenang, menurunkan detak jantung dan tekanan darah	Peningkatan konsentrasi dan restorasi memori; meningkatkan persepsi dan responsivitas psikologis	Preferensi yang diamati dan respons emosional yang positif
Pencahayaan yang dinamis dan menyebar	Memanfaatkan intensitas cahaya dan bayangan yang dinamis untuk meniru kondisi alam	Berdampak positif pada fungsi sistem sirkadian dan meningkatkan kenyamanan visual		
Koneksi dengan sistem alam	Kesadaran akan proses alam, perubahan musim sebagai karakteristik ekosistem yang sehat			Peningkatan respon kesehatan yang positif; pergeseran persepsi lingkungan
<i>Natural Analogues</i>				
Bentuk atau pola yang biomorfik	Referensi simbolis kontur, pola, tekstur atau penataan numerik di alam			Preferensi tampilan yang diamati
Koneksi material dengan alam	Bahan dan elemen dari alam yang diproses secara minimal sesuai konteksnya		Penurunan tekanan darah diastolic; meningkatkan kinerja kreatif	Peningkatan kenyamanan
Kompleksitas dan keteraturan	Informasi sensorik yang memiliki hierarki spasial yang ditemui di alam	Berdampak positif pada persepsi dan respon stres fisiologis		Preferensi tampilan yang diamati

Pola	Deskripsi	Pengurangan Stres	Kinerja Kognitif	Emosi, Suasana Hati, & Preferensi
<i>Nature of the Space</i>				
Prospect (prospek/ kemungkinan)	Pandangan tanpa hambatan dari kejauhan untuk pengawasan	Mengurangi stres	Mengurangi kebosanan, iritasi, kelelahan	Peningkatan kenyamanan dan keamanan yang dirasakan
Refugee (pengungsi)	Tempat untuk menarik diri dari lingkungan atau aktivitas utama		Peningkatan konsentrasi, perhatian, dan persepsi keamanan	
Mystery (misteri)	Pengalaman yang menarik untuk eksplorasi lebih dalam			Respon kesenangan yang kuat
Risk/ Peril (resiko)	Ancaman yang teridentifikasi dengan perlindungan yang andal			Menghasilkan respon dopamine atau kesenangan yang kuat

Sumber: Diadaptasi dari Browning et al. (2014)

Setelah menjabarkan pengaruh pola desain biofilik terhadap kesehatan dan kesejahteraan siswa, dapat terlihat bahwa kategori *Nature in the Space* memiliki pengaruh terbanyak pada setiap kategori respon terlepas dari jumlah pola yang paling banyak dibandingkan dengan dua kategori hubungan desain dengan alam lainnya. *Nature in the Space* paling dominan memiliki pengaruh pada penurunan tingkat stres dan kinerja kognitif yang sebagian besar berpusat pada penurunan detak jantung, tekanan darah, saraf, fungsi kognitif, memori serta konsentrasi. Sedangkan, pada *Natural Analogues* dan *Nature on the Space* memiliki pengaruh yang paling banyak terhadap kategori emosi, suasana hati, dan preferensi. Sebagian besar pengaruhnya terpusat pada ketertarikan, kesenangan, dan kenyamanan yang dapat dirasakan pada diri. Sehingga dapat disimpulkan bahwa masing-masing kategori hubungan desain dengan alam memiliki efektivitasnya masing-masing dalam meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan siswa.

C. Studi Kasus Mengenai Strategi Desain Biofilik pada Sekolah

Sekolah merupakan salah satu fasilitas pendidikan yang menyelenggarakan kegiatan belajar-mengajar sesuai dengan tingkatan atau jenjangnya. Sekolah diharapkan dapat mewadahi proses pembelajaran untuk meningkatkan kualitas keluaran bagi siswa didik dan pendidiknya (Hatmoko et al., 2014). Peran lingkungan sekolah dalam mewadahi proses pembelajaran sangat bergantung dengan keberadaan elemen alam. Alam dipercaya dapat meningkatkan perhatian, kedisiplinan, ketertarikan belajar serta memperbaiki aspek fisik siswa (Kuo et al., 2019). Maka dari itu, dengan menerapkan prinsip desain biofilik, sekolah dapat menjadi wadah bagi siswa untuk memulihkan kinerja kognitif dan kesejahteraannya sehingga mampu menumbuhkan rasa tempat dan identitas terhadap lingkungan binaan dan warisan daerahnya (Mohammed et al., 2023; Amicone et al., 2018).

Untuk melihat implementasi prinsip-prinsip biofilik pada fungsi sekolah, maka dilakukan interpretasi pada strategi desain sekolah yang menerapkan prinsip kesadaran akan lingkungan dan berkelanjutan. Tiga sekolah yang menjadi studi kasus merupakan sekolah yang dinaungi oleh *Green School International* yang berlokasi di tiga negara yaitu *Green School Bali* di Indonesia, *Green School New Zealand* di Selandia Baru, dan *Green School South Africa* di Afrika Selatan. Interpretasi pada strategi desain biofilik berdasarkan pada 14 pola desain biofilik yang dikemukakan oleh Browning et

al. (2014). Kemudian pada akhir pembahasan akan dilampirkan matriks tiga sekolah serta resume *checklist* prinsip yang akan menunjukkan poin penerapan pola desain pada ketiga sekolah.

