

INTEGRASI *GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE* DALAM PROSES PERANCANGAN ARSITEKTUR TROPIS

I Made Agus Mahendra¹, I Made juniastra², Toddy Hendrawan Yupardhi³, Putu Ari Darmastuti⁴

^{1,3,4}Program Studi Arsitektur, Fakultas Seni Rupa dan Desain, Institut Seni Indonesia Bali, Indonesia,

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mahendradatta, Bali, Indonesia

E-mail: madeagusmahendra@isi-dps.ac.id ¹, juniastra@gmail.com ²,

hendrawanyupardhi@isi-dps.ac.id ³, putuari@isi-dps.ac.id ⁴

Abstrak – Perkembangan *Generative Artificial Intelligence* telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang desain, termasuk arsitektur. Teknologi ini menawarkan kemampuan untuk menghasilkan berbagai alternatif desain secara cepat, adaptif, dan berbasis data, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi proses perancangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis integrasi *Generative AI* dalam proses perancangan arsitektur tropis serta mengidentifikasi peluang dan tantangan yang muncul dalam penerapannya. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan menelaah berbagai artikel ilmiah, buku, dan publikasi akademik yang relevan mengenai *Generative AI* dan arsitektur tropis. Hasil kajian menunjukkan bahwa *Generative AI* mampu mendukung eksplorasi desain yang lebih luas, mempercepat proses konseptualisasi, mengoptimalkan performa bangunan berdasarkan parameter lingkungan, serta membantu pengambilan keputusan desain yang lebih responsif terhadap kondisi iklim tropis. Selain itu, teknologi ini berkontribusi dalam pengembangan desain yang lebih berkelanjutan melalui simulasi dan evaluasi berbagai alternatif rancangan sejak tahap awal. Namun demikian, penerapan *Generative AI* juga menghadapi sejumlah tantangan, seperti keterbatasan kualitas data, risiko homogenisasi desain, isu etika terkait hak cipta, serta pentingnya peran arsitek dalam melakukan interpretasi dan validasi hasil yang dihasilkan oleh sistem kecerdasan buatan. Penelitian ini memberikan kontribusi konseptual dalam memahami potensi pemanfaatan *Generative AI* untuk mewujudkan desain arsitektur tropis yang inovatif, adaptif, dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Generative Artificial Intelligence*; Arsitektur Tropis, Perancangan Arsitektur; Desain Generatif; Keberlanjutan; Transformasi Digital.

Abstract – The development of *Generative Artificial Intelligence (Generative AI)* has brought significant changes across various design disciplines, including architecture. This technology offers the ability to generate multiple design alternatives quickly, adaptively, and based on data, thereby enhancing the efficiency of the design process. This study aims to analyze the integration of *Generative AI* into the tropical architectural design process and to identify the opportunities and challenges associated with its implementation.

The research employs a literature review method by examining various scientific articles, books, and academic publications related to *Generative AI* and tropical architecture. The findings indicate that *Generative AI* can support broader design exploration, accelerate the conceptualization process, optimize building performance based on environmental parameters, and assist in making design decisions that are more responsive to tropical climatic conditions. Furthermore, this technology contributes to the development of more sustainable designs through the simulation and evaluation of multiple design alternatives from the early stages of the design process.

However, the implementation of *Generative AI* also faces several challenges, including limitations in data quality, the risk of design homogenization, ethical concerns regarding copyright, and the continued importance of architects in interpreting and validating outputs generated by artificial intelligence systems. This study provides a conceptual contribution to understanding the potential of *Generative AI* in creating innovative, adaptive, and sustainable tropical architectural designs.

Keywords: *Generative Artificial Intelligence*; Tropical Architecture; Architectural Design; *Generative Design*; Sustainability; Digital Transformation.

PENDAHULUAN

Transformasi digital yang berlangsung pesat pada era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 telah membawa perubahan mendasar dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk bidang arsitektur. Perkembangan teknologi komputasi, kecerdasan buatan, dan analisis data telah mengubah cara arsitek memahami, merancang, dan mengevaluasi lingkungan binaan (M.Sc et al., 2026). Salah satu inovasi yang saat ini memperoleh perhatian besar adalah *Generative Artificial Intelligence (Generative AI)*, yaitu teknologi kecerdasan buatan yang mampu menghasilkan ide, konsep, visualisasi, hingga alternatif desain berdasarkan data dan parameter tertentu. Kehadiran teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi proses desain, tetapi juga membuka peluang baru dalam eksplorasi kreativitas yang sebelumnya sulit dicapai melalui metode konvensional. Dalam konteks praktik arsitektur modern, *Generative AI* menjadi instrumen yang semakin relevan karena mampu membantu proses pengambilan keputusan desain secara lebih cepat, terukur, dan berbasis data (Fitriyanto & Zakariya, 2023a).

Di bidang arsitektur, proses perancangan merupakan kegiatan kompleks yang melibatkan berbagai pertimbangan teknis, estetika, sosial, budaya, dan lingkungan. Arsitek dituntut untuk menghasilkan rancangan yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga mampu menjawab kebutuhan pengguna dan kondisi lingkungan setempat. Tantangan tersebut menjadi semakin besar ketika perancangan dilakukan pada wilayah beriklim tropis yang memiliki karakteristik khusus, seperti suhu udara yang relatif tinggi sepanjang tahun, tingkat kelembapan yang besar, curah hujan tinggi, serta paparan sinar matahari yang intens. Kondisi tersebut menuntut pendekatan desain yang mampu mengoptimalkan kenyamanan termal, pencahayaan alami, ventilasi silang, efisiensi energi, dan ketahanan bangunan terhadap kondisi iklim yang dinamis (Trisna et al., 2025a). Oleh karena itu, arsitektur tropis berkembang sebagai pendekatan desain yang

menempatkan respons terhadap iklim sebagai salah satu aspek utama dalam proses perancangan.

