



EVALUASI KINERJA AUTODESK FORMA DALAM PERENCANAAN ARSITEKTUR: TINJAUAN SISTEMATIS STUDI KASUS

Suyento¹

¹ Mahasiswa Magister Arsitektur, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
E-mail: suyentotjuatja@gmail.com

Informasi Naskah:

Diterima:
12 juni 2025
Direvisi:
6 Juli 2025
Disetujui terbit:
7 Agustus 2025
Diterbitkan:
Cetak:
29 September 2025
Online
29 September 2025

Abstract: The rapid development of artificial intelligence (AI) has revolutionized architectural practice, particularly in the early planning stages. Autodesk Forma, an AI-driven planning platform, has emerged as a transformative tool offering significant advantages in design decision-making. This case study review analyzes formally published case studies in indexed journals to identify and categorize the AI-based advantages of Autodesk Forma, supported by quantitative benchmarks. The review methodology involves a systematic analysis of indexed literature, focusing on studies that directly implement Autodesk Forma and report measurable outcomes. Findings indicate that Autodesk Forma significantly enhances design efficiency through rapid generation of alternatives, accelerates real-time environmental performance analysis, and improves user experience, despite limitations in network performance and file size. This article compiles quantitative insights from existing case studies, highlighting the crucial role of Autodesk Forma in driving more sustainable and efficient design outcomes across the architecture industry.

Keywords: Autodesk Forma, Artificial Intelligence, Architectural Planning.

Abstrak: Perkembangan pesat kecerdasan buatan (AI) telah merevolusi praktik arsitektur, khususnya dalam fase perencanaan tahap awal. Autodesk Forma, platform perencanaan berbasis AI, muncul sebagai alat transformatif yang menawarkan keunggulan signifikan dalam pengambilan keputusan desain. Tinjauan studi kasus ini menganalisis studi kasus yang diterbitkan secara formal dalam jurnal-jurnal terindeks untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan keunggulan berbasis AI dari Autodesk Forma, yang didukung oleh tolok ukur kuantitatif. Metodologi tinjauan melibatkan analisis sistematis literatur terindeks, dengan fokus pada studi yang secara langsung menerapkan Autodesk Forma dan melaporkan hasil yang dapat diukur. Temuan menunjukkan bahwa Autodesk Forma secara signifikan meningkatkan efisiensi desain melalui generasi alternatif yang cepat, mempercepat analisis kinerja lingkungan secara *real-time*, dan meningkatkan pengalaman pengguna, meskipun ada batasan dalam kinerja jaringan dan ukuran file. Artikel ini mengkompilasi wawasan kuantitatif dari studi kasus yang ada, menyoroti peran penting Autodesk Forma dalam mendorong hasil desain yang lebih berkelanjutan dan efisien di seluruh industri arsitektur.

Kata Kunci: Autodesk Forma, Kecerdasan Buatan, Perencanaan Arsitektur.

PENDAHULUAN

Industri arsitektur, rekayasa, dan konstruksi (AEC) secara tradisional menghadapi tantangan kompleks terkait efisiensi, keberlanjutan, dan iterasi desain (Płoszaj-Mazurek & Ryńska, 2024). Fase desain awal sangat penting karena keputusan yang dibuat pada tahap ini memiliki dampak paling besar terhadap kinerja proyek dan biaya (Widyakusuma, n.d.). Proses tradisional seringkali memakan waktu, melibatkan banyak revisi manual dan analisis yang terfragmentasi (Meselhy & Almkawi, 2025); (Prasetyo & Yetti, 2025). Integrasi kecerdasan buatan (AI) dalam perencanaan arsitektur menjanjikan pergeseran paradigma, memungkinkan para profesional untuk mengatasi kendala ini melalui otomatisasi, analitik prediktif, dan generasi desain (Widyakusuma, n.d.).

Autodesk Forma, sebelumnya dikenal sebagai *Spacemaker*, adalah platform berbasis *cloud* yang memanfaatkan AI untuk membantu para arsitek dan perencana kota dalam perencanaan dan desain tahap awal (Kurniawan et al., 2024); (Chelaru et al., 2025); (Schlickman & Magana-Leon, 2024). Alat ini dirancang untuk memberikan wawasan *real-time* tentang berbagai atribut lingkungan dan kinerja bangunan, memungkinkan eksplorasi skenario yang cepat dan pengambilan keputusan yang lebih baik (Widyakusuma, n.d.); (Nasir et al., 2024). Meskipun ada pengakuan yang berkembang akan potensi Autodesk Forma, tinjauan komprehensif dari studi kasus yang diterbitkan secara formal yang secara kuantitatif menyoroti keunggulan berbasis AI-nya masih terbatas.

Tujuan utama dari tinjauan ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan keunggulan

berbasis AI dari Autodesk Forma seperti yang ditunjukkan oleh studi kasus yang diterbitkan secara formal, dengan penekanan pada tolok ukur kuantitatif yang jelas. Artikel ini bertujuan untuk menyintesis temuan dari penelitian yang relevan untuk memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana Autodesk Forma berkontribusi pada efisiensi dan keberlanjutan dalam desain arsitektur.

TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan kecerdasan buatan (AI) telah mengalami peningkatan pesat dalam berbagai bidang, termasuk arsitektur dan perencanaan kota, menawarkan peluang transformatif bagi para arsitek untuk mencapai desain yang berkelanjutan (Nasir et al., 2024). AI dianggap sebagai alat yang mampu membantu para profesional dalam menciptakan desain yang lebih baik dan meningkatkan efisiensi proses kerja mereka (Kurniawan et al., 2024). Studi mengenai AI dalam desain telah berkembang secara signifikan dari fondasi awal hingga kemajuan modernnya (Abd El-Maksoud & Ahmed, 2024).

Aplikasi AI dalam Desain Arsitektur dan Perencanaan Urban

AI banyak dimanfaatkan dalam berbagai aspek desain arsitektur dan perencanaan urban:

- **Analisis Data dan Pengambilan Keputusan:** AI dapat mengekstrak dan menganalisis sejumlah besar data selama fase pra-desain, desain, konstruksi, dan pasca-konstruksi, yang memungkinkan para arsitek membuat keputusan berdasarkan data yang akurat (Widodo & Susan, 2024). Ini termasuk analisis kondisi lingkungan seperti data iklim historis dan *real-time* untuk mengoptimalkan orientasi bangunan dan strategi ventilasi alami. AI juga membantu dalam analisis site, termasuk topografi, kondisi lingkungan, persyaratan peraturan, dan aksesibilitas untuk pengembangan fasilitas kesehatan (Prasetyo & Yetti, 2025).
- **Generasi Desain dan Konseptualisasi:** AI mampu menghasilkan ide-ide desain, mendukung proses konseptualisasi, dan mempermudah visualisasi aktual serta rekomendasi untuk mencapai desain bangunan yang berkelanjutan. Alat AI generatif, seperti ChatGPT, dapat memahami dokumen dan menghasilkan strategi desain. Model AI juga digunakan untuk memprediksi dan menilai konsumsi energi serta kinerja termal bangunan, memungkinkan penyempurnaan desain untuk keberlanjutan optimal (Widodo & Susan, 2024).
- **Optimasi Material dan Efisiensi Konstruksi:** AI dapat menganalisis sifat material dan memberikan data akurat selama tahap konstruksi untuk mempromosikan praktik bangunan yang efisien. Integrasi AI dengan *Building Information Modeling (BIM)* juga dievaluasi untuk meningkatkan efisiensi, fungsionalitas, dan keberlanjutan dalam konstruksi *offsite*. BIM juga digunakan untuk evaluasi karbon yang terkandung selama tahap awal desain bangunan (Chelaru et al., 2025).

- **Peningkatan Kualitas Urban dan Lingkungan:** Aplikasi AI dapat meningkatkan kualitas hidup perkotaan dalam konteks estetika, keamanan, transportasi, dan keberlanjutan. AI digunakan untuk analisis *daylight* dan *sun analysis*, analisis kenyamanan angin, dan analisis suhu. AI juga membantu dalam analisis kebisingan dan dampaknya terhadap lingkungan perkotaan (Prasetyo & Yetti, 2025).

Alat Perangkat Lunak AI dalam Desain

Berbagai perangkat lunak AI telah dikembangkan dan digunakan dalam praktik arsitektur dan perencanaan:

- **Autodesk Forma:** Ini adalah perangkat lunak berbasis *cloud* yang ditenagai AI, dirancang untuk tahap pra-desain dan desain skematik. Forma memiliki kemampuan analisis canggih untuk mengevaluasi berbagai parameter seperti kenyamanan angin, suhu, dan paparan sinar matahari. Forma juga mendukung analisis situs yang komprehensif, termasuk topografi dan regulasi (Prasetyo & Yetti, 2025).
- **Grasshopper:** Sebagai alat desain parametrik yang terintegrasi dengan *Rhino*, Grasshopper menawarkan kemampuan pemrograman visual yang luas dan integrasi dengan pustaka pihak ketiga seperti *Ladybug/Honeybee* dan *Eddy 3D* untuk simulasi lingkungan dan analisis kinerja termal (Rämö, n.d.2025).
- **ChatGPT:** Sebuah *Large Language Model (LLM)* yang digunakan untuk analisis dokumen, klasifikasi teks, dan menghasilkan ide-ide. Ia dapat membantu desainer dalam memahami persyaratan proyek dan *brainstorming* konsep awal. ChatGPT juga dapat digunakan untuk menganalisis konteks budaya suatu situs proyek (Toyyibah et al., 2024).
- **Midjourney dan DALL-E:** Digunakan untuk menghasilkan gambar dari *prompt* teks, membantu dalam visualisasi konsep desain awal. ChatGPT juga dapat berinteraksi dengan gambar yang dihasilkan oleh Midjourney (Lee et al., n.d. 2023).
- **Alat Lainnya:** Beberapa sumber juga menyebutkan alat lain seperti *TestFit*, *Finch3D*, *Archistar AI*, *Spacio*, *Autodesk Spacemaker* (sekarang *Forma*), *Digital Blue Foam*, *Delve*, *OMRT*, *Parafin*, dan *Blox*, yang semuanya menawarkan kemampuan berbeda untuk generasi tata letak, analisis lingkungan, atau evaluasi ekonomi (Meselhy & Almalkawi, 2025).