1. *Green School Bali* di Indonesia

Green School Bali didirikan pada tahun 2008 oleh John dan Cynthia Hardy yang berlokasi di Banjar Saren, Desa Sibang Kaja, Kabupaten Badung, Provinsi Bali, Indonesia. *Green School Bali* menaungi empat jenjang pendidikan, yaitu pendidikan dini/ taman kanak-kanak selama 3 tahun, pendidikan sekolah dasar selama 5 tahun (kelas 1-5), pendidikan menengah pertama selama 3 tahun (kelas 6-8), dan pendidikan menengah atas (kelas 9-12). Gerakan *green school* berakar pada filosofi kehidupan di Bali, yaitu *Tri Hita Karana* atau tiga penyebab kebahagiaan atau keharmonisan. *Tri Hita Karana* terdiri dari harmoni dengan Tuhan, harmoni dengan sesama manusia, dan harmoni dengan lingkungan (Karsono et al., 2020). Hingga kini, *Green School Bali* menjadi preseden bagi model edukasi masa depan yang menggunakan kurikulum '*living*' sebagai dasar edukasi gerakan berkelanjutan terhadap lingkungan dan komunitas setempat. Selain diterapkan pada proses pembelajaran, nilai-nilai tersebut juga diterapkan pada lingkungan fisik sekolah. Berikut adalah interpretasi pada strategi desain biofilik melalui 3 kategori dan 14 pola desain biofilik oleh Browning et al. (2014).

a. Kategori *Nature in the Space*

Kategori *Nature in the Space* terdiri dari 7 pola desain biofilik. Penerapan strategi desain pada masing-masing pola dapat ditemukan pada elemen lingkungan fisik pada sekolah. Strategi desain yang diterapkan, yaitu (1) Koneksi visual dengan alam, terlihat pada penggunaan konstruksi bambu yang memungkinkan masing-masing ruang kelas menggunakan konsep kelas dengan dinding yang minimal untuk memaksimalkan pemandangan ke luar ruangan. Selain itu, penggunaan bambu juga diterapkan pada elemen furnitur dan interior bangunan; (2) Koneksi non-visual dengan alam, terlihat pada desain kantong-kantong lanskap yang ditanami berbagai jenis tanaman mulai dari tanaman paku-pakuan, talas, kecombrang, tanaman berbuah dan pisang-pisangan yang mampu memberikan ragam aroma bagi indera penciuman siswa. Kehadiran burung dan serangga akibat stimulasi dari tanaman tersebut juga meningkatkan variasi auditori lingkungan; (3) Rangsangan sensorik non-irama, terlihat pada strategi kolam lumpur yang digunakan untuk aktivitas bela diri *mepantigan* yang menimbulkan rangsangan sensorik melalui kontak kulit manusia dengan lumpur serta sensor auditori terhadap suara-suara acak yang diakibatkan dari aktivitas tersebut. Ketiga pola diatas dapat dilihat penerapannya secara visual pada gambar 1.



Gambar 1. (a) Koneksi visual dengan alam, (b) Koneksi non-visual dengan alam, (c) Rangsangan sensorik non-irama
Sumber: *Green School Bali* (2021)

Pola lainnya pada kategori *Nature in the Space* adalah (4) Variabilitas termal dan aliran udara, terlihat pada bangunan *Heart of School* dimana terdapat perbedaan ketinggian ceiling ruangan satu

dengan yang lainnya, sehingga memberikan ruang gerak bagi udara panas untuk mengalir keluar dan digantikan dengan aliran udara dengan suhu yang rendah; (5) Keberadaan air, terlihat pada penerapan sistem perkebunan akuaponik yang mengintegrasikan kebun dengan ternak ikan yang berada dalam satu kesatuan sistem yang saling menguntungkan. Selain itu terdapat turbin air bernama *The Vortex* yang mampu mengkonversikan hasil putaran air dari sungai Ayung menjadi sumber energi listrik yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi pada bangunan sekolah; dan strategi desain terakhir pada kategori ini adalah (6) Pencahayaan yang dinamis dan menyebar, terlihat pada penggunaan *skylight* pada atap bangunan kelas Taman Kanak-Kanak dan *Heart of School* yang dapat meneruskan cahaya alami ke dalam ruangan serta menghasilkan pola pembayangan yang dinamis sepanjang tahun; (7) Koneksi dengan sistem alam, terlihat pada perkebunan yang mengadopsi konsep permakultur juga membantu melestarikan benih-benih lokal melalui penanaman yang sesuai dengan musim tanamnya dan hasil kebunnya yang juga dapat dipetik dan konsumsi oleh siswa sebagai bentuk keberlanjutan dalam suatu ekosistem.

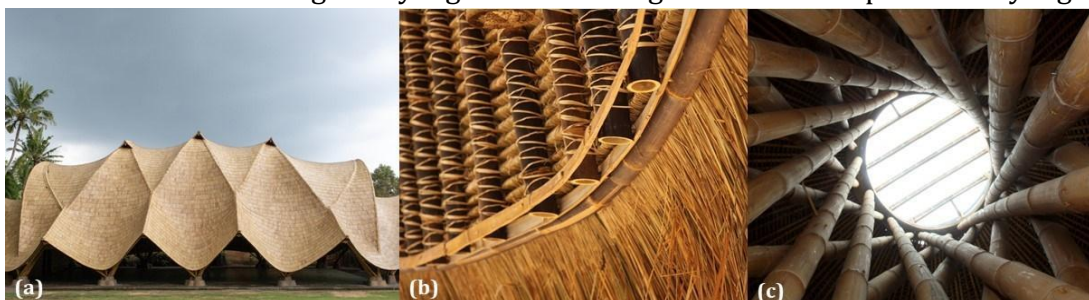


Gambar 2. (a) Variabilitas termal dan aliran udara, (b) Keberadaan air, (c) Pencahayaan yang dinamis dan menyebar, (d) Koneksi dengan sistem alam

Sumber: *Green School Bali* (2021)

b. Kategori *Natural Analogues*

Kategori *Natural Analogues* terdiri dari 3 pola desain biofilik. Penerapan pola tersebut melalui strategi desain pada *Green School Bali*, yaitu (1) Bentuk atau pola yang biomorfik, terlihat pada bangunan *The Arc* yang berfungsi sebagai ruang olah raga atau gymnasium. Struktur bangunannya menggunakan prinsip *gridshell* antiklastik yang memperoleh kekuatannya melalui lengkungan di kedua sisinya. Bentuk lengkungan yang hiperbolik dan terdapat naungan-naungan pada tiap sisinya menyerupai bentuk-bentuk alam seperti cangkang moluska, dedaunan kering atau lengkungan ombak; (2) Koneksi material dengan alam, yaitu terlihat pada penggunaan material bambu berbagai jenis seperti bambu petung yang digunakan untuk struktur bangunan. Selain itu, penggunaan material bambu juga diterapkan pada penutup atap sirap, dinding, lantai hingga furnitur. Pola yang terakhir pada kategori ini adalah (3) Kompleksitas dan keteraturan, dapat dilihat pada penyusunan struktur utama bangunan yang terletak di tengah membentuk pola radial yang berulang.