Arsitektur tropis pada dasarnya merupakan bentuk adaptasi desain terhadap kondisi lingkungan lokal untuk menciptakan bangunan yang nyaman, efisien, dan berkelanjutan. Pendekatan ini menekankan pemanfaatan ventilasi alami, penggunaan material yang sesuai dengan kondisi iklim, pengendalian panas matahari, serta pengelolaan air hujan secara efektif (Gunato & Lie, 2022). Namun, dalam praktiknya, proses merancang bangunan tropis sering kali memerlukan analisis yang kompleks karena harus mempertimbangkan berbagai variabel lingkungan secara simultan. Seorang arsitek perlu mengevaluasi orientasi bangunan, pola angin, intensitas radiasi matahari, bentuk massa bangunan, hingga hubungan antara ruang dalam dan ruang luar. Kompleksitas tersebut menyebabkan proses perancangan menjadi lebih panjang dan membutuhkan kemampuan analisis yang tinggi agar solusi desain yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan konteks lingkungan.

Generative AI menawarkan potensi yang sangat besar untuk mendukung proses perancangan arsitektur tropis. Melalui kemampuan pemrosesan data yang cepat dan algoritma pembelajaran mesin yang canggih, teknologi ini dapat menghasilkan berbagai alternatif desain berdasarkan parameter iklim dan kebutuhan pengguna. *Generative AI* memungkinkan arsitek untuk mengeksplorasi ratusan bahkan ribuan kemungkinan bentuk dan konfigurasi bangunan dalam waktu yang relatif singkat. Selain itu, teknologi ini dapat digunakan untuk melakukan simulasi performa bangunan sejak tahap konseptual sehingga membantu mengidentifikasi solusi yang paling optimal dari aspek kenyamanan termal, efisiensi energi, dan keberlanjutan lingkungan (Kumara et al., 2025). Dengan demikian, proses perancangan tidak lagi hanya mengandalkan intuisi dan pengalaman desainer, tetapi juga didukung oleh analisis berbasis data yang lebih objektif dan terukur.

Perkembangan berbagai *platform Generative AI* dalam beberapa tahun terakhir semakin menunjukkan potensi transformasional teknologi ini dalam dunia arsitektur. Berbagai perangkat lunak berbasis kecerdasan buatan mampu menghasilkan visualisasi desain secara instan, melakukan optimasi tata letak ruang, hingga merekomendasikan bentuk bangunan yang sesuai dengan parameter lingkungan tertentu. Integrasi teknologi tersebut memberikan peluang bagi arsitek untuk meningkatkan produktivitas sekaligus memperluas ruang eksplorasi kreatif dalam proses desain. Tidak hanya itu, *Generative AI* juga berpotensi mendukung penerapan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan melalui kemampuan analisis performa bangunan yang lebih komprehensif. Kemampuan untuk mengintegrasikan data iklim, konsumsi energi, dan karakteristik lingkungan ke dalam proses desain memungkinkan terciptanya bangunan yang lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan dan tantangan perubahan iklim global (Rusli et al., 2025).

Meskipun demikian, penerapan *Generative AI* dalam perancangan arsitektur tropis juga menghadapi berbagai tantangan yang perlu diperhatikan. Salah satu tantangan utama adalah kualitas dan ketersediaan data yang digunakan sebagai dasar pembelajaran sistem kecerdasan buatan. Hasil yang dihasilkan oleh *Generative AI* sangat bergantung pada data yang tersedia, sehingga kesalahan atau keterbatasan data dapat memengaruhi kualitas rekomendasi desain yang dihasilkan. Selain itu, terdapat kekhawatiran mengenai potensi homogenisasi desain akibat penggunaan algoritma yang cenderung menghasilkan pola-pola tertentu berdasarkan data yang sama. Kondisi ini berisiko mengurangi keberagaman ekspresi arsitektur yang selama ini menjadi salah satu karakter utama dalam praktik desain. Di sisi lain, isu etika terkait hak cipta, kepemilikan intelektual, dan tanggung jawab profesional juga menjadi perhatian penting dalam pemanfaatan teknologi *Generative AI* di bidang arsitektur.

Perdebatan mengenai hubungan antara

keaktivitas manusia dan kecerdasan buatan juga menjadi topik yang semakin relevan. Sebagian pihak memandang bahwa *Generative AI* dapat mengurangi peran kreatif arsitek karena sebagian proses desain dilakukan oleh mesin (Indrayuni et al., 2025). Namun, pandangan lain menegaskan bahwa teknologi ini seharusnya dipahami sebagai alat bantu yang memperkuat kemampuan manusia dalam mengeksplorasi ide dan mengambil keputusan desain yang lebih baik. Dalam perspektif ini, keberhasilan integrasi *Generative AI* sangat bergantung pada kemampuan arsitek dalam mengarahkan, mengevaluasi, dan menginterpretasikan hasil yang dihasilkan oleh sistem kecerdasan buatan. Oleh karena itu, kolaborasi antara kecerdasan manusia dan kecerdasan buatan menjadi aspek penting dalam menciptakan proses perancangan yang inovatif dan tetap mempertahankan nilai-nilai kontekstual serta identitas lokal.

Berdasarkan uraian tersebut, kajian mengenai integrasi *Generative Artificial Intelligence* dalam proses perancangan arsitektur tropis menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini diperlukan untuk memahami bagaimana teknologi *Generative AI* dapat dimanfaatkan secara optimal dalam mendukung proses desain yang responsif terhadap kondisi iklim tropis sekaligus tetap mempertahankan aspek kreativitas, keberlanjutan, dan identitas arsitektur lokal. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi peluang, manfaat, serta tantangan yang muncul dalam penerapan *Generative AI* pada praktik arsitektur tropis. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual dan praktis bagi pengembangan ilmu arsitektur, khususnya dalam mendorong pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan secara bertanggung jawab untuk menghasilkan desain bangunan yang lebih inovatif, adaptif, efisien, dan berkelanjutan di wilayah tropis.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur dengan pendekatan kualitatif untuk

menganalisis integrasi *Generative Artificial Intelligence* dalam proses perancangan arsitektur tropis. Metode kajian literatur dipilih karena memungkinkan peneliti memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai perkembangan konsep, teori, temuan empiris, serta praktik penerapan *Generative AI* dalam bidang arsitektur yang telah dipublikasikan oleh berbagai peneliti sebelumnya. Sumber data penelitian berasal dari artikel jurnal ilmiah, prosiding konferensi, buku akademik, laporan penelitian, dan publikasi ilmiah lainnya yang relevan dengan topik penelitian. Proses pengumpulan literatur dilakukan melalui penelusuran berbagai basis data akademik. Literatur yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan tingkat relevansi, kredibilitas sumber, serta keterkaitannya dengan fokus penelitian.

Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif-kualitatif melalui proses membaca, mengidentifikasi, mengelompokkan, dan menginterpretasikan berbagai informasi yang terdapat dalam literatur terpilih. Analisis difokuskan pada pembahasan mengenai peran *Generative AI* dalam mendukung proses perancangan arsitektur tropis, manfaat yang dihasilkan dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas desain, serta berbagai tantangan yang dihadapi dalam implementasinya. Selanjutnya, hasil analisis dari berbagai sumber disintesis untuk menemukan pola, hubungan, dan kecenderungan perkembangan penelitian yang berkaitan dengan pemanfaatan *Generative AI* dalam arsitektur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran *Generative Artificial Intelligence* dalam Mendukung Eksplorasi dan Optimalisasi Desain Arsitektur Tropis

Arsitektur tropis pada dasarnya dirancang untuk menyesuaikan diri dengan karakteristik iklim yang ditandai oleh suhu tinggi, tingkat kelembapan yang besar, curah hujan tinggi, dan intensitas radiasi matahari yang kuat sepanjang tahun. Dalam konteks tersebut, *Generative AI*

berperan sebagai teknologi yang mampu membantu arsitek mengeksplorasi berbagai alternatif desain secara lebih cepat dan sistematis dibandingkan metode konvensional (Fitriyanto & Zakariya, 2023b). Melalui kemampuan menghasilkan berbagai kemungkinan bentuk dan konfigurasi bangunan berdasarkan parameter tertentu, teknologi ini memungkinkan proses desain yang lebih adaptif terhadap kebutuhan lingkungan tropis.

Salah satu kontribusi utama *Generative AI* dalam arsitektur tropis adalah kemampuannya mendukung eksplorasi desain yang berbasis data lingkungan (Kusuma, 2025a). Pada pendekatan tradisional, arsitek biasanya melakukan analisis iklim secara manual sebelum menentukan orientasi bangunan, bentuk massa, sistem ventilasi, dan strategi pencahayaan alami. Proses tersebut membutuhkan waktu yang relatif panjang karena melibatkan berbagai simulasi dan evaluasi berulang. Dengan bantuan *Generative AI*, data mengenai arah angin, intensitas sinar matahari, suhu udara, kelembapan, dan kondisi tapak dapat diintegrasikan ke dalam sistem komputasi yang secara otomatis menghasilkan berbagai alternatif rancangan. Setiap alternatif dapat disesuaikan dengan tujuan tertentu, seperti memaksimalkan ventilasi silang, mengurangi beban pendinginan ruangan, atau meningkatkan pencahayaan alami tanpa meningkatkan panas berlebih. Kemampuan ini memungkinkan arsitek memperoleh lebih banyak opsi desain yang sebelumnya sulit dicapai dalam waktu yang terbatas (Dwijendra, n.d.).

Selain memperluas eksplorasi desain, *Generative AI* juga berperan dalam optimalisasi performa bangunan tropis. Optimalisasi tersebut dilakukan melalui proses iteratif yang memungkinkan sistem mengevaluasi berbagai skenario desain berdasarkan indikator kinerja tertentu. Dalam arsitektur tropis, indikator yang sering digunakan meliputi kenyamanan termal, efisiensi energi, kualitas pencahayaan alami, serta efektivitas ventilasi. *Generative AI* dapat menghasilkan ribuan variasi desain dan secara simultan melakukan analisis terhadap masing-masing alternatif untuk menemukan solusi yang

paling optimal. Pendekatan ini membantu mengurangi subjektivitas dalam pengambilan keputusan desain sekaligus meningkatkan akurasi prediksi kinerja bangunan sejak tahap konseptual (Trisna et al., 2025b). Dengan demikian, arsitek dapat mengidentifikasi bentuk bangunan, konfigurasi ruang, atau elemen fasad yang mampu memberikan performa lingkungan terbaik sebelum konstruksi dilaksanakan.

Dalam konteks desain fasad dan selubung bangunan, *Generative AI* memberikan peluang untuk menciptakan solusi yang lebih inovatif dan responsif terhadap iklim tropis. Fasad merupakan elemen penting yang memengaruhi penerimaan panas matahari, pencahayaan alami, dan kenyamanan ruang dalam bangunan. Melalui algoritma generatif, sistem dapat merancang pola bukaan, kisi-kisi, shading device, dan elemen pelindung matahari lainnya dengan mempertimbangkan data iklim lokal. Hasilnya adalah desain fasad yang tidak hanya memiliki nilai estetika tinggi tetapi juga mampu meningkatkan efisiensi energi bangunan (Eng et al., 2026). Pendekatan ini memungkinkan terciptanya desain biomimetik maupun parametrik yang terinspirasi oleh bentuk-bentuk alami, sehingga menghasilkan bangunan yang lebih harmonis dengan lingkungan tropis sekaligus memenuhi tuntutan keberlanjutan.

