

Evolusi Peran Arsitek di Era *Artificial Intelligence* dan Teknologi Berbasis Data

Dominikus Aditya Fitriyanto¹, Afif Fajar Zakariya¹

¹ Program Studi Arsitektur, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur,
Jl. Rungkut Madya No. 1, Surabaya, Indonesia
Email: dominikus_aditya.ar@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Meningkatnya kompleksitas dunia menimbulkan tantangan yang signifikan bagi lingkungan binaan, dan arsitek memainkan peran penting dalam menerjemahkan kebutuhan masyarakat yang terus berkembang menjadi solusi yang berkelanjutan. Dengan isu-isu mendesak seperti krisis iklim, urbanisasi, dan kekurangan perumahan, industri arsitektur harus beradaptasi, berevolusi, dan berinovasi untuk memenuhi tuntutan tersebut. Data dan teknologi telah muncul sebagai alat yang ampuh dalam transformasi ini, hal ini memungkinkan arsitek untuk memberikan proyek berorientasi pengguna yang terintegrasi secara komprehensif dengan lingkungan mereka. Penelitian ini mengeksplorasi persimpangan desain berbasis data, kecerdasan buatan (AI), dan arsitektur, termasuk peran data dalam membentuk industri, mulai dari penerapan Building Information Modelling (BIM) hingga solusi berbasis cloud yang memfasilitasi kolaborasi antar pemangku kepentingan. Analisis data menggunakan literature review mencakup artikel dengan fokus pada artificial intelligence, data driven technology, dan building information modelling (BIM) dalam arsitektur. Sintesis menunjukkan integrasi AI dalam arsitektur memberdayakan para profesional untuk menggali potensi desain berbasis data dan AI sebagai kekuatan transformatif dalam industri arsitektur, serta menciptakan solusi yang lebih baik dan efisiensi dalam pengambilan keputusan yang terinformasi di seluruh desain, konstruksi, dan pengoperasian bangunan.

Kata kunci: *building information modelling, desain generatif, kecerdasan buatan, teknologi berbasis data*

ABSTRACT

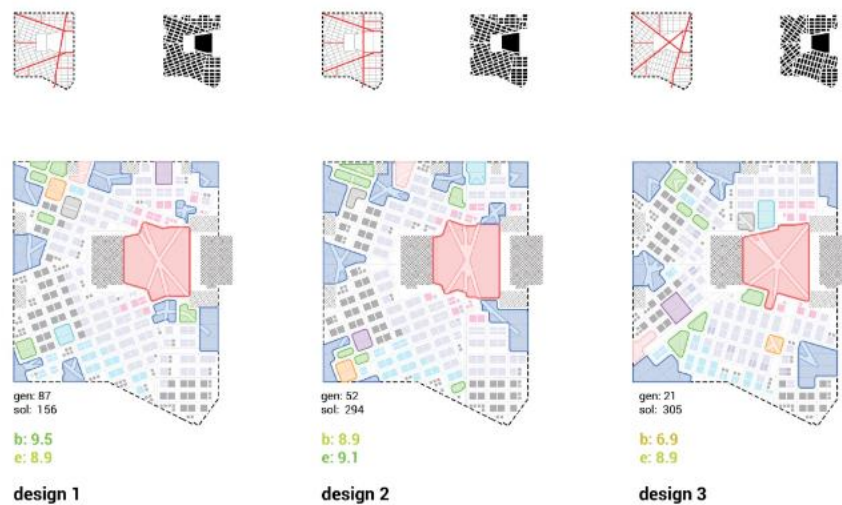
The growing complexity of global surroundings brings significant challenges to the built environment, and architects serve a crucial role in translating the changing requirements of society into sustainable solutions. The architecture industry must adapt, evolve, and innovate in response to pressing issues such as the climate crisis, urbanization, and housing shortages. In this transformation, data and technology have emerged as potent instruments, enabling architects to deliver user-centric projects that integrate seamlessly with their environment. This research investigates the intersection of data-driven design, artificial intelligence (AI), and architecture, as well as the role data plays in shaping industries, from Building Information Modeling (BIM) applications to cloud-based solutions that facilitate stakeholder collaboration. Articles that concentrate on artificial intelligence, data-driven technology, and Building Information Modelling (BIM) in architecture are included in the data analysis literature reviews. The integration of AI in architecture enables professionals to unlock the potential of data-driven design and AI as a transformative force in the architecture industry, and to create improved solutions and efficiencies for informed decision making across building design, construction, and operation.