Gambar 3. (a) Bentuk atau pola yang biomorfik, (b) Koneksi material dengan alam, (c) Kompleksitas dan keteraturan
Sumber: (a) Abdel (2021), (b) Designboom (2012) & (c) (Castro, 2021)

c. Kategori *Nature of the Space*

Kategori *Nature of the Space* memiliki 4 pola yang terdiri dari *prospect*, *refugee*, *mystery*, dan *risk*. Penerapan pola melalui strategi desain pada Green School Bali, yaitu (1) *Prospect*, terlihat pada lapangan rumput yang digunakan untuk berkumpul dan berolahraga. Lapangan ini memiliki jarak pandang yang cukup jauh sehingga memberikan kesan kontemplasi yang tinggi; (2) *Refugee*, terlihat pada bangunan *bale bengong* atau pendopo kecil yang berfungsi sebagai tempat untuk menyendiri dan berkontemplasi sesuai dengan nama bangunannya yaitu *bengong* atau melamun; (3) *Mystery*, terlihat pada area luar sekolah dasar yang memiliki terowongan yang terbentuk dari tumbuhan yang merambat secara alami mengikuti rangka bambu; dan pola terakhir pada kategori ini adalah (4) *Risk*, yang dapat dilihat pada *Millennium Bridge* yang menyerupai bentuk rumah adat Minangkabau. Jembatan ini membentang di atas sungai Ayung yang memiliki aliran deras. Pengalaman siswa dalam melewati jembatan ini ditambah dengan bentuk jembatan yang menyempit di bagian tengah akan memberikan tantangan tersendiri bagi masing-masing siswa.



Gambar 4. (a) *Prospect*, (b) *Refugee*, (c) *Mystery*, (d) *Risk/Peril*
Sumber: (a, b, c) *Green School Bali (2021)*, (d) *Castro (2019)*

2. *Green School New Zealand* di Selandia Baru

Green School New Zealand didirikan oleh Michael dan Rachel Perrett pada tahun 2020 yang berlokasi di Koru, New Plymouth, Taranaki, Selandia Baru. *Green School New Zealand* memiliki tiga jenjang pendidikan, yaitu jenjang sekolah dasar selama 6 tahun (kelas 1-6), jenjang pendidikan menengah pertama selama 3 tahun (kelas 7-9), dan jenjang pendidikan menengah atas selama 4 tahun (kelas 10-13). Secara geografis, sekolah ini berada dekat dengan sungai Oakura yang menjadi sumber inspirasi bagi pembelajaran lingkungan yang berkelanjutan. Selain menerapkan kurikulum dan nilai dasar yang sama seperti *Green School Bali*, sekolah ini juga mengedepankan prinsip '*regenerative*' yang memiliki fokus untuk memberi sesuatu yang lebih kepada alam selain mengoptimalkan sesuatu yang ada di alam.. Untuk melihat berbagai strategi desain yang diterapkan pada *Green School New Zealand*, berikut adalah interpretasi pada strategi desain biofilik melalui 3 kategori dan 14 pola desain biofilik oleh Browning et al. (2014).

a. Kategori *Nature in the Space*

Strategi desain yang diterapkan pada kategori *Nature in the Space* di *Green School New Zealand* dapat terlihat pada 7 pola desain biofilik, yaitu (1) Koneksi visual dengan alam, terlihat pada ruang-ruang kelas pada bangunan Kina dan Waka yang memiliki bukaan yang menghadap ke luar ruangan. Penggunaan kaca yang transparan semakin memudahkan siswa untuk melihat pemandangan alam seperti hutan dan gunung secara langsung; (2) Koneksi non-visual dengan alam, terlihat pada pengaturan kantong lanskap yang sekaligus menjadi pembatas area sekolah. Hal tersebut meningkatkan pengalaman sensorik berupa auditori akibat gesekan antar tanaman serta suara hewan yang hadir akibat adanya tanaman tertentu; (3) Rangsangan sensorik non-irama, terlihat pada penggunaan material pasir pada area taman bermain, sehingga menghasilkan suara acak yang

menjadi suara latar belakang yang tidak disadari oleh siswa secara langsung; (4) Variabilitas termal dan aliran udara, terlihat pada bentuk bangunan Kina yang memiliki taman pada bagian tengah bangunan sehingga meningkatkan kemungkinan aliran udara yang baik pada koridor bangunan. Lalu untuk mengantisipasi perubahan suhu pada musim dingin, bangunan Kina juga dilengkapi dengan pemanas hidronik yang memanfaatkan pipa yang mengalirkan air panas ke ruangan; (5) Keberadaan air, tidak secara langsung diterapkan pada area sekolah. Namun, tidak jauh dari area sekolah terdapat sungai Oakura yang melintasi perbatasan timur sekolah, sehingga kegiatan-kegiatan sekolah yang berkaitan dengan elemen air akan menggunakan sungai tersebut sebagai lokasi studi; (6) Pencahayaan yang dinamis dan menyebar, terlihat pada ruang-ruang kelas yang memiliki bukaan melengkung. Cahaya matahari secara langsung dapat menembus ruangan sehingga memberikan pencahayaan alami yang cukup untuk ruang kelas. Kusen-kusen bukaan juga dapat memberikan efek dinamis pada pembayangan yang dihasilkan di dalam ruang; dan (7) Koneksi dengan sistem alam, terlihat pada desain penampungan air hujan terpusat yang dimanfaatkan untuk aktivitas penyiraman area kebun serta penerapan kebun permakultur pada area *Tropical House* dimana siswa dapat terlibat dalam proses penanaman, perawatan dan pemanenan hasil kebun yang kemudian diolah menjadi makanan bagi warga sekolah.