Generative AI juga mendukung integrasi prinsip-prinsip arsitektur berkelanjutan dalam desain tropis. Saat ini, isu perubahan iklim dan peningkatan konsumsi energi menjadi tantangan utama dalam sektor konstruksi. Oleh karena itu, bangunan dituntut untuk mampu mengurangi dampak lingkungan melalui penerapan strategi desain pasif dan efisiensi sumber daya. *Generative AI* membantu mengidentifikasi kombinasi desain yang dapat meminimalkan penggunaan energi buatan dengan memaksimalkan potensi sumber daya alam yang tersedia. Misalnya, sistem dapat mengoptimalkan orientasi bangunan untuk memperoleh pencahayaan alami yang cukup tanpa meningkatkan beban panas, atau menentukan konfigurasi ventilasi yang mampu mengurangi ketergantungan terhadap sistem pendingin mekanis. Dengan dukungan analisis

yang cepat dan komprehensif, teknologi ini memungkinkan penerapan konsep bangunan hijau secara lebih efektif sejak tahap awal perancangan (Wicaksana & Ardianto, 2025).

Di sisi lain, penggunaan *Generative AI* dalam desain arsitektur tropis juga mendorong kolaborasi yang lebih erat antara kreativitas manusia dan kecerdasan mesin. Meskipun sistem mampu menghasilkan berbagai alternatif desain secara otomatis, peran arsitek tetap menjadi faktor utama dalam menentukan arah, kualitas, dan relevansi rancangan yang dihasilkan. *Generative AI* berfungsi sebagai alat bantu yang memperluas kapasitas eksplorasi dan mempercepat proses evaluasi, sementara keputusan akhir tetap berada pada pertimbangan profesional arsitek. Kombinasi antara intuisi desain manusia dan kemampuan komputasi AI menciptakan proses perancangan yang lebih adaptif, inovatif, dan berbasis bukti. Dalam konteks arsitektur tropis yang memiliki kompleksitas lingkungan tinggi, kolaborasi tersebut memungkinkan lahirnya solusi desain yang lebih responsif terhadap kebutuhan pengguna sekaligus kondisi iklim setempat (Kusuma, 2025b).

Teknologi *Generative AI* berpotensi meningkatkan efisiensi proses perancangan secara keseluruhan. Waktu yang sebelumnya digunakan untuk membuat berbagai alternatif desain secara manual dapat dialihkan untuk melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap aspek sosial, budaya, dan keberlanjutan bangunan. Efisiensi ini sangat penting dalam menghadapi tuntutan proyek yang semakin kompleks dan kebutuhan untuk menghasilkan desain berkualitas dalam waktu yang relatif singkat. Dengan kemampuan menghasilkan visualisasi dan simulasi secara cepat, *Generative AI* membantu proses komunikasi antara arsitek, klien, dan pemangku kepentingan lainnya sehingga keputusan desain dapat diambil secara lebih tepat dan terinformasi.

Generative Artificial Intelligence memainkan peran strategis dalam mendukung eksplorasi dan optimalisasi desain arsitektur tropis melalui

kemampuannya mengolah data lingkungan, menghasilkan berbagai alternatif rancangan, melakukan evaluasi performa bangunan, serta mengintegrasikan prinsip keberlanjutan ke dalam proses desain. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan kualitas perancangan, tetapi juga membuka peluang bagi terciptanya solusi arsitektur yang lebih inovatif, adaptif, dan responsif terhadap tantangan iklim tropis di masa depan. Dengan pemanfaatan yang tepat, *Generative AI* dapat menjadi instrumen penting dalam mewujudkan bangunan tropis yang nyaman, hemat energi, dan berkelanjutan tanpa menghilangkan nilai kreativitas yang menjadi inti dari praktik arsitektur.

Implementasi Generative Artificial Intelligence untuk Meningkatkan Efisiensi, Kinerja Lingkungan, dan Keberlanjutan Bangunan Tropis

Implementasi *Generative Artificial Intelligence* dalam bidang arsitektur tropis menghadirkan paradigma baru dalam upaya meningkatkan efisiensi, kinerja lingkungan, dan keberlanjutan bangunan. Arsitektur tropis memiliki karakteristik yang unik karena harus mampu merespons kondisi iklim dengan suhu tinggi, kelembapan yang relatif besar, intensitas radiasi matahari yang kuat, serta curah hujan yang tinggi sepanjang tahun. Tantangan tersebut menuntut perancang untuk menghasilkan bangunan yang tidak hanya nyaman bagi penghuninya, tetapi juga hemat energi dan ramah lingkungan. Dalam konteks ini, *Generative AI* menawarkan kemampuan untuk mengolah data dalam jumlah besar dan menghasilkan berbagai alternatif desain secara otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Teknologi ini memungkinkan proses eksplorasi desain dilakukan secara lebih cepat, akurat, dan berbasis kinerja sehingga keputusan desain tidak lagi hanya mengandalkan intuisi perancang, tetapi juga didukung oleh analisis komputasional yang komprehensif (Hayyan et al., 2025).

Penerapan *Generative AI* dalam desain bangunan tropis mampu meningkatkan efisiensi

proses perancangan melalui optimalisasi bentuk, orientasi, dan konfigurasi ruang yang sesuai dengan kondisi iklim setempat. Sistem *Generative AI* dapat memproses berbagai variabel seperti arah datangnya sinar matahari, pola angin dominan, tingkat kelembapan udara, serta kebutuhan fungsional bangunan untuk menghasilkan alternatif desain yang paling optimal. Dengan pendekatan ini, arsitek dapat mengevaluasi ratusan bahkan ribuan kemungkinan desain dalam waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan metode konvensional. Efisiensi tersebut tidak hanya menghemat waktu perancangan, tetapi juga mengurangi biaya yang dikeluarkan pada tahap pengembangan desain (Elias & Issa, 2024). Selain itu, kemampuan *Generative AI* dalam melakukan simulasi secara berulang memungkinkan identifikasi dini terhadap potensi masalah desain sehingga risiko perubahan desain pada tahap konstruksi dapat diminimalkan.

