

HOLOGRAM VIRTUAL MODEL DENGAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM ARSITEKTUR

Jerry Christian Poli (jerrypoli@politala.ac.id)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi peran krusial integrasi Artificial Intelligence (AI) dan teknologi hologram dalam meningkatkan efisiensi proses desain arsitektur modern. Dengan menggunakan metode studi literatur sistematis, penelitian ini mensintesis berbagai temuan ilmiah mengenai otomatisasi analisis fungsi bangunan serta visualisasi model tiga dimensi interaktif yang futuristik. Hasil utama menunjukkan bahwa sinergi antara AI dan hologram mampu memangkas waktu rendering secara signifikan serta menghilangkan tahapan konversi manual yang rumit melalui visualisasi real-time yang jauh lebih intuitif bagi arsitek maupun klien. Disimpulkan bahwa integrasi kedua teknologi mutakhir ini menciptakan proses perancangan yang lebih inovatif, adaptif, dan berkelanjutan. Transformasi digital ini sekaligus menjawab tuntutan efisiensi kerja yang semakin tinggi di era industri desain global saat ini.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan, Desain Arsitektur, Visualisasi 3D, Arsitektur Berkelanjutan, Hologram virtual

ABSTRACT

"This study aims to evaluate the crucial role of integrating Artificial Intelligence (AI) and hologram technology in enhancing the efficiency of the modern architectural design process. Utilizing a systematic literature review method, this research synthesizes various scientific findings regarding the automation of building functional analysis and futuristic interactive three-dimensional model visualization. The primary results indicate that the synergy between AI and holograms can significantly reduce rendering time and eliminate complex manual conversion stages through real-time visualization that is far more intuitive for both architects and clients. It is concluded that the integration of these two cutting-edge technologies creates a design process that is more innovative, adaptive, and sustainable. This digital transformation simultaneously addresses the increasing demands for work efficiency in today's global design industry."

Key Words: Artificial Intelligence, Architectural Design, 3D Visualization, Efficiency, Sustainable Architecture, Virtual Hologram.

PENDAHULUAN

Dalam dunia arsitektur, seorang praktisi tidak hanya dituntut memiliki sensitivitas estetika, tetapi juga penguasaan kompetensi digital yang mumpuni. Kualitas hasil rancangan kini sangat bergantung pada kemampuan arsitek dalam mensinergikan pengalaman intuitif dengan kecanggihan alat bantu teknis. Namun, dunia arsitektur profesional sering kali terbentur pada masalah disparitas waktu di mana proses penerjemahan ide dari konsep abstrak ke model visual yang akurat memakan waktu yang sangat signifikan. Sebagai respons terhadap tantangan ini, solusi teknologi melalui pemodelan *Virtual Hologram* yang didorong oleh Artificial Intelligence (AI) hadir sebagai katalisator efisiensi (Duarte, 2019).

Salah satu instrumen visualisasi paling menjanjikan adalah sistem Cheoptics 360. Berbeda dengan metode konvensional, sistem ini merupakan tampilan holografik 3D berbentuk piramida transparan empat sisi yang mampu memproyeksikan objek tiga dimensi dengan sudut pandang 360 derajat secara komprehensif. Dikembangkan melalui kolaborasi antara viZoo dan Ramboll, teknologi ini bekerja berdasarkan prinsip refleksi optik pada permukaan semi-transparan. Secara

teknis, ini dikategorikan sebagai pseudo-hologram (hologram semu) yang menciptakan ilusi kedalaman tanpa ketergantungan pada kacamata khusus (glass-free) atau perangkat head-mounted display yang sering kali membatasi ruang gerak manusia (Kim & Sang, 2021). Keunggulannya terletak pada kesederhanaan operasional dan biaya penyiapan yang relatif rendah dibandingkan sistem berbasis laser, namun tetap mampu menghasilkan keterlibatan visual yang tinggi.