Keywords: *artificial intelligence, building information modelling, data driven technology, generative design*

1. PENDAHULUAN

Pesatnya kemajuan jaman dan tuntutan kebutuhan lingkungan binaan yang semakin kompleks menuntut arsitek untuk terus berinovasi dan mencari cara agar mampu menjawab tantangan serta isu-isu terkini. Adanya topik dan isu mendesak seperti perubahan iklim, urbanisasi, dan kebutuhan akan perumahan, menjadikan arsitek sebagai salah satu profesi yang harus terus beradaptasi dan berevolusi. Salah satu cara dunia arsitektur merespon perubahan adalah dengan mengadaptasi teknologi ke dalam proses perancangan. Perkembangan *artificial intelligence* atau kecerdasan buatan saat ini begitu pesat ditunjang dengan kemudahan terintegrasinya di berbagai bidang, termasuk di dalamnya adalah sektor arsitektur sebagai industri konstruksi [1]. Arsitek sebagai salah satu profesi yang bergerak dalam industri konstruksi turut merasakan dampak yang signifikan dari adanya kecerdasan buatan yang mulai memasuki ranah perencanaan.

Kecerdasan buatan (AI) semakin diintegrasikan ke dalam bidang arsitektur, hal ini membuka kemungkinan untuk optimalisasi desain, analisis kinerja, dan pengambilan keputusan. Beberapa penelitian telah mengeksplorasi berbagai aplikasi AI dalam arsitektur, termasuk desain generatif [2], pemodelan prediktif, dan evaluasi kinerja otomatis. Satu bidang dimana AI menunjukkan potensinya adalah dalam desain generatif. Sebagai contoh bentuk desain generatif untuk sebuah area *urban*, dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini. Dengan memanfaatkan algoritme AI, arsitek dapat mengembangkan solusi desain yang inovatif dan optimal. Misalnya, algoritme berdasarkan pemrograman genetik telah digunakan untuk menghasilkan tata letak bangunan yang memaksimalkan efisiensi energi dan kenyamanan penghuni [3]. Pendekatan desain generatif tersebut memungkinkan arsitek melakukan eksplorasi desain yang luas dan menemukan solusi baru yang selaras dengan tujuan desainnya.



Gambar 1. Desain Generatif untuk Sebuah Area Urban

Selain desain generatif, AI memungkinkan pemodelan prediktif juga memungkinkan arsitek untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan performa bangunan di awal proses desain [4]. Teknik pembelajaran mesin telah digunakan untuk memprediksi konsumsi energi, tingkat pencahayaan alami, dan kenyamanan termal berdasarkan parameter desain [5]. Permodelan tersebut memudahkan identifikasi strategi desain yang mampu meminimalkan penggunaan energi dan memberikan nilai lebih pada keberlanjutan lingkungannya, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang terintegrasi dengan data yang valid.

Kehadiran AI memberikan peluang untuk evaluasi kinerja secara otomatis dalam arsitektur. Dengan menganalisis kumpulan data besar dan menggunakan algoritme pengenalan pola, AI dapat membantu

dalam penilaian kinerja bangunan dan mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan. Misalnya, teknik berbasis data telah diterapkan untuk menganalisis pola penggunaan energi dan mengidentifikasi anomali atau inefisiensi dalam pengoperasian gedung [6]. Analisis otomatis ini meningkatkan kemampuan untuk mendiagnosis dan mengoptimalkan kinerja gedung secara *real-time* [7].

Berbagai kemungkinan dan kemudahan dalam perencanaan dan desain berkat kehadiran AI tentu menimbulkan pertanyaan tentang jati diri profesi arsitek pada masa depan. Keterlibatan AI dalam tahap merancang memungkinkan sebagian besar porsi berpikir kreatif diambil alih oleh kecerdasan buatan sehingga campur tangan manusia menjadi lebih minim. Penelitian ini berusaha menggali sejauh mana perkembangan AI dalam proses desain dan di mana campur tangan arsitek masih dibutuhkan dalam konteks integrasi AI dan data.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan metode *literature review* dari artikel dan buku, mencakup artikel dengan fokus pada *artificial intelligence*, *data driven technology*, *generative design*, dan *building information modelling* (BIM) dalam arsitektur. Menurut Nightingale [8] strategi pencarian untuk tinjauan literatur harus dirancang untuk mengidentifikasi studi terdahulu berkaitan dengan pertanyaan spesifik. Hal ini berarti bahwa strategi pencarian perlu bersifat lebih sensitif daripada spesifik. Strategi pencarian spesifik akan mengidentifikasi artikel yang lebih relevan daripada artikel yang tidak relevan, tetapi mungkin melewatkan beberapa artikel penting. Strategi pencarian sensitif cenderung menyaring artikel yang relevan tetapi mungkin mengidentifikasi sejumlah studi yang tidak relevan juga.