Dari perspektif kinerja lingkungan, *Generative AI* berperan penting dalam mengoptimalkan strategi desain pasif yang menjadi prinsip utama arsitektur tropis. Melalui analisis berbasis data, sistem dapat menghasilkan desain yang memaksimalkan ventilasi alami, pencahayaan alami, serta perlindungan terhadap radiasi matahari berlebih. Misalnya, algoritma *Generative AI* dapat menentukan ukuran bukaan, posisi jendela, bentuk atap, dan konfigurasi massa bangunan yang paling efektif untuk meningkatkan aliran udara dan mengurangi akumulasi panas di dalam ruang. Optimalisasi tersebut berdampak langsung pada penurunan kebutuhan penggunaan pendingin udara dan pencahayaan buatan yang selama ini menjadi kontributor utama konsumsi energi pada bangunan tropis. Dengan demikian, bangunan yang dirancang menggunakan pendekatan *Generative AI* memiliki potensi untuk mencapai tingkat efisiensi energi yang lebih tinggi dibandingkan bangunan yang dirancang melalui pendekatan tradisional (Mahendra et al., 2025).

Kemampuan *Generative AI* dalam mengintegrasikan berbagai data lingkungan

juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas kenyamanan termal penghuni. Kenyamanan termal merupakan salah satu indikator penting dalam menilai keberhasilan bangunan tropis karena berhubungan langsung dengan kesehatan, produktivitas, dan kesejahteraan pengguna bangunan. Melalui pemodelan dan simulasi yang dilakukan secara otomatis, *Generative AI* dapat memprediksi distribusi suhu, pergerakan udara, dan tingkat pencahayaan pada berbagai kondisi operasional bangunan. Informasi tersebut memungkinkan perancang untuk memilih alternatif desain yang mampu menciptakan lingkungan dalam ruang yang lebih nyaman tanpa bergantung secara berlebihan pada sistem mekanis. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang menekankan efisiensi sumber daya sekaligus peningkatan kualitas hidup manusia (Filippova et al., 2025).

Implementasi *Generative AI* juga berkontribusi terhadap keberlanjutan bangunan melalui optimalisasi penggunaan material dan pengurangan limbah konstruksi. Pada proses desain konvensional, perhitungan kebutuhan material sering kali dilakukan setelah konsep desain ditetapkan sehingga peluang terjadinya pemborosan relatif besar. Sebaliknya, *Generative AI* dapat mempertimbangkan aspek efisiensi material sejak tahap awal perancangan. Algoritma dapat menghasilkan bentuk struktur dan konfigurasi bangunan yang memerlukan jumlah material lebih sedikit tanpa mengurangi kekuatan maupun fungsi bangunan. Selain itu, sistem dapat mengevaluasi berbagai alternatif material berdasarkan dampak lingkungan, jejak karbon, daya tahan, serta ketersediaan lokal. Dengan demikian, keputusan pemilihan material menjadi lebih rasional dan mendukung upaya pengurangan emisi karbon sepanjang siklus hidup bangunan.

Generative AI tidak hanya berperan pada tahap desain, tetapi juga dapat mendukung pengelolaan dan operasional bangunan. Integrasi *Generative AI* dengan teknologi *Building Information Modeling (BIM)*, sensor *Internet of Things (IoT)*, dan sistem manajemen bangunan memungkinkan terciptanya bangunan

yang lebih adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Data operasional yang dikumpulkan secara real-time dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja bangunan dan menghasilkan rekomendasi optimalisasi penggunaan energi, air, serta sumber daya lainnya. Pendekatan ini memungkinkan bangunan tropis untuk terus beradaptasi terhadap perubahan iklim dan kebutuhan pengguna sehingga kinerja lingkungan dapat dipertahankan secara berkelanjutan selama masa operasional bangunan (Filippova et al., 2025).

Tantangan, Isu Etika, dan Peran Arsitek dalam Integrasi Generative Artificial Intelligence pada Proses Perancangan Arsitektur Tropis

Integrasi Generative Artificial Intelligence dalam proses perancangan arsitektur tropis menghadirkan berbagai peluang inovatif sekaligus menimbulkan tantangan yang perlu dicermati secara kritis (Xu et al., 2026). Kemampuan *Generative AI* dalam menghasilkan berbagai alternatif desain secara cepat memungkinkan arsitek mengeksplorasi solusi yang lebih beragam dibandingkan pendekatan konvensional. Teknologi ini mampu mengolah data iklim, orientasi bangunan, karakteristik tapak, kebutuhan pengguna, serta parameter keberlanjutan untuk menghasilkan rancangan yang responsif terhadap kondisi lingkungan tropis. Namun, di balik efisiensi tersebut, terdapat sejumlah tantangan yang berkaitan dengan validitas hasil desain, ketergantungan teknologi, kualitas data, serta kemampuan sistem dalam memahami kompleksitas konteks sosial dan budaya yang menjadi bagian penting dalam arsitektur tropis (Jain et al., 2025).

Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan *Generative AI* dalam memahami nilai-nilai lokal yang melekat pada lingkungan binaan tropis (Desouki et al., 2023). Arsitektur tropis tidak hanya berfokus pada aspek teknis seperti ventilasi alami, pencahayaan, dan pengendalian panas, tetapi juga berkaitan dengan identitas budaya, kebiasaan masyarakat, dan karakter ruang yang

berkembang secara kontekstual. Sistem AI pada dasarnya bekerja berdasarkan pola data yang tersedia dalam proses pelatihannya. Apabila data yang digunakan didominasi oleh referensi desain dari wilayah tertentu atau kurang merepresentasikan keragaman budaya lokal, maka hasil yang dihasilkan berpotensi mengabaikan aspek kearifan lokal yang menjadi ciri khas arsitektur tropis. Kondisi ini dapat memunculkan homogenisasi desain yang mengurangi keberagaman ekspresi arsitektur dan melemahkan identitas lokal dalam lingkungan binaan (Albukhari, 2025).