Pertimbangan Regulasi dan Keberlanjutan

Desain arsitektur dan perencanaan kota tidak hanya berfokus pada estetika dan fungsi, tetapi juga pada kepatuhan terhadap peraturan setempat dan standar keberlanjutan. Desain yang dihasilkan perlu divalidasi terhadap aturan yang telah ditentukan sebelumnya (Lee et al., n.d.2024). Pentingnya analisis keberlanjutan juga mencakup perhitungan jejak karbon dan energi. Dalam konteks Finlandia, misalnya, peraturan zonasi dan perencanaan terperinci memainkan peran krusial dalam

membentuk tata letak bangunan perumahan (Rämö, n.d.2025).

Kolaborasi Manusia dan AI (HNI)

Meskipun AI menawarkan banyak keunggulan dalam kecepatan dan analisis data, kolaborasi antara kecerdasan alami manusia (HNI) dan AI sangat penting (Toyyibah et al., 2024). AI unggul dalam memicu kreativitas, mengumpulkan data, dan memvisualisasikan desain, menjadikannya ideal untuk tahap *brainstorming* dan simulasi desain (Gunawan et al., 2024). Intervensi manusia tetap krusial untuk penyesuaian humanistik, memastikan desain memenuhi kebutuhan spasial dan beradaptasi dengan kondisi situs yang bervariasi (Toyyibah et al., 2024). Pendekatan hibrida ini mengakui bahwa AI adalah alat pendukung, bukan pengganti sepenuhnya keahlian dan penilaian manusia. Konsep "pemetaan sebagai mediator" juga mengeksplorasi bagaimana pemetaan dapat menjadi kinerja dalam proses kolaborasi dan komunikasi antara agen manusia dan AI dalam pengalaman tempat yang lebih dari manusia (Sakçak, 2025).

METODOLOGI PENELITIAN

Tinjauan studi kasus ini dilakukan melalui pendekatan tinjauan literatur sistematis. Proses pencarian difokuskan pada jurnal-jurnal akademik terindeks nasional dan internasional (seperti yang diindeks di *Scopus*, *Web of Science*, *SINTA*, atau basis data akademik setara) untuk memastikan ketelitian ilmiah dan tinjauan sejawat. *Blog* perusahaan (misalnya, *blog Autodesk*) dan materi non-akademik lainnya secara eksplisit dikecualikan. Kriteria inklusi untuk studi kasus adalah sebagai berikut:

- Studi yang diterbitkan secara formal yang muncul di jurnal akademik terindeks.
- Studi yang secara eksplisit menyebutkan penggunaan *Autodesk Forma* (atau sebelumnya *Spacemaker*) dalam metodologinya.
- Studi yang menyajikan keunggulan berbasis AI dari *Autodesk Forma*, didukung oleh tolok ukur atau data kuantitatif yang jelas (misalnya, peningkatan efisiensi, pengurangan waktu, peningkatan kinerja yang terukur).
- Studi yang berfokus pada aplikasi desain arsitektur atau perencanaan kota tahap awal.

Kriteria eksklusi meliputi:

- Artikel yang hanya menyebutkan *Autodesk Forma* sebagai alat tanpa menggambarkan penerapannya dalam studi kasus tertentu atau memberikan data kuantitatif.
- Artikel tinjauan umum yang tidak melakukan studi kasus baru dengan *Autodesk Forma*.
- Sumber-sumber non-akademik seperti *blog*, berita industri, atau presentasi tanpa tinjauan sejawat.

Istilah pencarian yang digunakan dalam berbagai kombinasi meliputi "*Autodesk Forma*," "*Spacemaker AI*," "*artificial intelligence architecture*," "*early-stage design*," "*computational design*," "*quantitative*," dan "*case study*." Data dari studi kasus yang diidentifikasi diekstraksi dan dianalisis secara kualitatif untuk

mengidentifikasi keunggulan berbasis AI utama dan secara kuantitatif untuk mengumpulkan semua tolok ukur yang dapat diukur. Tolok ukur kuantitatif diverifikasi untuk memastikan relevansi langsungnya dengan dampak berbasis AI dari *Autodesk Forma*.

DISKUSI STUDI KASUS INDIVIDUAL

Beberapa studi dan publikasi ilmiah telah mendokumentasikan penggunaan *Autodesk Forma* dalam berbagai skenario perencanaan arsitektur, menyoroti berbagai keunggulannya:

Studi Kasus 1: Integrasi BIM-BREEAM dan Analisis Lingkungan Awal

Penelitian oleh *Chelaru et al.* (2025) mengeksplorasi aplikasi *Building Information Modeling (BIM)* untuk mempromosikan keberlanjutan dalam desain bangunan pendidikan, selaras dengan standar keberlanjutan *BREEAM* (Chelaru et al., 2025). Studi ini menggunakan *Autodesk Forma* untuk analisis lingkungan tahap awal, kinerja energi, dan kelayakan lokasi. Keunggulan yang ditemukan meliputi:

- **Dukungan Pengambilan Keputusan Berkelanjutan:** *Forma* memfasilitasi dukungan lengkap di enam metrik keberlanjutan utama: jam matahari, potensi cahaya alami, angin, iklim mikro, kebisingan, dan analisis energi surya, mencapai integrasi penuh dalam platform.
- **Simulasi Real-time:** *Forma* memungkinkan simulasi *real-time* dari fitur-fitur ini, memungkinkan tim desain mengevaluasi beberapa skenario desain dengan cepat dan tepat, mengoptimalkan dampak lingkungan dan efisiensi energi bangunan.
- **Wawasan Spesifik:** Analisis jam matahari mengungkapkan distribusi yang bervariasi, dengan beberapa area menerima kurang dari tiga jam sinar matahari, sementara yang lain mengalami paparan berlebihan melebihi delapan jam sehari. Analisis ini menginformasikan penyesuaian model *Revit*. Simulasi iklim mikro menunjukkan bahwa 80% area tanah yang dianalisis terkena tekanan panas yang kuat, dan 20% terkena tekanan panas sedang.
- **Aksesibilitas untuk Non-Ahli:** Metodologi ini menawarkan antarmuka yang intuitif dalam *Autodesk Forma*, membuat penilaian keberlanjutan lebih mudah diakses oleh pemangku kepentingan tanpa pelatihan khusus.
- **Kecepatan Pemrosesan:** *Forma* menunjukkan waktu pemrosesan simulasi yang cepat dibandingkan dengan alat serupa lainnya.

Studi Kasus 2: Penggunaan dalam Pendidikan Arsitektur

Sebuah penelitian di Indonesia menyelidiki integrasi *AI-BIM* dalam studio desain arsitektur, khususnya dengan *Autodesk Forma*, untuk proyek bangunan menengah (Dharmatanna & Wijaya, 2025). Hasilnya menunjukkan:

- **Kemudahan Penggunaan:** Sebagian besar siswa menemukan simulasi berbasis AI (*Autodesk Forma*) mudah, meskipun ada keterbatasan versi uji coba gratis (area simulasi, ukuran file maksimum).

- **Peningkatan Kreativitas:** Siswa menemukan lebih banyak manfaat dalam menggunakan *AI* daripada simulasi konvensional, karena mereka dapat merefleksikan desain mereka dan mengembangkannya secara lebih efektif dan holistik, mempromosikan lebih banyak kreativitas dalam mendesain.
- **Data Real-time dan Informatif:** *Forma* menyediakan data *real-time*, *real-world* kontekstual (siang hari, jam matahari, energi surya, iklim mikro, angin, kebisingan) dan sangat informatif.
- **Integrasi BIM yang Mulus:** Model dan hasil simulasi dapat diekspor dan diimpor dari *Autodesk Revit*, menjadikannya lebih mudah diakses dan terintegrasi dengan BIM.
- **Tantangan Operasional:** Keterbatasan mencakup proses berbasis *cloud* yang membutuhkan konektivitas internet yang tinggi dan batasan ukuran file maksimum 100 MB untuk versi uji coba gratis.

Studi Kasus 3: Perencanaan Kota Berkelanjutan dan Respons Terhadap Tantangan Urban
Autodesk Forma digunakan dalam beberapa konteks perencanaan kota untuk mengatasi tantangan desain yang kompleks:

- **Efisiensi dan Keberlanjutan Properti (NREP):** *NREP* dan *Autodesk Forma* mengembangkan teknologi berbasis *AI* untuk properti yang lebih berorientasi pelanggan, efisien, dan berkelanjutan. Pengujian di *UN17 Village*, Kopenhagen, memungkinkan visualisasi 3D dampak rekomendasi desain pada 500+ unit dan volume 35.000+ meter persegi, menghasilkan peningkatan signifikan dalam ruang terbuka, kepadatan, dan akses cahaya alami (Ercan, 2024).
- **Analisis Desain Urban (Botros Ghaly Street):** *Forma* digunakan untuk menganalisis desain urban jalan *Botros Ghaly*, mengevaluasi paparan surya, pola angin, dan kenyamanan termal untuk mengoptimalkan kinerja lingkungan dan memastikan respons iklim. Ini membantu mengidentifikasi kekurangan desain sebelum implementasi, menghindari koreksi yang mahal, serta mendorong efisiensi waktu dan uang (Abd El-Maksoud & Ahmed, 2024).
- **Optimalisasi Desain Ibu Kota Nusantara (IKN):** Dalam perencanaan IKN Nusantara, *Forma* membantu merampingkan organisasi proyek dan mengotomatiskan tugas berulang, memfasilitasi eksplorasi beragam konsep desain dan memungkinkan pengembangan simultan dari banyak proposal. Ini juga mendukung penilaian atribut lingkungan seperti pola angin, iklim mikro, dan cahaya matahari/siang hari. Kemampuan *AI* untuk menghasilkan konfigurasi komponen desain sangat cepat dan efisien, memungkinkan pembuatan lima kerangka kerja desain urban alternatif (Kurniawan et al., 2024).
- **Penilaian Situs Eko-Sensitif:** *Forma* digunakan untuk analisis karakteristik kualitatif suatu wilayah,

secara otomatis menganalisis konteks spasial dan menghasilkan penanda simbolis seperti garis topografi, zona perlindungan angin, dan zona paparan surya sebagai alat bantu perencanaan. Alat ini menawarkan alat untuk analisis wilayah (karakteristik alami dan sosio-ekonomi spesifik lokasi, topografi, infrastruktur), yang penting untuk keputusan proyek yang terinformasi. *Forma* juga memungkinkan identifikasi cepat dan efektif terhadap potensi masalah dan peluang, secara substansial meningkatkan kualitas dan kecepatan kerja, serta memperkaya proses desain dengan ide dan pendekatan baru (Zatsepina et al., 2025).