Gambar 5. (a) Koneksi visual dengan alam, (b) Koneksi non-visual dengan alam, (c) Rangsangan sensorik non-irama, (d) Variabilitas termal, (e) Keberadaan air, (f) Pencahayaan yang dinamis dan menyebar, (g) Koneksi dengan sistem alam
Sumber: (a,b,c) *Green School New Zealand* (2021), (d,f) *Bradbourne* (2023), (e) *1News* (2020), (g) *ArchiPro* (2022)

b. Kategori *Natural Analogues*

Strategi desain yang diterapkan pada kategori *Natural Analogues* di *Green School New Zealand* dapat terlihat pada 3 pola desain biofilik, yaitu (1) Bentuk atau pola yang biomorfik, terlihat pada salah satu desain bangunan yang bernama Kina. Bangunan ini mengadopsi bentuk alam asli dari Selandia Baru yaitu bulu babi. Pengadopsian bentuk terlihat pada struktur lantai, dinding, dan atap yang menjadi satu kesatuan. Rongga-rongga pada bulu babi juga diinterpretasikan sebagai ruang-ruang kelas dan sirkulasi yang digunakan bagi pengguna ruang untuk beraktivitas; (2) Koneksi material dengan alam, terlihat pada penerapan material lokal berupa *Pinus radiata* yang cocok digunakan sebagai material konstruksi kayu. Selain itu, kayu pinus juga digunakan sebagai material

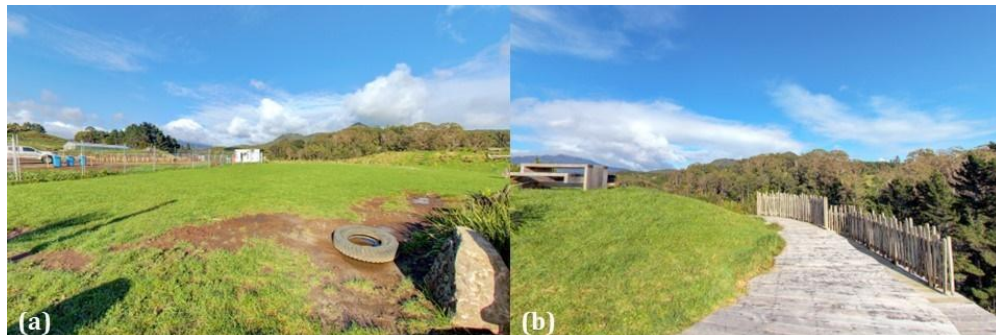
penutup langit-langit; (3) Kompleksitas dan keteraturan, terlihat pada guratan konstruksi kayu yang dilapisi lembaran membran terbentang berulang membentuk satu kesatuan selubung bangunan yang harmonis. Garis-garis melengkung yang terlihat pada selubung bangunan juga mengindikasikan keteraturan dan kompleksitas yang terdapat di alam.



Gambar 6. (a) Bentuk atau pola yang biomorfik, (b) Koneksi material dengan alam, (c) Kompleksitas dan keteraturan
Sumber: (a) Bradbourne (2023), (b) *Green School New Zealand* (2021) , (c) Harvey (2024)

c. Kategori *Nature of the Space*

Strategi desain yang diterapkan pada kategori *Nature of the Space* di *Green School New Zealand* hanya terlihat pada 2 pola, yaitu (1) *Prospect*, terlihat pada lapangan rumput yang memiliki jarak pandang yang cukup luas sehingga memberikan kesan yang bebas yang baik bagi perkembangan siswa; (2) *Mystery*, terlihat pada jalan setapak yang menghubungkan area sekolah bagian utama ke area sekolah bagian timur yang berada dekat dengan sungai Oakura. Namun, layout jalan setapak dirancang secara organik dan mengikuti kontur asli tapak yang menurun menuju ke arah sungai, sehingga memberikan kesan tersembunyi pada tiap penghujung jalan yang berkelok.



Gambar 7. (a) *Prospect*, (b) *Mystery*
Sumber: *Green School New Zealand* (2021)

3. *Green School South Africa* di Afrika Selatan

Green School South Africa didirikan oleh Alba dan Herman Brandt pada tahun 2021 yang berlokasi di Paarl, Western Cape, Afrika Selatan. Sekolah ini memiliki empat jenjang pendidikan, yaitu jenjang pendidikan dini yang mengakomodir 4 tahun pembelajaran yang dapat dimulai dari usia 2 tahun , pendidikan sekolah dasar selama 5 tahun (kelas 1-5), pendidikan menengah pertama selama 3 tahun (kelas 6-8), dan pendidikan menengah atas selama 4 tahun (kelas 9-12). *Green School South Africa* dibangun berdekatan dengan lembah Paarl-Franschhoek dan dibatasi secara geografis oleh pegunungan Paarlberg di utara, pegunungan Drakenstein di timur dan selatan, dan pegunungan Simons Berg yang mengarah ke barat daya. *Green School South Africa* menggunakan konteks lokal dari site untuk merencanakan pola layout bangunannya. Inspirasi yang digunakan adalah batu boulder

yang banyak ditemukan di pegunungan Paarlberg. Dalam proses perencanaannya, sekolah ini menggunakan standar dari sertifikasi *Living Building Challenge* (LBC) yang merupakan sertifikasi untuk mengukur nilai regeneratif dari suatu fasilitas sehingga harapannya dapat mengakomodir prinsip-prinsip 'regeneratif' dan 'living' dalam mendukung prinsip keberlanjutan. Untuk mengetahui implementasi prinsip desain biofilik pada *Green School South Africa*, berikut adalah interpretasi pada strategi desain biofilik melalui 3 kategori dan 14 pola desain biofilik oleh Browning et al. (2014).