Tantangan lainnya berkaitan dengan kualitas dan akurasi data yang digunakan sebagai dasar generasi desain. Kinerja *Generative AI* sangat bergantung pada data masukan yang diberikan oleh pengguna maupun basis data yang menjadi sumber pembelajaran sistem. Kesalahan dalam data iklim, kondisi tapak, kebutuhan ruang, atau parameter performa bangunan dapat menghasilkan rekomendasi desain yang kurang sesuai dengan kondisi nyata. Dalam konteks arsitektur tropis, kesalahan kecil dalam pengolahan data lingkungan dapat berdampak signifikan terhadap kenyamanan termal, efisiensi energi, maupun ketahanan bangunan terhadap kondisi cuaca ekstrem (N. Rane et al., 2023). Oleh karena itu, validasi hasil desain tetap menjadi tahap penting yang tidak dapat sepenuhnya diserahkan kepada sistem otomatis.

Selain tantangan teknis, penerapan *Generative AI* juga memunculkan berbagai isu etika yang perlu mendapat perhatian. Salah satu isu yang banyak dibahas adalah persoalan kepemilikan intelektual terhadap hasil desain yang dihasilkan oleh sistem AI. *Generative AI* umumnya dilatih menggunakan sejumlah besar data visual dan desain yang berasal dari berbagai sumber. Dalam beberapa kasus, terdapat kekhawatiran bahwa hasil desain yang dihasilkan dapat memiliki kemiripan dengan karya yang telah ada sebelumnya tanpa memberikan atribusi yang jelas kepada pencipta asli. Situasi ini menimbulkan pertanyaan mengenai hak cipta, orisinalitas desain, serta batasan penggunaan data dalam proses pelatihan model AI. Ketidakjelasan regulasi mengenai kepemilikan

karya yang dihasilkan oleh kecerdasan buatan juga menjadi tantangan hukum yang semakin relevan seiring meningkatnya penggunaan teknologi tersebut dalam industri arsitektur (N. L. Rane, 2024).

Isu etika lainnya berkaitan dengan transparansi dan akuntabilitas dalam proses pengambilan keputusan desain. Banyak sistem *Generative AI* beroperasi sebagai “black box”, di mana proses internal yang menghasilkan suatu rekomendasi tidak selalu dapat dipahami secara jelas oleh pengguna. Dalam praktik arsitektur, keputusan desain memiliki konsekuensi yang luas terhadap keselamatan, kenyamanan, kesehatan, dan kesejahteraan pengguna bangunan. Ketika sebuah desain yang dihasilkan AI mengalami kegagalan performa atau menimbulkan dampak negatif, muncul pertanyaan mengenai pihak yang harus bertanggung jawab. Oleh karena itu, penggunaan *Generative AI* memerlukan mekanisme evaluasi yang transparan sehingga setiap keputusan desain dapat dipertanggungjawabkan secara profesional dan etis.

Penggunaan *Generative AI* juga berpotensi memunculkan bias dalam proses desain. Bias dapat muncul akibat ketidakseimbangan data pelatihan, preferensi algoritma tertentu, maupun asumsi yang tertanam dalam model AI. Dalam konteks arsitektur tropis, bias tersebut dapat menyebabkan sistem lebih banyak merekomendasikan solusi yang sesuai untuk wilayah atau kelompok pengguna tertentu, sementara mengabaikan kebutuhan masyarakat yang memiliki kondisi sosial, ekonomi, dan budaya yang berbeda. Apabila tidak dikendalikan dengan baik, bias algoritmik dapat memperkuat ketimpangan dalam akses terhadap lingkungan binaan yang berkualitas (Yao et al., 2025). Oleh karena itu, pengembangan dan penerapan AI dalam arsitektur harus memperhatikan prinsip keadilan, inklusivitas, dan keberagaman pengguna.

Di tengah berbagai tantangan dan isu etika tersebut, peran arsitek tetap menjadi elemen yang tidak tergantikan dalam proses

perancangan arsitektur tropis. Kehadiran *Generative AI* seharusnya dipandang sebagai alat pendukung yang memperluas kapasitas eksplorasi desain, bukan sebagai pengganti kreativitas dan pertimbangan profesional arsitek. Arsitek memiliki kemampuan untuk memahami aspek-aspek yang tidak dapat sepenuhnya diterjemahkan ke dalam data, seperti makna simbolik ruang, nilai budaya, pengalaman pengguna, serta hubungan emosional antara manusia dan lingkungan binaan. Kemampuan interpretatif ini menjadi faktor penting dalam menghasilkan desain yang tidak hanya efisien secara teknis tetapi juga bermakna secara sosial dan budaya.

Peran arsitek juga semakin berkembang sebagai kurator dan evaluator hasil generasi AI. Dalam posisi ini, arsitek bertanggung jawab untuk menentukan parameter desain yang relevan, menyeleksi alternatif yang dihasilkan sistem, serta melakukan penyesuaian berdasarkan kebutuhan proyek dan kondisi lokal. Kemampuan berpikir kritis menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa rekomendasi yang diberikan AI benar-benar sesuai dengan prinsip-prinsip arsitektur tropis yang berkelanjutan. Arsitek tidak hanya menilai aspek estetika, tetapi juga mengevaluasi performa lingkungan, efisiensi energi, kenyamanan penghuni, serta dampak sosial dari setiap keputusan desain (Jin et al., 2025).

Lebih jauh lagi, arsitek memiliki tanggung jawab sebagai penjaga etika dalam pemanfaatan teknologi digital. Dalam era transformasi teknologi yang semakin pesat, profesi arsitek dituntut untuk memastikan bahwa penggunaan *Generative AI* tetap berorientasi pada kepentingan manusia dan keberlanjutan lingkungan. Arsitek perlu memahami prinsip-prinsip etika digital, perlindungan data, transparansi algoritma, serta aspek hukum yang berkaitan dengan penggunaan kecerdasan buatan. Dengan demikian, integrasi *Generative AI* dapat dilakukan secara bertanggung jawab tanpa mengabaikan nilai-nilai profesional yang menjadi landasan praktik arsitektur.