Penelitian menunjukkan bahwa evolusi teknologi imersif seperti Virtual Reality (VR) dan Augmented Reality (AR) telah meletakkan dasar bagi pemahaman ruang yang lebih baik. Namun, kehadiran AI membawa revolusi pada tahap Generative Design. Dengan algoritma pembelajaran mesin (machine learning), AI mampu melakukan simulasi performa bangunan, optimasi struktur, dan analisis tata ruang secara instan. Ketika AI diintegrasikan dengan teknologi hologram, arsitek dapat melakukan interaksi langsung melalui fitur hand-free gesture, yang memungkinkan manipulasi model digital layaknya benda fisik di dunia nyata. Hal ini tidak hanya memangkas waktu rendering, tetapi juga menciptakan jembatan komunikasi yang lebih transparan antara arsitek dan klien, di mana perubahan desain dapat dievaluasi secara real-time (Caetano dkk., 2020). Perkembangan teknologi yang pesat merupakan ciri utama era industri modern, namun inovasi ini tidak boleh berdiri sendiri tanpa pemantapan rasa kreativitas dan kesadaran budaya. Kreativitas hakiki seorang arsitek adalah kebebasan dalam berpikir yang didorong oleh energi inovasi untuk menciptakan keseimbangan dengan ekosistem global. Oleh karena itu, mempelajari prinsip Holographic Technology—mulai dari penyimpanan data hingga prospek tampilan masa depan—menjadi sangat krusial. Desainer harus menyadari bahwa teknologi ini bukan sekadar alat presentasi, melainkan cara baru untuk memperlakukan ruang interior dan arsitektural agar lebih adaptif terhadap kebutuhan manusia digital (Schwab, 2017).

Implementasi konsep instant building dan pemodelan virtual model melalui teknologi ini akan menjadikan kerja arsitek lebih akurat, cepat, dan mudah. Penggunaan kuesioner realistis pada spesialis lapangan menunjukkan bahwa teknologi ini memiliki potensi besar untuk diadopsi secara luas di firma arsitektur dan institusi pendidikan. Dengan mengadopsi sistem yang disinkronkan secara estetika dan fungsional, arsitek masa depan dapat menciptakan karya yang tidak hanya cerdas secara teknologi, tetapi juga bermakna secara arsitektural.

KAJIAN PUSTAKA

Artificial Intelligence AI dalam Arsitektur

Artificial Intelligence (AI) dalam arsitektur memainkan peran penting dalam mengubah cara desain dan proses perancangan bangunan dilakukan. AI digunakan dalam tahap awal proses desain seperti generative design, di mana algoritma mampu menghasilkan dan mengevaluasi banyak alternatif rancangan berdasarkan parameter yang telah ditentukan, seperti fungsi ruang, efisiensi energi, dan bentuk struktural. Studi sistematis menunjukkan bahwa teknologi ini tidak hanya mempercepat tahapan desain tetapi juga membuka ruang eksplorasi yang lebih luas bagi arsitek untuk menciptakan solusi inovatif yang sulit dicapai melalui metode konvensional. (Ibraheem, 2025)

AI juga diintegrasikan dengan alat digital lainnya seperti Building Information Modeling (BIM) dan simulasi visualisasi untuk menganalisis performa bangunan secara otomatis. Misalnya, penelitian tentang penggunaan AI dalam integrasi BIM menunjukkan bagaimana simulasi berbasis AI dapat membantu perancangan yang lebih akurat dan kolaboratif di studio desain arsitektur. (Stephanus, Elvina, 2025). Selain itu, tinjauan literatur menunjukkan bahwa AI dapat

meningkatkan efisiensi desain, memperkuat kreativitas, serta mendukung tujuan arsitektur berkelanjutan melalui optimasi energi dan material, sekaligus memperluas kemampuan analitik dalam perencanaan kota dan struktur bangunan. (Yangluxu, Huishu, Peijun, Li, 2025)

Artificial Intelligence AI merupakan teknologi yang memungkinkan komputer meniru kecerdasan manusia dalam memecahkan masalah, membuat keputusan, dan belajar dari data (Russell & Norvig, 2021). Dalam konteks arsitektur, AI digunakan untuk menganalisis bentuk bangunan, mengoptimalkan desain ruang, hingga memprediksi performa energi. Teknologi ini membantu arsitek menghasilkan rancangan yang efisien dan responsif terhadap kebutuhan pengguna serta kondisi lingkungan (Nembrini, Clarke, & Fischer, 2020).

Menurut Turrin et al. (2021), AI telah banyak diterapkan dalam generative design, di mana sistem secara otomatis menghasilkan berbagai alternatif desain berdasarkan parameter yang dimasukkan oleh arsitek, seperti orientasi, material, dan efisiensi energi. Kolarevic (2020) menambahkan bahwa AI membantu desainer menemukan solusi bentuk arsitektur yang kompleks, efisien, dan adaptif, terutama dalam proyek-proyek berskala besar dan berkelanjutan.