Data diambil dari beberapa sumber artikel akademik seperti Google Scholar, Semantic Scholar, ScienceDirect, dan Garuda. Langkah pertama adalah melakukan filter kesesuaian artikel melalui Publish or Perish, untuk menghasilkan data sebanyak 83 artikel yang sesuai dengan rentang waktu publikasi 5 tahun terakhir. Artikel kemudian dianalisis dengan metode bibliometrik untuk mendapatkan poin-poin meliputi 1) transformasi digital praktik arsitektur, 2) keterlibatan AI dalam proses desain dan konstruksi, serta 3) perubahan siklus dan peran arsitek dalam proses perencanaan. Analisis bibliometrik adalah metode untuk mengeksplorasi dan menganalisis data ilmiah dalam jumlah besar [9]. Metode ini memungkinkan untuk melihat proses evolusioner dari bidang tertentu, sekaligus menyoroti area yang muncul di bidang tersebut dan melihat keterkaitannya dalam jejaring klaster.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejak adanya AutoCAD hingga BIM di *cloud*, industri arsitektur telah berkembang pesat tetapi pergerakan transformasi digital baru dimulai dua dekade terakhir. Saat ini data telah menjadi dasar bagaimana orang bekerja dan berbagai perusahaan telah berhasil mengintegrasikannya ke dalam alur kerja harian mereka. Dalam arsitektur, data yang lebih banyak dan lebih baik memungkinkan para profesional untuk memberikan proyek berorientasi pengguna. Hal ini memastikan integrasi secara holistik dengan lingkungan mereka, yang menghasilkan lebih banyak data, kompleksitas, dan optimalisasi [10]. Sementara itu, perkembangan BIM memungkinkan pemangku kepentingan untuk berkolaborasi melalui *database* umum dan pengenalan solusi berbasis *cloud* dengan antarmuka yang ramah pengguna [11]. Kemudahan ini memperluas aksesibilitas proyek arsitektur yang umumnya kompleks untuk dapat dipahami lebih mudah ke pemangku kepentingan yang lebih luas seperti pengembang, pemerintah, dan warga negara [12]. Hal ini memungkinkan mereka untuk menjadi bagian yang lebih integral dari proses perencanaan dan memungkinkan komunikasi yang lebih inklusif sejak awal.

besar. Peluang yang dibawa AI pada akhirnya dapat mengubah alur kerja yang ada dalam arsitektur. AI pasti membuat proses desain lebih efisien, tetapi perkembangan saat ini tidak akan dapat menggantikan pola pikir kreatif dan kemampuan arsitek untuk memberikan desain unik yang menanggapi kebutuhan klien tertentu, tuntutan lingkungan, serta konteks sosial dan budaya. Keterbatasan AI masih adalah sejauh mana algoritmenya memahami data yang dilatih dan menganalisis serta belajar dari data tersebut. Banyak dari apa yang dilakukan arsitek melibatkan pemikiran analitis kreatif, perspektif orisinal, kemampuan memecahkan masalah, dan keterampilan lunak yang bergantung pada keputusan manusia dan semua hal ini belum dapat ditiru secara akurat oleh teknologi.

Alur kerja yang optimal adalah tentang bekerja dengan kekuatan satu sama lain dimana komputer dan perangkat lunak dapat mengotomatiskan tugas sehari-hari yang membosankan dan berulang, sehingga memberi lebih banyak waktu bagi arsitek untuk fokus pada sisi kreatif dan singularitas arsitektur. Keahlian dan pemikiran arsitek tetap tak tergantikan tetapi saat ini dapat dilengkapi dengan data dan teknologi baru. Teknologi AI saat ini sama sekali tidak memiliki kecerdasan dan kemampuan ‘rasa’ yang sebanding dengan kesadaran manusia, sehingga terbatas hanya pada jenis tugas yang dapat diselesaikannya. Meskipun demikian, ada konsensus umum bahwa teknologi AI yang telah ada saat ini akan mampu berkembang dan berpotensi menjadi sangat kuat. Dampak AI pada industri arsitektur sangat signifikan dan berjangkauan luas.