SIMPULAN DAN SARAN

Integrasi *Generative Artificial Intelligence* dalam proses perancangan arsitektur tropis menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan efektivitas dan kualitas desain. Berdasarkan hasil kajian literatur, teknologi ini mampu mendukung eksplorasi berbagai alternatif rancangan secara lebih cepat dan sistematis, sehingga memperluas ruang kreativitas dalam proses desain arsitektur. Selain itu, kemampuan *Generative AI* dalam mengolah dan menganalisis berbagai parameter lingkungan memungkinkan terciptanya desain yang lebih responsif terhadap karakteristik iklim tropis, seperti kebutuhan ventilasi alami, pengendalian panas matahari, pemanfaatan pencahayaan alami, dan efisiensi energi. Dengan demikian, pemanfaatan *Generative AI* tidak hanya berkontribusi pada percepatan proses perancangan, tetapi juga mendukung pencapaian prinsip-prinsip keberlanjutan dalam pembangunan lingkungan binaan.

Meskipun menawarkan berbagai manfaat, implementasi *Generative AI* dalam arsitektur tropis masih menghadapi sejumlah tantangan yang perlu mendapat perhatian, terutama terkait kualitas data, potensi keseragaman desain, serta aspek etika dan hak kekayaan intelektual. Oleh karena itu, penggunaan teknologi ini perlu ditempatkan sebagai alat pendukung yang memperkuat kemampuan analitis dan kreatif arsitek, bukan sebagai pengganti peran manusia dalam proses perancangan. Kolaborasi yang seimbang antara kecerdasan buatan dan keahlian profesional arsitek menjadi faktor penting untuk menghasilkan desain yang inovatif, kontekstual, dan sesuai dengan kebutuhan lingkungan tropis. Ke depan, pengembangan teknologi *Generative AI* yang semakin adaptif dan berorientasi pada keberlanjutan diharapkan mampu memberikan kontribusi yang lebih besar dalam mewujudkan praktik arsitektur yang efisien, cerdas, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Albukhari, I. N. (2025). The role of artificial intelligence (AI) in architectural design: A systematic review of emerging technologies and applications. *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 16(4), 1457–1476.
<https://doi.org/10.1007/s43995-025-00186-1>
- Desouki, M., El-Haddad, T. A., & El-Boshey, B. (2023). Revolutionary Artificial Intelligence Architectural design solutions; is it an opportunity or a threat? *Mansoura Engineering Journal*, 48(6).
<https://doi.org/10.58491/2735-4202.3091>
- Dwijendra, N. K. A. (n.d.). Artificial Intelligence (AI) dalam Arsitektur: Kajian Transformasi Desain, Tantangan Adopsi, dan Kontribusi Keberlanjutan. Penerbit Adab.
- Elias, R., & Issa, R. R. A. (2024). Artificial Neural Network–Based Generative Design Optimization of the Energy Performance of Florida Single-Family Houses. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 38(2), 04024001.
<https://doi.org/10.1061/JCCEE5.CPEN G-5579>
- Eng, D. I. S. L., S. T., M. T., IPM, ASEAN, MT, D. E. I. R. S., ST, MT, D. I. Y. S. S., M.T, S. F. Y., S. ST, Isdyanto, A., & MT, I. L. O. M. I. S. S. (2026). Rekayasa Struktur Bangunan (Perspektif Arsitektur). Arsy Media.
- Filippova, E., Hedayat, S., Ziarati, T., & Manganelli, M. (2025). Artificial Intelligence and Digital Twins for Bioclimatic Building Design: Innovations in Sustainability and Efficiency. *Energies*, 18(19), 5230.
<https://doi.org/10.3390/en18195230>
- Fitriyanto, D. A., & Zakariya, A. F. (2023a). Evolusi Peran Arsitek di Era Artificial Intelligence dan Teknologi Berbasis Data. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA*, 5(1), 23–29.
<https://doi.org/10.26760/terracotta.v5i1.10619>
- Fitriyanto, D. A., & Zakariya, A. F. (2023b). Evolusi Peran Arsitek di Era Artificial Intelligence dan Teknologi Berbasis Data. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA*, 5(1), 23–29.
<https://doi.org/10.26760/terracotta.v5i1.10619>
- Gunato, V., & Lie, S. (2022). AI Terhadap Arsitektur: Moralitas dalam penggunaan AI dalam Arsitektur. *Nusantara: Jurnal Pendidikan, Seni, Sains Dan Sosial Humaniora*, 1(01).
<http://journal.forikami.com/index.php/nusantara/article/view/708>
- Hayyan, M. A., Nuryana, T., Azzam, A. Z., Prayoga, Y., Sahuli, A. M., & Tobing, F. (2025). Peran Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam Pengembangan Produk Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Dan Sains Modern*, 2(6), 263–271.
<https://doi.org/10.69930/jtsm.v2i6.683>
- Indrayuni, A., Kamil, M., A. A. Z., Judijanto, L., Deapati, A. K., Lesmana, P. S. W., Andriani, D., Hartanto, T., Miftahujannah, M., & Anshari, A. Z. (2025). Pengantar Teori dan Kritik Arsitektur. PT. Green Pustaka Indonesia.
- Jain, A., Varma, H., & Department of Civil Engineering, Sagar Institute of Research and Technology, Bhopal, India. (2025). Artificial intelligence (AI) in the architectural design of green buildings for smart cities. *Urban Resilience and Sustainability*, 3(4), 328–344.
<https://doi.org/10.3934/urs.2025017>
- Jin, D., Zairul, M., & Abdulkareem Salih, S. (2025). Artificial Intelligence (AI) and its Application in Architecture Design: A Thematic Review. *ALAM CIPTA International Journal Of Sustainable Tropical Design & Practice*, 18(1).
<https://doi.org/10.47836/AC.18.1.ARTICLE10>
- Kumara, I. M. S., Jati, G. P. R. S., Joni, J., Angin, J. T. K. P., Waas, D. V.,