a. Kategori *Nature in the Space*

Strategi desain yang diterapkan pada kategori *Nature in the Space* di *Green School South Africa* dapat terlihat pada 7 pola desain biofilik, yaitu (1) Koneksi visual dengan alam, terlihat pada setiap ruang kelasnya yang memiliki jendela cukup besar dengan material kaca yang transparan, sehingga siswa mendapatkan pengalaman secara langsung melihat pemandangan alam di luar ruangan; (2) Koneksi non-visual dengan alam, terlihat pada area lapangan rumput dimana siswa dapat merasakan tekstur rumput pada lapangan dan sinar matahari secara langsung mengenai kulit siswa saat bermain; (3) Rangsangan sensorik non-irama, terlihat pada penanaman tanaman herbal *Echium russicum* yang memiliki warna bunga merah gelap dengan bentuk yang menyerupai bunga *lavender*, sehingga aroma herbal dapat meningkatkan sensori olfaktori; (4) Variabilitas termal dan aliran udara, terlihat pada penggunaan material bangunan pada bagian dinding yang menggunakan metode vernakular *rammed earth*. Dinding yang menggunakan tanah dipadatkan akan memberikan insulasi yang baik di dalam ruangan. Selain itu, bukaan dirancang dengan sistem *cross-ventilation* sehingga pada saat tertentu siswa tetap dapat merasakan pertukaran aliran udara yang berasal dari luar ruangan; (5) Keberadaan air, terlihat pada penggunaan *rainwater harvesting system* dikombinasikan dengan sumber air yang berasal dari sungai Berg yang berlokasi dekat dengan sekolah. Kedua sumber tersebut digunakan untuk menyuplai air dan diolah melalui perlakuan khusus, sehingga dapat digunakan untuk menyiram taman dan kebun pangan yang ada di sekolah; dan pola terakhir pada kategori ini adalah (6) Pencahayaan yang dinamis dan menyebar, terlihat pada penggunaan lubang-lubang cahaya yang dicetak sekaligus saat pembuatan dinding. Pemberian warna-warna cerah pada kaca mengakibatkan pemantulan warna yang unik dan dinamis pada permukaan lantai maupun dinding; dan (7) Koneksi dengan sistem alam, terlihat pada strategi ruang luar yang memanfaatkan lahan menjadi kebun dengan metode permakultur. Penanaman dilakukan dengan menyesuaikan benih dengan musim tanam sehingga dapat menyuplai bahan makanan segar ke dapur sekolah.



Gambar 8. (a) Koneksi visual dengan alam, (b) Koneksi non-visual dengan alam, (c) Rangsangan sensorik non-irama, (d) Variabilitas termal, (e) Keberadaan air, (f) Pencahayaan yang dinamis dan menyebar, (g) Koneksi dengan sistem alam
Sumber: (a,d,f) Abdel (2022), (b,e,g) *Green School South Africa* (2021), (c) The Insider SA (2022)

b. Kategori *Natural Analogues*

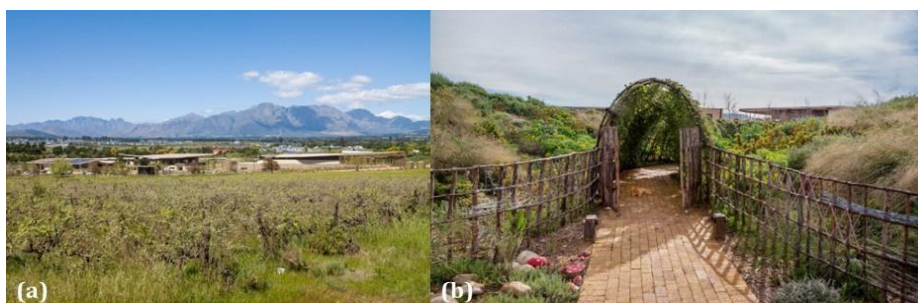
Strategi desain yang diterapkan pada kategori *Natural Analogues* di *Green School South Africa* dapat terlihat pada 3 pola desain biofilik, yaitu (1) Bentuk atau pola yang biomorfik, terlihat pada ruang-ruang kelas yang disusun secara organik dan terhubung antara satu dengan yang lainnya. Susunan ini terinspirasi dari susunan *boulder* atau batu besar yang sering ditemukan di pegunungan sekitar sekolah, sehingga menghasilkan tatanan massa bangunan dengan tipe cluster; (2) Koneksi material dengan alam, terlihat pada penggunaan material lantai dan dinding yang menggunakan padatan tanah liat dengan kapur sebagai media pengikat. Lalu penutup langit-langit berjenis *dek-riet* yang berasal dari tanaman sejenis alang-alang asli Afrika Selatan yang dianyam membentuk lembaran panel; (3) Kompleksitas dan keteraturan, terlihat pada garis-garis organik berulang yang disebabkan karena pengaplikasian teknik *rammed earth* pada dinding bangunan. Selain itu, muncul pola pengulangan warna yang unik akibat variasi dan konsistensi dari campuran tanah liat.



Gambar 9. (a) Bentuk atau pola yang biomorfik, (b) Koneksi material dengan alam serta Kompleksitas dan keteraturan
Sumber: (a,b) Abdel (2022)

c. Kategori *Nature of the Space*

Strategi desain yang diterapkan pada kategori *Nature of the Space* di *Green School South Africa* hanya terlihat pada 2 pola, yaitu (1) *Prospect*, terlihat pada lapangan yang masih berada disekolah yang mampu memberikan jarak pandang lebih dari 30 meter. Siswa dapat menikmati pemandangan pegunungan dan hutan sepanjang hari melalui kejauhan yang dapat meningkatkan perasaan bebas pada siswa; (2) *Mystery*, terlihat pada strategi desain terlihat pada terowongan tanaman yang dibentuk menggunakan material kayu sehingga tanaman dapat merambat secara organik. Siswa akan mendapatkan pengalaman melintasi terowongan tanaman yang unik serta meningkatkan rasa ingin tahu terhadap area tersembunyi apa yang berada di penghujung terowongan tersebut.