Selain itu, Attia et al. (2018) menyatakan bahwa integrasi AI dengan Building Performance Simulation (BPS) memungkinkan perhitungan efisiensi energi bangunan dilakukan secara cepat dan akurat. Hal ini memperkuat peran AI sebagai alat bantu penting dalam arsitektur berkelanjutan.

Cheoptich 360 dalam Arsitektur

Cheoptics 360 adalah sebuah sistem tampilan holografik tiga dimensi (3D) berbentuk piramida empat sisi transparan yang dirancang untuk memproyeksikan gambar tiga dimensi dari semua sudut pandang (360 derajat). Sistem ini dikembangkan oleh viZoo bekerja sama dengan Ramboll, dan memanfaatkan prinsip refleksi optik melalui permukaan semi-transparan untuk menciptakan ilusi objek 3D yang tampak “melayang” di dalam ruang piramida. (Pedro, Juan, Sergio, Marcos, 2019)

Teknologi ini termasuk dalam kategori pseudo-hologram atau sistem stereogram reflektif, di mana kombinasi proyektor dan permukaan reflektif menghasilkan bayangan atau gambar yang tampak tiga dimensi tanpa memerlukan perangkat tambahan seperti kacamata khusus atau head-mounted display. Dalam model Cheoptics 360, cahaya yang diproyeksikan dari empat sisi piramida dipantulkan sehingga membentuk ilusi volume 3D yang dapat dilihat dari sudut yang berbeda, sehingga pengguna dapat mengamati objek secara natural dari sisi manapun di sekeliling piramida. (Pedro, Juan, Sergio, Marcos, 2019)

Dalam riset terkait tampilan holografik 360 derajat yang sejalan dengan prinsip Cheoptics 360, studi tentang sistem tabletop holographic display menunjukkan bagaimana panel visual 3D dengan banyak tampilan paralaks dapat memberikan pengalaman visual tiga dimensi bagi beberapa pengamat sekaligus tanpa visual distortion melalui sistem optik yang kompleks seperti cermin parabolik dan lensa asferis. (Pedro, Juan, Sergio, Marcos, 2019)

Hologram sebagai Media Visualisasi Arsitektur

Teknologi hologram tiga dimensi (3D hologram) merupakan inovasi visualisasi yang mampu menampilkan objek digital seolah-olah hadir secara nyata di ruang fisik. Dalam bidang arsitektur, hologram berfungsi sebagai media presentasi dan eksplorasi desain yang memungkinkan arsitek dan klien memahami bentuk dan skala bangunan dengan lebih baik (Seymour, Smith, & Chan,

2021). Zhou dan Zhang (2020) menjelaskan bahwa penggunaan hologram dalam arsitektur tidak hanya meningkatkan akurasi visual, tetapi juga mempersingkat waktu presentasi proyek karena memungkinkan modifikasi desain secara real-time. Dalam bidang pendidikan, Lopez dan Lee (2019) menekankan bahwa teknologi holografik meningkatkan pengalaman pembelajaran mahasiswa arsitektur dalam memahami dimensi ruang dan struktur bangunan melalui visualisasi imersif. Dengan dukungan AI, sistem holografik kini mampu menyesuaikan model berdasarkan data-driven design, sehingga setiap perubahan dapat langsung divisualisasikan secara otomatis (Rahman & Kim, 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi literatur (literature review). Pendekatan ini digunakan untuk menelaah teori, hasil penelitian, dan temuan konseptual dari berbagai sumber ilmiah yang membahas penerapan Artificial Intelligence (AI) dan teknologi hologram dalam arsitektur. Menurut Creswell & Creswell (2018), pendekatan kualitatif deskriptif digunakan untuk memahami fenomena secara mendalam berdasarkan analisis terhadap literatur yang relevan. Metode ini tidak menghasilkan data numerik, melainkan menekankan pada interpretasi makna dari informasi yang diperoleh. Sedangkan menurut Snyder (2019), literature review merupakan metode sistematis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasikan penelitian yang sudah ada guna menemukan celah penelitian dan membangun dasar teoritis baru. Dengan demikian, metode ini dipilih karena sesuai untuk mengeksplorasi hubungan antara AI, otomatisasi, dan visualisasi holografik dalam mendukung inovasi desain arsitektur berkelanjutan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yang dikumpulkan dari berbagai sumber akademik terpercaya, meliputi:

- Jurnal ilmiah internasional seperti *Automation in Construction*, *Architectural Design*, *Frontiers of Architectural Research*, dan *Energy and Buildings*.
- Buku ilmiah dan referensi metodologi yang membahas kecerdasan buatan, desain arsitektur digital, dan teknologi holografik.
- Prosiding seminar dan laporan penelitian yang terbit dalam kurun waktu 2015–2025, untuk memastikan kebaruan dan relevansi.