- Hendrawan, A., Saputra, O., & Hermansah, T. (2025). Artificial Intelligence (Ai) Dalam Kehidupan: Tantangan, dan Solusi Hidup Di Era Digital. Star Digital Publishing.
- Kusuma, A. (2025a). Telaah Metode Pembelajaran Perancangan: Eksplorasi Desain Instalasi dengan Penerapan Generative AI. *Arsitekno*, 12(2), 141–162.
<https://doi.org/10.29103/arj.v12i2.18540>
- Kusuma, A. (2025b). Telaah Metode Pembelajaran Perancangan: Eksplorasi Desain Instalasi dengan Penerapan Generative AI. *Arsitekno*, 12(2), 141–162.
<https://doi.org/10.29103/arj.v12i2.18540>
- Mahendra, S. M., Surahman, U., Jurizat, A., & Sari, D. (2025). Application of Generative Design on Architecture to Optimize Design Decision in Preliminary Design Stage. *Journal of Artificial Intelligence in Architecture*, 4(2), 98–111.
<https://doi.org/10.24002/jarina.v4i2.10557>
- M.Sc, W. A., ST, M.Ars, A. M. F., S. T., Arch, A. P. S., M., M.Sc, L. O. A. S., S. T., M.Ars, A. P., S. Ars, M.Arch, A. F. P., ST, M.Arch, M. I. A. A. R., S. Ars, M.Ars, A. J. L., S. T., & M.Ars, K. S. A., S. Ars. (2026). ARSITEKTUR IKLIM KOTA (INTEGRASI BIM, PERENCANAAN KOTA DAN DESAIN ADAPTIF). *Arsy Media*.
- Rane, N., Choudhary, S., & Rane, J. (2023). Integrating ChatGPT, Bard, and Leading-edge Generative Artificial Intelligence in Architectural Design and Engineering: Applications, Framework, and Challenges (SSRN Scholarly Paper No. 4645595). *Social Science Research Network*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.4645595>
- Rane, N. L. (2024). Potential Role and Challenges of ChatGPT and Similar Generative Artificial Intelligence in Architectural Engineering. *International Journal of Artificial Intelligence and Machine Learning*, 4(01), 22–47.
<https://doi.org/10.51483/IJAIML.4.1.2024.22-47>
- Rusli, D. Y., King, C. A., Silver, C., Priscilla, P., & Maulana, A. (2025). TalkieBuddy: Generative AI-Driven Interactive Doll for Advancing Children's Verbal Skills. *SATESI: Jurnal Sains Teknologi Dan Sistem Informasi*, 5(2), 198–205.
<https://doi.org/10.54259/satesi.v5i2.5769>
- Trisna, N. M. S. W., Giri, K. R. P., Utami, N. K. Y., & Dewi, A. A. R. K. (2025a). INTEGRASI KECERDASAN BUATAN DALAM DESAIN INTERIOR: ADAPTASI DAN INOVASI DI ERA INDUSTRI KREATIF. *SENADA (Seminar Nasional Manajemen, Desain Dan Aplikasi Bisnis Teknologi)*, 8, 111–127.
<https://eprosiding.idbbali.ac.id/index.php/senada/article/view/972>
- Trisna, N. M. S. W., Giri, K. R. P., Utami, N. K. Y., & Dewi, A. A. R. K. (2025b). INTEGRASI KECERDASAN BUATAN DALAM DESAIN INTERIOR: ADAPTASI DAN INOVASI DI ERA INDUSTRI KREATIF. *SENADA (Seminar Nasional Manajemen, Desain Dan Aplikasi Bisnis Teknologi)*, 8, 111–127.
<https://eprosiding.idbbali.ac.id/index.php/senada/article/view/972>
- Wicaksana, G. B. A., & Ardianto, P. (2025). PERAN AI DALAM TAHAPAN IDEASI KONSEP ARSITEKTURAL. *JoDA Journal of Digital Architecture*, 4(2), 51–61.
<https://doi.org/10.24167/joda.v4i2.12959>
- Xu, T., Aini, A. M., Nordin, N. A., Shen, Q., Huang, L., & Xu, W. (2026). Symbiotic Intelligence for Sustainable Cities: A Decadal Review of Generative AI, Ethical Algorithms, and Global South Innovations in Urban Green Space Research. *Buildings*, 16(1), 231.
<https://doi.org/10.3390/buildings16010231>
- Yao, J., Jian, Y., Huang, C., Yuan, L., Ye, J., Shi, Z., Calautit, J. K., Wei, S., Deng, X.,

- Broyd, T., Jiang, Q. M., & Yuan, P. F. (2025). Artificial intelligence for sustainable architectural design. *Nexus*, 2(4).
<https://doi.org/10.1016/j.ynexs.2025.100100>
- Casadei D, Serra G, Tani K. 2007. Implementation of a Direct Control Algorithm on Discrete Space Vector Modulation. *IEEE Transactions on Power Electronics*. Vol 15(4): 769-777.
- Istadi, I. 2006. *Development of A Hybrid Artificial Neural Network – Genetic Algorithm for Modelling and Optimization of Dielectric-Barrier Discharge Plasma Reactor*. PhD Thesis. University Teknologi Malaysia.
- Kumaidi. 2005. Pengukuran Bekal Awal Belajar dan Pengembangan Tesnya. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. Jilid 5, No. 4,
- Kuntoro, T. 2006. *Pengembangan Kurikulum Pelatihan Magang di STM Nasional Semarang: Suatu Studi Berdasarkan Dunia Usaha*. Tesis tidak diterbitkan. Semarang: PPS UNNES.
- Pitunov, B. 13 Desember 2007. Sekolah Unggulan Ataukah Sekolah Pengunggulan ? *Majalah Pos*, hlm. 4 & 11.
- Ward J, Peppard J. *Strategic planning for Information Systems*. Fourth Edition. West Susse: John Willey & Sons Ltd. 2007: 102-104.
- Wilson, D. 2005. Summary of Citing Internet Sites. *NETTRAIN Discussion List*. (Online), (NETTRAIN@ubvm.cc.buffalo.ed). diakses 22 November 2007).