Studi Kasus 4: Optimalisasi Desain Termal dan Angin

Penggunaan *Forma* dalam desain termal dan analisis angin menunjukkan kemampuannya untuk mengoptimalkan kenyamanan bangunan:

- **Kenyamanan Termal dan Angin:** *Forma* digunakan untuk simulasi termal dan angin untuk memodelkan interaksi antara massa bangunan, suhu sekitar, dan aliran udara. Hasilnya menunjukkan desain yang menghasilkan lingkungan yang nyaman dan penggunaan energi yang efisien. Software ini mampu memberikan hasil analisis seperti kenyamanan angin dan suhu (Arifin & Hidayatullah, 2025).
- **Analisis Bayangan:** *Forma* digunakan untuk eksperimen bayangan, menunjukkan bahwa perangkat peneduh secara signifikan mengurangi paparan sinar matahari. Sebagai contoh, perangkat peneduh vertikal dapat mengurangi paparan hingga 0 hingga 3,7 jam dibandingkan 6 hingga 5 jam tanpa peneduh; perangkat peneduh horizontal mengurangi menjadi 1,8 hingga 2,7 jam dibandingkan 3 hingga 12,4 jam; dan perangkat peneduh kulit kedua mengurangi menjadi 0 hingga 2,5 jam dibandingkan 2,3 hingga 5,9 jam (Ariani Anwar, Mohammad Mochsen Sir & Syahriana Syam, 2023).

Studi Kasus 5: Analisis Efisiensi Energi di Skala Permukiman

Penelitian ini menggunakan *Autodesk Forma* untuk menganalisis dampak keputusan desain terhadap efisiensi energi pada skala permukiman:

- **Analisis Lingkungan Komprehensif:** *Forma* mendukung analisis lingkungan *real-time* di atribut intensitas dan lingkungan utama seperti angin, siang hari, sinar matahari, dan iklim mikro, tanpa memerlukan keahlian teknis mendalam (Nasir et al., 2024).
- **Pengurangan Dampak Lingkungan:** *Forma* berkontribusi pada desain hemat energi dengan analisis lingkungan pada fase desain awal. Ini dapat mengevaluasi kinerja energi dan memberikan saran tentang nilai parameter bangunan dan bentuk bangunan (Nasir et al., 2024).
- **Prediksi Dampak Lingkungan:** Software ini membantu memprediksi dampak lingkungan pada tahap desain untuk perencanaan urban yang berkelanjutan (Nasir et al., 2024).

Studi Kasus 6: Peningkatan Produksi Energi di Situs

Sebuah studi kasus menunjukkan bagaimana Autodesk Forma dapat digunakan untuk meningkatkan produksi energi di lokasi (Meselhy & Almalkawi, 2025):

- **Peningkatan Produksi Energi:** *RSP Architects* menggunakan *Forma* dalam proyek bangunan keberlanjutan dan ketahanan di *National University of Singapore*. Mereka mengadopsi strategi *co-design* yang menekankan analisis daripada desain generatif. Pendekatan ini meningkatkan produksi energi di situs sebesar 6%.
- **Integrasi Pertimbangan Lingkungan:** *Forma* mengintegrasikan pertimbangan lingkungan seperti intensitas penggunaan energi (EUI), ventilasi alami, dan potensi energi surya, memungkinkan arsitek mencapai desain yang lebih berkelanjutan.

Studi Kasus 7: Perbandingan dengan Simulasi

Penelitian oleh (Ehab et al., 2025) membandingkan analisis angin berbasis Pembelajaran Mesin (ML) di *Autodesk Forma* dengan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan pengukuran di tempat (in situ). *Forma* menyediakan panduan dalam proses desain awal:

- **Kecepatan Output:** Analisis dapat dijalankan secara instan, dengan hasil ML yang menjanjikan terutama karena kecepatan outputnya yang cepat (dalam milidetik), menunjukkan potensi signifikan untuk keberhasilan dalam analisis fase desain awal.
- **Akurasi yang Memuaskan untuk Penilaian Awal:** Meskipun keluaran *CFD* lebih dekat dengan nilai pengukuran in situ, *ML* menawarkan alternatif yang cukup akurat dan efisien secara komputasi untuk penilaian awal. Keluaran dari *CFD* dan *ML* menunjukkan kesamaan yang luar biasa (SSIM 0.74, MSE 0.05, PSNR 61.34 dB).
- **Metode Berbasis ANN:** *Forma* menggunakan model multivariat berdasarkan Jaringan Saraf Tiruan (*ANN*) untuk estimasi kecepatan angin, dilatih pada data simulasi dari ribuan skenario urban dan proyek nyata.
- **Keterbatasan:** Beberapa keterbatasan meliputi sifat "kotak hitam" dari model *ML* komersial (tidak dibagikan secara publik), sehingga membatasi validasi numerik. *Output Forma* adalah file gambar saja, tanpa *output* numerik langsung. *Forma* juga tidak dapat menganalisis ruang terbuka/semi-terbuka seperti balkon atau teras. Selain itu, *Forma* kurang fleksibel dalam menyesuaikan algoritma *ML* yang mendasari atau memodelkan aerodinamika kompleks secara detail.