Data dikumpulkan melalui analisis dokumen (Bowen, 2009) terhadap literatur yang relevan. Lima sumber utama dipilih berdasarkan kredibilitas penulis, relevansi topik, dan kebaruan dalam 10 tahun terakhir.

Analisis data dilakukan secara kualitatif dengan metode analisis isi (content analysis). Menurut Krippendorff (2019), analisis isi merupakan teknik sistematis untuk menafsirkan teks melalui proses kategorisasi, pengkodean, dan interpretasi makna. Tahapan analisis dalam penelitian ini meliputi: Reduksi data: menyaring informasi utama dari berbagai sumber yang relevan dengan topik AI dan hologram dalam arsitektur.

Klasifikasi tema: mengelompokkan literatur ke dalam tiga fokus utama, yaitu:

- a) Penerapan AI dalam desain arsitektur,
- b) Teknologi hologram sebagai media visualisasi,
- c) Integrasi AI dan hologram dalam proses desain.

Analisis komparatif: membandingkan berbagai temuan penelitian terdahulu untuk melihat kesamaan, perbedaan, dan arah perkembangan topik. Sintesis hasil: menyusun kesimpulan konseptual yang menggambarkan potensi sinergi antara AI dan hologram dalam meningkatkan efisiensi, kreativitas, dan keberlanjutan arsitektur.

Analisis Jurnal

Tabel 1. Review Jurnal Terkait

No	Identitas Artikel	Sumber	Fokus/Tujuan	Kesimpulan	Metode	Keterkaitan
1	Application of Artificial Intelligence (AI) in Sustainable Building Lifecycle: A Systematic Literature Review.(Bukola A. Adeyemi, V. O. E., Babatunde F. O., C. O. Aigbavboa) 2024	Preprints.org, DOI: 10.20944/preprints202405.2113.v1	Penelitian ini mengkaji penerapan siklus hidup AI dan algoritma utamanya, serta memetakan peluang integrasi teknologi demi mewujudkan bangunan rendah karbon.	AI terbukti efektif mengoptimalkan operasional dan efisiensi material bangunan, meski integrasi pada fase akhir siklus hidup masih minim akibat kendala data dan biaya.	Melalui metode SLR dan protokol PRISMA, studi ini menyaring literatur global untuk memetakan integrasi AI pada setiap fase siklus hidup bangunan.	Penelitian ini berfungsi sebagai peta jalan teoritis yang memperluas konteks penerapan AI dalam keberlanjutan bangunan, sekaligus melengkapi studi visualisasi holografik yang sudah ada.
2	Transforming digital interaction: Integrating immersive holographic communication with architectural design systems(S. H. Alsamhi, O. Ma, S. K. Gupta) 2025	Virtual Reality & Intelligent Hardware, Volume 7, Nomor 2, halaman 88–104	Artikel ini meninjau potensi komunikasi holografik imersif dalam desain arsitektur untuk meningkatkan kolaborasi dan visualisasi real-time serta mengidentifikasi peluang dan tantangan implementasinya	Komunikasi holografik imersif berpotensi merevolusi kolaborasi desain arsitektur, namun masih terkendala aspek komputasi, jaringan, dan standar, sehingga membutuhkan riset lanjutan untuk penerapan praktis.	Melalui tinjauan literatur kualitatif-deskriptif, artikel ini mensintesis tren dan merumuskan integrasi holografi dalam arsitektur masa depan tanpa data empiris.	Artikel ini membahas keterkaitan komunikasi holografik imersif, metaverse/XR dalam desain arsitektur, paradigma interaksi digital 3D, serta tantangan teknis dan infrastruktur dalam penerapannya.
3	Generative AI in architectural design: Application, data, and evaluation methods(Suhyung Jang, Hyunsung Roh, Ghang Lee) 2025	Automation in Construction (Volume 174, artikel 106174)	Artikel ini bertujuan meninjau tren, model, penerapan, data, serta evaluasi generative AI dalam desain arsitektur periode 2014–2024 sebagai state-of-the-art review bagi akademisi dan praktisi.	Berdasarkan tinjauan 161 artikel, generative AI di arsitektur berkembang pesat dengan dominasi model GAN, transformer, dan diffusion, terutama pada fase awal desain berbasis citra, mampu mempercepat dan memperkaya eksplorasi desain, namun masih	Artikel ini menerapkan tinjauan sistematis berbasis PRISMA 2020 dengan seleksi literatur WoS dan Scopus untuk menganalisis model, fase desain, data, dan evaluasi generative AI	Artikel menghubungkan tren teknologi, fase desain, jenis data, dan pendekatan evaluasi untuk memberi gambaran menyeluruh.