Gambar 10. (a) *Prospect*, (b) *Mystery*
Sumber: (a,b) Turchik (2023)

4. Matriks Strategi Desain Biofilik



Pada pembahasan ketiga *Green School International* terlihat bahwa adanya persamaan dan perbedaan dalam penerapan pola desain biofilik. Dari hasil interpretasi penulis yang dituangkan pada Tabel 3 ditemukan bahwa *Green School Bali* menerapkan 14 pola desain biofilik sebesar 100%,

sedangkan Green School New Zealand dan Green School South Africa hanya menerapkan 86% dari keseluruhan pola. Berdasarkan kategorinya, ketiga sekolah menerapkan kategori *Nature in the Space* dan *Natural Analogues*. Namun, hanya *Green School Bali* yang menerapkan penuh kategori *Nature of the Space*. Berikut merupakan matriks dan diskusi mendalam mengenai penerapan strategi desain biofilik pada *Green School International* untuk mengetahui komparasi penerapan pola pada tiga sekolah tersebut.

Tabel 3. Matriks penerapan pola desain biofilik

14 Pola Desain Biofilik (Browning et al., 2014)		Green School Bali	Green School New Zealand	Green School South Africa
<i>Nature in the Space</i>	Koneksi visual dengan alam	•	•	•
	Koneksi non-visual dengan alam	•	•	•
	Rangsangan sensorik non-irama	•	•	•
	Variabilitas termal dan aliran udara	•	•	•
	Keberadaan air	•	•	•
	Pencahayaan yang dinamis dan menyebar	•	•	•
	Koneksi dengan sistem alam	•	•	•
<i>Natural Analogues</i>	Bentuk atau pola yang biomorfik	•	•	•
	Koneksi material dengan alam	•	•	•
	Kompleksitas dan keteraturan	•	•	•
<i>Nature of the Space</i>	<i>Prospect</i> (prospek/ kemungkinan)	•	•	•
	<i>Refugee</i> (pengungsi)	•		
	<i>Mystery</i> (misteri)	•	•	•
	<i>Risk/ Peril</i> (resiko)	•		
Persentase penerapan pola		100%	86%	86%

Sumber: Penulis (2024)

 : Menerapkan pola
 : Tidak menerapkan pola

a. Kategori *Nature in the Space*

Terdapat beberapa persamaan desain yang muncul pada tiap sekolah yaitu pertama pada pola koneksi visual dengan alam dimana terdapat keterbukaan pada pemandangan alam yang ditangkap pada bukaan-bukaan ruang kelas, sehingga memberikan kesempatan bagi siswa untuk tetap menikmati alam melalui ruang dalam. Pada pola kedua dan ketiga terdapat beberapa kesulitan dalam menginterpretasikan pola koneksi non-visual dengan alam dengan rangsangan sensorik non-irama dikarenakan keterbatasan sumber referensi sekunder yang membatasi penulis untuk menggunakan sensorik seperti auditori, olfaktori, dan haptik dalam mengidentifikasi suatu elemen. Namun perbedaan masing-masing tetap didapatkan sesuai dengan hasil pembahasan diatas.

Keempat, pada variabilitas termal dan aliran udara terdapat persamaan antara *Green School New Zealand* dan *Green School South Africa* yang masih menggunakan bukaan berupa ventilasi untuk mengalirkan udara. Sedangkan, *Green School Bali* yang tidak menggunakan banyak dinding dapat memperoleh aliran udara yang sangat dinamis dari berbagai arah. Kelima, pada keberadaan air ditemukan bahwa hanya *Green School Bali* yang membuat kolam ikan dangkal untuk menampung air serta memberikan hewan tempat untuk hidup. Sedangkan, *Green School New Zealand* dan *Green School South Africa* tidak menerapkan hal tersebut, melainkan memanfaatkan aliran-aliran air yang ada di alam untuk memperkenalkan alam pada siswa.

Keenam, pola pencahayaan dinamis dan menyebar terdapat perbedaan yang sangat terlihat, yaitu hanya *Green School Bali* yang menerapkan *skylight* yang dikombinasikan pada struktur untuk meneruskan cahaya matahari masuk ke dalam bangunan. Sedangkan *Green School New Zealand* dan *South Africa* memanfaatkan jendela kaca vertikal untuk mengatasi hal tersebut. Terakhir, pada

koneksi dengan sistem alam ditemukan bahwa tiap-tiap sekolah menerapkan sistem permakultur yang memberikan pengalaman pada siswa dalam menanam tanaman pangan serta memetikanya untuk dijadikan bahan pangan. Namun, penulis menemukan pada *Green School New Zealand* memiliki contoh koneksi yang unik yaitu perbedaan perasaan ketika siang dan malam hari yang sangat terasa dikarenakan posisi sekolah yang berada dekat diantara bentang alam.