Analisis Komparatif Keunggulan Utama Autodesk Forma

Berdasarkan diskusi studi kasus di atas, keunggulan utama *Autodesk Forma* sebagai platform berbasis AI dalam perencanaan arsitektur dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Efisiensi dan Kecepatan Desain

Salah satu keunggulan paling menonjol dari *Autodesk Forma* adalah kemampuannya untuk secara signifikan mempercepat proses desain (Widodo & Susan, 2024). *Forma* mendukung pemodelan energi yang cepat dan efisien berkat algoritma AI-nya (Szalai Dora et al., 2023). Hal ini memungkinkan arsitek untuk menghasilkan rencana lantai dan tata letak ruangan hanya dengan input sederhana (Widyakusuma, 2024). *Platform* ini mengotomatiskan tugas-tugas berulang dan memungkinkan eksplorasi konsep desain yang beragam, menghasilkan berbagai proposal secara simultan. Dalam studi kasus IKN Nusantara, *Forma* mampu menghasilkan lima kerangka kerja desain urban alternatif dengan sangat cepat dan efisien (Kurniawan et al., 2024). Selain itu, ia menawarkan waktu pemrosesan simulasi yang cepat dibandingkan dengan alat serupa lainnya (Chelaru et al., 2025), dengan hasil *ML* yang dapat diperoleh dalam milidetik untuk analisis awal (Gür & Karadag, 2024a). Ini menghemat waktu dan biaya secara signifikan, memungkinkan identifikasi kekurangan desain dan koreksi dini (Abd El-Maksoud & Ahmed, 2024). *Forma* juga membantu arsitek untuk memikirkan solusi yang tidak konvensional dan inovatif (Widyakusuma, 2024).

2. Peningkatan Kinerja Lingkungan dan Keberlanjutan

Autodesk Forma adalah alat yang sangat baik untuk mencapai tujuan desain berkelanjutan (Szalai Dora et al., 2023). *Forma* mengintegrasikan pertimbangan lingkungan seperti intensitas penggunaan energi (EUI), ventilasi alami, dan potensi energi surya (Meselhy & Almalkawi, 2025). Ia menyediakan analisis terperinci untuk jam matahari, potensi cahaya alami, angin, iklim mikro, kebisingan, dan analisis energi surya. Kemampuan ini memungkinkan desainer untuk mengoptimalkan dampak lingkungan dan efisiensi energi bangunan. Dalam sebuah studi kasus di *National University of Singapore*, penggunaan *Forma* dalam strategi *co-design* meningkatkan produksi energi di situs sebesar 6% (Meselhy & Almalkawi, 2025). *Forma* juga dapat mengidentifikasi area dengan tekanan panas yang kuat (80%) dari analisis iklim mikro (Chelaru et al., 2025), membantu perencanaan untuk membuat keputusan yang lebih tepat untuk meningkatkan kenyamanan termal ruang luar dan mengatasi efek pulau panas urban (Ercan, 2024). Analisis bayangan terperinci membantu dalam validasi perangkat peneduh, menunjukkan pengurangan paparan sinar matahari yang signifikan (Ariani Anwar, Mohammad Mochsen Sir & Syahriana Syam, 2023).

3. Dukungan Pengambilan Keputusan dan Eksplorasi Desain

Platform ini menyediakan wawasan berbasis data yang membantu pengambilan keputusan yang lebih baik (Widyakusuma, 2024) (Prasetyo & Yetti, 2025). *Forma* mengotomatiskan pemodelan skenario, memungkinkan penilaian cepat dan pengembangan konsep dengan menyesuaikan parameter seperti tinggi dan kepadatan bangunan (Zatsepina et al., 2025). Ini membantu memvisualisasikan bagaimana

pola angin dan kebisingan lalu lintas memengaruhi situs, penting untuk merencanakan bangunan yang kokoh dan nyaman. *Forma* juga berperan penting dalam memberikan batasan bagi desainer dalam menentukan pengaturan yang paling tepat dari konsep makro (Toyyibah et al., 2024), membantu perencana melihat penggunaan lahan dan hubungannya dengan topografi dan badan air. Kemampuan ini, dikombinasikan dengan umpan balik visual instan, memungkinkan penyesuaian dinamis selama proses desain (Chelaru et al., 2025).

4. Kemudahan Penggunaan, Kolaborasi, dan Aksesibilitas

Autodesk Forma dirancang dengan mempertimbangkan kemudahan penggunaan. Antarmuka pengguna grafis (*GUI*) yang intuitifnya memfasilitasi penggunaan simulasi dalam proses desain (Berger et al., 2024), membuatnya mudah digunakan bagi non-ahli (Nasir et al., 2024). Sebagai alat berbasis *cloud* (Szalai Dora et al., 2023), *Forma* memungkinkan akses mudah dari mana saja, serta memfasilitasi kolaborasi real-time dan transfer data yang mulus dengan alat Autodesk lainnya seperti *Revit* dan *Civil 3D* (Nasir et al., 2024). *Forma* juga dapat membantu desainer untuk memperoleh ide-ide baru (Abd El- Maksoud & Ahmed, 2024).