Berikut adalah beberapa cara AI dalam memengaruhi industri:

1. Desain dan perencanaan

AI dapat membantu arsitek dengan desain dan perencanaan dengan memberikan wawasan dan rekomendasi berdasarkan analisis data. Misalnya, AI dapat menganalisis data kinerja gedung untuk mengoptimalkan efisiensi energi dan mengurangi biaya. AI juga dapat membantu arsitek menghasilkan opsi desain dengan lebih cepat dan efisien.

2. Konstruksi

AI dapat membantu proses konstruksi dengan menyediakan pemantauan dan analisis lokasi konstruksi secara *real time*, membantu mengidentifikasi potensi masalah, dan meningkatkan keselamatan. AI juga dapat membantu kontrol kualitas dengan menganalisis data dari sensor dan kamera untuk mendeteksi kerusakan dan kesalahan.

3. Pengoperasian dan pemeliharaan

AI dapat membantu pengoperasian dan pemeliharaan dengan menganalisis data dari sistem bangunan untuk mengoptimalkan kinerja dan mengurangi konsumsi energi. AI juga dapat membantu pemeliharaan prediktif dengan menganalisis data dari sensor untuk mengidentifikasi potensi masalah sebelum terjadi.

Seiring kemajuan teknologi AI dan aliran data yang meningkat dalam siklus desain sebuah proyek, teknologi ini akan mengurangi cara kerja tradisional yang cenderung individual dan akan memperkuat peran arsitek sebagai koordinator utama sebuah proyek arsitektur. Arsitek berpotensi mendapatkan tanggung jawab yang lebih besar untuk mengelola proses, data, dan hubungan di seluruh proyek, mulai dari perencanaan tahap awal dan diakhiri dengan pembongkaran di akhir siklus hidup bangunan. Dan dengan pendekatan holistik untuk merancang dan membangun lingkungan binaan manusia, sangat mungkin untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi pada proyek tersebut. Untuk mengaktifkan transformasi ini, AI harus diintegrasikan ke dalam alur kerja perusahaan desain modern, dan arsitek harus memperoleh keterampilan yang diperlukan untuk bekerja dengan alat ini dan menghindari tertinggal teknologi. Intinya, arsitek harus mengenali kekuatan data dan piranti berbasis AI untuk membantu dalam pekerjaan mereka serta menciptakan solusi yang lebih baik untuk masalah kompleks yang dihadapi masyarakat dan kota pada saat ini dan masa mendatang.

Peran arsitek pada era AI dan teknologi berbasis data sedang berkembang. Berikut adalah beberapa cara arsitek agar dapat beradaptasi dengan era baru ini:

1. Kolaborasi

Arsitek dapat berkolaborasi dengan sistem AI untuk meningkatkan kemampuan desain dan perencanaan mereka. Melalui bekerja dengan AI, arsitek dapat menghasilkan lebih banyak opsi desain dan membuat keputusan yang lebih tepat.

2. Analisis data

Arsitek dapat menggunakan alat analisis data untuk memperoleh wawasan tentang kinerja bangunan dan perilaku pengguna. Dengan menganalisis data, arsitek dapat mengoptimalkan desain dan operasi bangunan untuk meningkatkan pengalaman pengguna dan mengurangi biaya.

3. Pendidikan dan pelatihan

Arsitek perlu mengikuti tren dan alat AI terbaru juga teknologi berbasis data. Hal ini membutuhkan pendidikan dan pelatihan berkelanjutan untuk memastikan bahwa arsitek memiliki keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan agar dapat bekerja secara efektif dengan teknologi tersebut.

4. SIMPULAN

AI memiliki dampak signifikan pada industri arsitektur, dan arsitek perlu beradaptasi dengan era baru ini dengan berkolaborasi melalui sistem AI, menggunakan alat analisis data, serta tetap mengikuti tren dan alat terbaru. Terlepas dari potensi keuntungannya, penerapan AI dalam arsitektur tentu tidak akan tanpa tantangan. Salah satu tantangan signifikan adalah kebutuhan akan data berkualitas tinggi untuk melatih model AI secara efektif. Ketersediaan dan aksesibilitas data arsitektur yang komprehensif sangat penting untuk melatih algoritme AI yang akurat dan andal. Selain itu, pertimbangan etis terkait privasi dan bias data perlu ditangani untuk memastikan penerapan teknologi AI yang bertanggung jawab dan adil dalam praktik arsitektur.