Dengan penerapan strategi desain tersebut pada bangunan sekolah, maka pengaruh desain biofilik terhadap kesehatan dan kesejahteraan siswa dapat diperoleh secara maksimal oleh siswa. Faktor-faktor yang mampu ditingkatkan adalah kondisi yang berkaitan dengan pengurangan stress seperti penurunan tekanan darah dan detak jantung serta peningkatan perasaan yang tenang, lalu faktor kedua yaitu kinerja kognitif berupa peningkatan konsentrasi dan restorasi memori, dan faktor terakhir yaitu adanya peningkatan kualitas emosional, suasana hati dan preferensi siswa terhadap lingkungan.

b. Kategori *Natural Analogues*

Terdapat tiga pola pada kategori *Natural Analogues*. Masing-masing sekolah memiliki cara tersendiri dalam mengadopsi bentuk dari alam yang ditransformasikan kepada bentuk massa bangunannya. Namun, ditemukan bahwa hanya *Green School New Zealand* yang memiliki bentuk hewan lokal Selandia Baru yaitu bulu babi untuk menjadi gubahan massa yang berfungsi sebagai ruang kelas. Sedangkan dua sekolah lainnya menerapkan bentuk-bentuk abiotik yang ada di alam. Kemudian dua pola lainnya diterapkan secara jelas pada ketiga sekolah. Masing-masing sekolah menggunakan material lokal khas daerahnya sehingga mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Sedangkan pada pola keteraturan ditemukan bahwa ritme yang ditampilkan pada strategi desain, yaitu berada pada elemen struktur dan konstruksi bangunan. Contohnya yaitu pada kolom struktur bambu yang berulang serta pola dinding yang terbuat dari padatan tanah liat.

Dengan penerapan strategi desain *Natural Analogues* pada bangunan sekolah, maka peningkatan faktor kesehatan dan kesejahteraan siswa yang tertinggi yaitu pada peningkatan kenyamanan dan preferensi tampilan yang diamati, kemudian diikuti dengan peningkatan kinerja yang kreatif serta berdampak positif pada respon stres secara fisiologis.

c. Kategori *Nature of the Space*

Terdapat empat pola pada kategori *Nature of the Space*. Dapat dilihat pada tabel bahwa *Green School Bali* menerapkan keseluruhan dari pola tersebut. Namun, terdapat penerapan yang unik yang dapat ditemukan pada ketiga sekolah tersebut, yaitu pada pola *prospect* dan *mystery*. Penerapan *prospect* terlihat dari sekolah yang menyediakan lapangan rumput yang dapat digunakan untuk siswa beraktivitas sembari melihat luasnya cakrawala dengan jarak pandang lebih dari 30 meter jauhnya. Lalu pada penerapan *mystery* terlihat bahwa sekolah memberikan ruang-ruang tersembunyi yang dikombinasikan dengan pengalaman berjalan di terowongan tumbuhan, sehingga mampu memunculkan rasa penasaran dan eksplorasi siswa terhadap lingkungan sekolahnya. Kemudian penerapan *refugee* dan *risk* yang ditampilkan pada *Green School Bali* memberikan kesempatan bagi siswa untuk menikmati waktu untuk menyendiri di sela-sela kegiatan bersosialisasi dan memberikan pengalaman menguji keberanian serta *adrenaline* siswa dalam melewati tantangan yang diberikan pada suatu desain.

Dengan penerapan strategi desain tersebut, siswa yang bersekolah di *Green School Bali* mendapatkan peningkatan pada ketiga faktor yang mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan siswa, yaitu pengurangan stress, peningkatan konsentrasi dan pengurangan lelah, serta peningkatan kenyamanan dan hormon dopamin yang tinggi.

Berdasarkan pembahasan di atas mengenai kajian literatur dan penerapan strategi desain biofilik pada ketiga *Green School*, ditemukan bahwa ketiga *Green School International* memenuhi

penerapan kategori *Nature in the space* dan *Natural Analogues*. Namun, cukup sulit ditemukan pengaplikasian kategori *Nature of the Space* pada fungsi sekolah, karena hanya *Green School Bali* yang memenuhi pola tersebut. Padahal dampak pola tersebut pada kesehatan dan kesejahteraan siswa sangat tinggi pengaruhnya terhadap peningkatan kenyamanan dan respon kesenangan (dopamin) yang dirasakan oleh siswa. Hal ini terlihat dari keberhasilan interaksi antar siswa secara fisik dan emosional serta peningkatan konsentrasi di kelas (Peill, 2022 dan Hviid et al., 2020). Maka, terdapat peluang kedepannya yaitu untuk melakukan penelitian pada kategori *Nature of the Space* dan kaitannya pada strategi desain fasilitas sekolah.

KESIMPULAN

Sekolah merupakan fasilitas bagi siswa untuk melakukan proses pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan jenjang pendidikannya. Siswa yang menghabiskan hari-harinya di sekolah dan harus berkuat dengan tuntutan sekolah memiliki kemungkinan gangguan secara fisik maupun mental. Maka sekolah yang menerapkan strategi desain biofilik dapat mengatasi hal tersebut dengan pola-pola desainnya yang mampu meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan siswa, dimulai dari penurunan stress, peningkatan kinerja kognitif serta peningkatan kualitas emosional, suasana hati, dan preferensi. Eksplorasi bukti peningkatan tersebut dieksplorasi dan diverifikasi pada beberapa tingkatan eksperimen laboratorium dan studi empirik lapangan berdasarkan tiga sistem pemikiran-tubuh, yaitu kognitif, psikologis, dan fisiologis. Bentuk-bentuk penerapan strategi desain biofilik dapat dilihat melalui beberapa macam prinsip. Salah satu prinsip yang bisa digunakan, yaitu 3 kategori dan 14 pola desain biofilik.

Terdapat kelebihan dalam menggunakan sumber sekunder dalam kajian literatur ini karena memberikan kesempatan bagi penulis untuk mengeksplorasi studi kasus dari berbagai negara dengan efektif. Namun, kekurangannya adalah pada keterbatasan interpretasi yang dapat dilakukan sebagian besar mengandalkan kemampuan visual dan sedikit auditori dalam melihat beberapa sumber rekaman, sehingga hal-hal yang berkaitan dengan olfaktori dan haptik sangat sulit untuk diinterpretasikan. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah perlunya eksplorasi langsung pada suatu studi kasus, sehingga penilaian-penilaian yang dilakukan pada suatu studi kasus menjadi semakin terukur dan terverifikasi.