KESIMPULAN

Berdasarkan bukti yang tersedia, *Autodesk Forma* menunjukkan potensi kuat sebagai alat *AI* yang transformatif dalam domain perencanaan arsitektur. Tinjauan ini menegaskan bahwa platform tersebut menawarkan serangkaian keunggulan yang secara signifikan meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan kualitas keseluruhan dari proses desain. Berdasarkan analisis studi kasus, keunggulan *Forma* dapat diringkas sebagai berikut:

- **Percepatan Iterasi Desain:** Kemampuan untuk melakukan simulasi *real-time* dan menghasilkan beragam skenario desain secara cepat, yang pada akhirnya menghemat waktu dan biaya proyek secara substansial.
- **Optimalisasi Kinerja Lingkungan:** Penyediaan analisis lingkungan yang mendalam memungkinkan arsitek membuat keputusan desain yang terinformasi untuk mencapai tujuan keberlanjutan, seperti peningkatan produksi energi di lokasi sebesar 6% yang terbukti dalam studi kasus.
- **Fasilitasi Pengambilan Keputusan Berbasis Data:** Dengan mengubah batasan dan konteks lokasi menjadi peluang desain yang terukur, *Forma* memberdayakan perencana untuk mengembangkan solusi yang lebih responsif, efisien, dan berorientasi pada kinerja.
- **Peningkatan Aksesibilitas dan Kolaborasi:** Sebagai platform berbasis *cloud* dengan antarmuka yang intuitif, *Forma* dapat dioperasikan secara efektif bahkan oleh non-ahli dan mendukung kolaborasi tim yang lancar melalui integrasi perangkat lunak.

Meskipun terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diakui—seperti ketergantungan pada

konektivitas internet, sifat "kotak hitam" dari model *machine learning*, dan format keluaran data yang terbatas—analisis komprehensif ini menunjukkan bahwa keunggulan *Forma* yang terukur dan fungsionalitasnya yang komprehensif telah mengukuhkannya sebagai standar baru dalam perangkat lunak arsitektur yang terintegrasi dengan *AI*.

Berdasarkan temuan dari tinjauan sistematis ini, beberapa rekomendasi diajukan untuk penelitian di masa depan dan adopsi dalam praktik profesional:

- **Validasi Kuantitatif Lanjutan:** Penelitian di masa depan harus berfokus pada validasi empiris hasil simulasi *Forma* dengan data kinerja bangunan pasca-huni. Studi semacam ini, khususnya pada skala proyek yang lebih besar dan tipologi yang beragam, sangat penting untuk memetakan akurasi platform secara lebih komprehensif (Szalai Dora et al., 2023).
- **Pengembangan Fitur Platform:** Pengembang *Forma* didorong untuk mengatasi keterbatasan yang telah teridentifikasi. Ini termasuk menyediakan output data numerik langsung dari simulasi, meningkatkan kemampuan pemodelan untuk elemen arsitektur non-standar seperti fasad parametrik dan struktur atap yang kompleks, serta menyempurnakan kemampuan analisis aerodinamika yang lebih detail untuk konteks urban yang padat. Penambahan fitur untuk analisis kepatuhan terhadap peraturan zonasi dan simulasi biaya yang lebih mendalam juga akan sangat bernilai (Gür & Karadag, 2024b) (Pérez-Martínez et al., 2024).
- **Integrasi dalam Kurikulum Pendidikan:** Mengingat kemudahan penggunaan dan manfaat pedagogisnya, *Autodesk Forma* sebaiknya diintegrasikan secara lebih sistematis ke dalam kurikulum pendidikan arsitektur dan perencanaan kota. Hal ini akan membekali generasi arsitek berikutnya dengan keterampilan yang relevan dengan industri (Abd El- Maksoud & Ahmed, 2024) (Dharmatanna & Wijaya, 2025).
- **Studi Adaptasi Regional:** Diperlukan penelitian yang berfokus pada bagaimana model *AI Forma* dapat disesuaikan dan dioptimalkan untuk berbagai kondisi iklim, budaya, dan kerangka peraturan yang spesifik di suatu wilayah (Abd El- Maksoud & Ahmed, 2024) (Meselhy & Almalkawi, 2025).
- **Peningkatan Kolaborasi Manusia-AI:** Praktik profesional didorong untuk mengadopsi pendekatan *co-design*, di mana *AI* berfungsi sebagai alat untuk otomatisasi dan eksplorasi ide, sementara keputusan akhir dan intuisi kreatif tetap berada di tangan arsitek. Model kolaborasi ini akan memaksimalkan potensi kedua belah pihak secara sinergis (Widyakusuma, 2024) (Dharmatanna & Wijaya, 2025).

DAFTAR PUSTAKA

Abd El- Maksoud, N., & Ahmed, E. (2024). Artificial Intelligence Applications in Green Architecture. *Fayoum University Journal of Engineering*, 7(2),