Kesimpulannya, integrasi kecerdasan buatan dalam arsitektur sangat menjanjikan untuk memajukan bidang ini. Melalui desain generatif, pemodelan prediktif, dan evaluasi kinerja otomatis, AI memberdayakan arsitek untuk mengeksplorasi solusi desain inovatif, mengoptimalkan kinerja bangunan, dan meningkatkan proses pengambilan keputusan, tetapi ada hal yang penting yaitu dalam mengatasi tantangan terkait kualitas data dan pertimbangan etis sangat penting untuk memastikan penerapan AI yang bertanggung jawab dan efektif dalam praktik arsitektur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Abrishami, J. Goulding, and F. Rahimian, "Generative BIM workspace for AEC conceptual design automation: prototype development," *Eng. Constr. Archit. Manag.*, vol. 28, no. 2, pp. 482–509, Jul. 2020, doi: 10.1108/ECAM-04-2020-0256.
- [2] Enjellina, E. V. P. Beyan, and Anastasya Gisela Cinintya Rossy, "Review of AI Image Generator: Influences, Challenges, and Future Prospects for Architectural Field," *J. Artif. Intell. Archit.*, vol. 2, no. 1, pp. 53–65, Feb. 2023, doi: 10.24002/jarina.v2i1.6662.
- [3] J. Ayuso Sanchez, T. Ikaga, and S. Vega Sanchez, "Quantitative improvement in workplace performance through biophilic design: A pilot experiment case study," *Energy Build.*, vol. 177, pp. 316–328, Oct. 2018, doi: 10.1016/j.enbuild.2018.07.065.
- [4] D. Newton, "Generative Deep Learning in Architectural Design," *Technol. + Des.*, vol. 3, no. 2, pp. 176–189, Jul. 2019, doi: 10.1080/24751448.2019.1640536.
- [5] J. Zhang, N. Liu, and S. Wang, "Generative design and performance optimization of residential buildings based on parametric algorithm," *Energy Build.*, vol. 244, p. 111033, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.enbuild.2021.111033.
- [6] T. Ahmad, R. Madonski, D. Zhang, C. Huang, and A. Mujeeb, "Data-driven probabilistic machine learning in sustainable smart energy/smart energy systems: Key developments,

- challenges, and future research opportunities in the context of smart grid paradigm,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 160, p. 112128, May 2022, doi: 10.1016/j.rser.2022.112128.
- [7] T. Hong, Z. Wang, X. Luo, and W. Zhang, “State-of-the-art on research and applications of machine learning in the building life cycle,” *Energy Build.*, vol. 212, p. 109831, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.109831.
- [8] A. Nightingale, “A guide to systematic literature reviews,” *Surg.*, vol. 27, no. 9, pp. 381–384, Sep. 2009, doi: 10.1016/j.mpsur.2009.07.005.
- [9] N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey, and W. M. Lim, “How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines,” *J. Bus. Res.*, vol. 133, pp. 285–296, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070.
- [10] T. Dounas, D. Lombardi, and W. Jabi, “Framework for decentralised architectural design BIM and Blockchain integration,” *Int. J. Archit. Comput.*, vol. 19, no. 2, pp. 157–173, Jun. 2021, doi: 10.1177/1478077120963376.
- [11] G. Bastos Porsani, K. Del Valle de Lersundi, A. Sánchez-Ostiz Gutiérrez, and C. Fernández Bandera, “Interoperability between Building Information Modelling (BIM) and Building Energy Model (BEM),” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 5, p. 2167, Mar. 2021, doi: 10.3390/app11052167.
- [12] S. Bakhshi, M. R. Chenaghlo, F. Pour Rahimian, D. J. Edwards, and N. Dawood, “Integrated BIM and DfMA parametric and algorithmic design based collaboration for supporting client engagement within offsite construction,” *Autom. Constr.*, vol. 133, p. 104015, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2021.104015.
- [13] M. Bhatt, J. Suchan, C. Schultz, V. Kondyli, and S. Goyal, “Artificial Intelligence for Predictive and Evidence Based Architecture Design,” *Proc. AAAI Conf. Artif. Intell.*, vol. 30, no. 1, Mar. 2016, doi: 10.1609/aaai.v30i1.9850.
- [14] V. Krausková and H. Pifko, “Use of Artificial Intelligence in the Field of Sustainable Architecture: Current Knowledge,” *Archit. Pap. Fac. Archit. Des. STU*, vol. 26, no. 1, pp. 20–29, Mar. 2021, doi: 10.2478/alfa-2021-0004.
- [15] M. Day, “Autodesk Forma: a deep dive into the data lake,” *AECMAGAZINE*, Jun. 05, 2023.