DAFTAR REFERENSI

- 1News. (2020). Green Light. on Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=hNdPa-5PpHA>
- Abdel, H. (2021, June 30). *The Arc at Green School / IBUKU*. Archdaily. <https://www.archdaily.com/964059/the-arc-at-green-school-ibuku>
- Abdel, H. (2022, March 17). *Green School South Africa / GASS Architecture Studio*. Archdaily. <https://www.archdaily.com/978637/green-school-south-africa-gass-architecture-studios>
- Amicone, G., Petruccelli, I., De Dominicis, S., Gherardini, A., Costantino, V., Perucchini, P., & Bonaiuto, M. (2018). Green Breaks: The restorative effect of the school environment's green areas on children's cognitive performance. *Frontiers in Psychology*, 9(OCT). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01579>
- ArchiPro. (2022). *Green School New Zealand | BOON | ArchiPro*. on Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=APpVXHJn-kM>
- Bai, X., Li, X., & Yan, D. (2022). The Perceived Restorativeness of Outdoor Spatial Characteristics for High School Adolescents: A Case Study from China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph19127156>
- Bradbourne, T. (2023, August 9). *The curve of the kina*. Architecture Now. <https://architecturenow.co.nz/articles/the-curve-of-the-kina/>

- Browning, W., Ryan, C., & Clancy, J. (2014). 14 Patterns of Biophilic Design. <https://www.terrabinbrightgreen.com/reports/14-patterns/>
- Castro, F. (2019, December 28). *The millenium bridge / IBUKU*. Archdaily. <https://www.archdaily.com/884632/the-millenium-bridge-ibuku>
- Castro, F. (2021, January 12). *Kindergarten Classroom at Green School / IBUKU*. Archdaily. <https://www.archdaily.com/886235/kindergarten-classroom-at-green-school-ibuku>
- Designboom. (2012, August 24). *PT bamboo pure: Green school, Bali*. <https://www.designboom.com/architecture/pt-bamboo-pure-green-school-bali/>
- Ghaziani, R., Lemon, M., & Atmodiwirjo, P. (2021). Biophilic design patterns for primary schools. *Sustainability (Switzerland)*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/su132112207>
- Gillis, K., & Gatersleben, B. (2015). A review of psychological literature on the health and wellbeing benefits of biophilic design. In *Buildings* (Vol. 5, Issue 5, pp. 948–963). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/buildings5030948>
- Green School Bali. (2021). *Green school virtual campus tour*. <https://360.greenschool.org/greenschool-bali/#/>
- Green School New Zealand. (2021). *Green School New Zealand Virtual Campus Tour*. <https://www.greenschool.nz/campus>
- Green School South Africa. (2021). *Green School South Africa*. <https://greenschoolsa.co.za/>
- Hariyati, R. T. S. (2010). Mengenal systematic review theory dan studi kasus. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 13 (2), 124–132.
- Harvey, H. (2024, October 10). *The book takes New Zealand's green school to the world*. The Post. <https://www.thepost.co.nz/nz-news/360459544/book-taking-new-zealands-green-school-world>
- Hatmoko, A. U., Wulandari, W., Alhamdani, M. R., & Lionar, M. L. (2014). *Arsitektur Fasilitas Pendidikan*. Global Rancang Selaras.
- Huizi, D., Sulaiman, R., & Ismail, M. A. (2024). Enhancing children's health and well-being through biophilic design in Chinese kindergartens: A systematic literature review. In *Social Sciences and Humanities Open* (Vol. 10). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100939>
- Hviid, C. A., Pedersen, C., & Dabelsteen, K. H. (2020). A field study of the individual and combined effect of ventilation rate and lighting conditions on pupils' performance. *Building and Environment*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106608>
- Karsono, B., Shihadeh, M., Arar, A., Wahid, J., & Saleh, B. (2020). Bamboo Application in Building Design: Case Study of Green School, Bali, Indonesia. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, 11(7). <https://doi.org/10.14456/ITJEMAST.2020.133>
- Kellert, S. R., & Calabrese, E. (2015). *The Practice of Biophilic Design*. www.biophilic-design.com
- Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M. (2008). *Biophilic design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life*. Wiley.
- Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. (2019). Do experiences with nature promote learning? Converging evidence of a cause-and-effect relationship. *Frontiers in Psychology*, 10(FEB). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00305>
- Lanzaro, B., & Ucci, M. (2024). Teacher and Parent Perception of Biophilic Conditions in Primary-School Environments and Their Impact on Children's Wellbeing. *Architecture*, 4(2), 367–389. <https://doi.org/10.3390/architecture4020021>
- Meng, X., Zhang, M., & Wang, M. (2023). Effects of school indoor visual environment on children's health outcomes: A systematic review. In *Health and Place* (Vol. 83). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2023.103021>
- Mohammed, I., Onur, Z., & Çağnan, Ç. (2023). An Exploration of Biophilic Design Features within Preschool Interiors. *Sustainability (Switzerland)*, 15(15). <https://doi.org/10.3390/su151511913>
- Peill, F. (2022). The Pursuit of Happiness: Leadership Challenges of Recognising and Supporting Child Health and Wellbeing in the Early Years. In *Education Sciences* (Vol. 12, Issue 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/educsci12020113>
- Plotka, E. (2016). *Better spaces for learning*. Royal Institute of British Architects.
- The Insider SA. (2022). *Green School South Africa on innovative & sustainable learning*. <https://www.youtube.com/watch?v=FZtQaSbH-LQ&t=307s>
- Turchik, A. (2023, July). *At green school in South Africa, students learn beyond subjects towards a sustainable future*. Ed Design Magazine. <https://eddesignmagazine.com/green-school-south-africa/>
- UNESCO. (2024). *Green school quality standard – Greening every learning environment*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/LOCX2930>
- Zhong, W., Schroder, T., & Bekkering, J. (2022). Biophilic Design in Architecture and Its Contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, 11, 114–141. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006>