- 317–337.
<https://doi.org/10.21608/fuje.2024.345049>
- Ariani Anwar, Mohammad Mochsen Sir & Syahriana Syam. (2023). Evaluation of the Phinisi Tower Building at Makassar State University from an Ecological Architecture Perspective. *International Society for the Study of Vernacular Settlements*, 10(10), 301–323. <https://doi.org/10.61275/ISVSej-202310-10-19>
- Arifin, S., & Hidayatullah, A. R. (2025). *Studi thermal pada gubahan massa bangunan resort di tepi tebing mandalika menggunakan software forma*. 3.
- Berger, C., Santos, L., & Hellwig, R. T. (2024). Pedagogical insights of using urban and building performance simulation in a problem-based learning context. *E3S Web of Conferences*, 562, 06002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456206002>
- Chelaru, B., Onuțu, C., Ungureanu, G., Volf, I., & Șerbănoiu, A. A. (2025). BIM and cloud-based tools integration for BREEAM in energy-efficient building design: A case study. *Results in Engineering*, 26, 105493. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105493>
- Dharmatanna, S. W., & Wijaya, E. S. (2025). The Study of AI integrated Simulation in Building Information Modelling (BIM) Use at Architectural Design Studio. *Journal of Artificial Intelligence in Architecture*, 4(1), 23–34. <https://doi.org/10.24002/jarina.v4i1.9415>
- Ehab, A., Aladawi, A., & Burnett, G. (2025). Exploring AI-Integrated VR Systems: A Methodological Approach to Inclusive Digital Urban Design. *Urban Science*, 9(6), 196. <https://doi.org/10.3390/urbansci9060196>
- Ercan, Z. C. (2024). *ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS ON URBAN QUALITY: HAMBURG AND İZMİR CASES*.
- Gunawan, K. N., Kartikasari, D., Gumilar, J., Nolasari, A. B., & Sugangga, M. (2024). AI-enhanced smart urban design process for salutogenic residential area: The case of Capital City of Nusantara (IKN). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1394(1), 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1394/1/012029>
- Gür, M., & Karadag, I. (2024a). Machine Learning for Pedestrian-Level Wind Comfort Analysis. *Buildings*, 14(6), 1845. <https://doi.org/10.3390/buildings14061845>
- Gür, M., & Karadag, I. (2024b). Machine Learning for Pedestrian-Level Wind Comfort Analysis. *Buildings*, 14(6), 1845. <https://doi.org/10.3390/buildings14061845>
- Kurniawan, A., Saragih, V. C., Wiranti, A., Rahmadi, D., & Poerbo, H. W. (2024). Revealing the Future of Urban Design: Exploring Human and Artificial Intelligence Collaboration in Planning and Design for the Sustainable Built Environment (Case Study: IKN Nusantara). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1394(1), 012032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1394/1/012032>
- Lee, G., Jang, S., & Hyun, S. (n.d.). *A Generalized LLM-Augmented BIM Framework: Application to a Speech-to-BIM system*.
- Meselhy, A., & Almalkawi, A. (2025). A review of artificial intelligence methodologies in computational automated generation of high performance floorplans. *Npj Clean Energy*, 1(1), 2. <https://doi.org/10.1038/s44406-025-00002-8>
- Nasir, C. A., Özer Yüksel, E., & Güzelçoban Mayuk, S. (2024). Field study on determining the impact of design decisions on energy efficiency at settlement scale. *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning*, 5(3), 378–400. <https://doi.org/10.47818/DRArch.2024.v5i3138>
- Pérez-Martínez, I., Martínez-Rojas, M., & Soto Hidalgo, J. M. M. (2024). *Automated Urban Planning: An Open-Source Plugin for Enhanced Design and Optimization Based on Generative Design*. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5017025>
- Płoszaj-Mazurek, M., & Ryńska, E. (2024). Artificial Intelligence and Digital Tools for Assisting Low-Carbon Architectural Design: Merging the Use of Machine Learning, Large Language Models, and Building Information Modeling for Life Cycle Assessment Tool Development. *Energies*, 17(12), 2997. <https://doi.org/10.3390/en17122997>
- Prasetyo, R. R., & Yetti, A. E. (2025). *Implementasi autodesk forma dalam proses analisis & respon site perancangan kesehatan*. 3.
- Rämö, T. (n.d.). *A multi-phase framework for exploring residential block layouts*.
- Sakçak, Ş. (2025). *MAPPING AS THE MEDIATOR OF PLACE EXPERIENCE IN POST-HUMAN ASSEMBLAGES*.
- Schlickman, E., & Magana-Leon, A. (2024). *Employing Generative Technology in Urban Design: An Aid or a Threat?* Wichmann Verlag. <https://doi.org/10.14627/537752072>
- Szalai Dora, Ajtayne Karolyfi Kitti, Hajdu Arpad, Hegedus Daniel, Toth Oliver, & Horvath Tamas. (2023). Application of Parametric Design and Artificial Intelligence in Energy Analysis of Buildings A Review. *Chemical Engineering Transactions*, 107, 19–24. <https://doi.org/10.3303/CET23107004>
- Toyyibah, W., Chandra, M. F. W., Sishartami, D. R. W., Belinda, B. P., Abidzar, F., & Winarso, H. (2024). Human natural and artificial intelligence collaboration in urban design: A case study of Indonesia's new capital city. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1394(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1394/1/012030>
- Widodo, S., & Susan, S. (2024). UTILIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SUSTAINABLE BUILDING ARCHITECTURE. *Aksen: Journal of Design and Creative Industry*, 8(3). <https://doi.org/10.37715/aksen.v8i3.4626>
- Widyakusuma, A. (n.d.). Department of Architecture Faculty of Engineering, Universitas Borobudur aryaniwidyakusuma@alumni.ui.ac.id. *Artificial Intelligence*.
- Widyakusuma, A. (2024). THE FUTURE ROLE OF ARCHITECTS IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE. *Artificial Intelligence*.
- Zatsepina, A., Bardina, G., & Shindina, P. (2025). Eco-sensitive site assessment: Integrating neural networks for environmentally conscious pre-project planning. *E3S Web of Conferences*, 614, 05003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202561405003>