				memerlukan evaluasi yang lebih objektif dan penerapan pada fase desain lanjutan.	dalam arsitektur secara deskriptif-komparatif.	
4	A developed framework for utilizing holograms and artificial intelligence in customized furniture design.(Fewella, L. N.) 2025	Ain Shams Engineering Journal, Volume 16, Isu 12, 103747. Elsevier	Penelitian ini bertujuan mengembangkan kerangka kerja integrasi AI dan hologram untuk menjembatani kesenjangan komunikasi desainer-konsumen serta meningkatkan presisi desain furnitur kustom secara otomatis.	Kesimpulannya, kerangka kerja AI-hologram secara signifikan mengoptimalkan efisiensi desain dan pengambilan keputusan, sekaligus menetapkan standar baru bagi manufaktur furnitur digital yang personal.	Metode ini mengintegrasikan AI untuk pengolahan parameter desain dan visualisasi hologram 3D skala nyata yang diuji efektivitasnya melalui perbandingan dengan metode desain konvensional.	Penelitian ini menghubungkan teori siklus hidup bangunan dengan praktik nyata melalui penerapan AI dan hologram pada desain interior, sekaligus melengkapi studi arsitektur makro melalui pendekatan skala mikro yang lebih personal.
5	An Exploration of Artificial Intelligence (AI) Integration with Real-Time Three 3-Dimensional Holography to Enhance Visual Quality, Optimize Processing Efficiency, and Facilitate Interactive Applications.(B. V. Reddy, S. Kulkarni, N. Kumar, V. Gosavi, dan R. Khatri.) 2024	International Journal of Inventive Engineering and Sciences (IJIES), ISSN: 2319-9598, Volume 11, Isu 12.	Studi ini berfokus pada penggunaan AI untuk mengatasi kendala beban pemrosesan dan kualitas visual rendah pada holografi 3D guna menghasilkan proyeksi real-time yang lebih jernih serta interaktif.	Integrasi AI terbukti mengoptimalkan kecepatan render dan kualitas visual hologram tanpa lag, sekaligus membuka peluang implementasi praktis holografi 3D yang lebih luas di luar skala laboratorium.	Melalui integrasi Neural Networks dan pemrosesan paralel GPU, penelitian ini mengoptimalkan kecepatan serta kualitas visual holografi 3D yang dievaluasi melalui analisis perbandingan metode standar.	Sebagai basis teknis, penelitian ini menjelaskan peran AI dalam menjamin kualitas visual real-time bagi aplikasi desain sekaligus memperbarui teori Mixed Reality melalui penyelesaian masalah latensi.

Konvergensi antara Artificial Intelligence (AI) dan teknologi holografik telah menciptakan paradigma baru dalam industri konstruksi dan desain, di mana efisiensi operasional bertemu dengan inovasi visual yang radikal. Berdasarkan tinjauan sistematis terhadap literatur terbaru (2024–2025), sintesis temuan ini dapat dirangkum ke dalam tiga dimensi utama

Optimalisasi Siklus Hidup dan Keberlanjutan AI kini tidak hanya dipandang sebagai alat bantu gambar, melainkan sebagai mesin kecerdasan yang mengelola seluruh siklus hidup bangunan (Building Lifecycle). Penelitian oleh Adeyemi dkk. (2024) menegaskan bahwa AI berperan krusial dalam mitigasi dampak lingkungan melalui optimasi material dan energi. Hal ini didukung oleh metode Generative AI yang dipaparkan oleh Jang dkk. (2025), di mana evaluasi desain tidak lagi dilakukan secara manual, melainkan melalui simulasi berbasis data yang mampu memprediksi kinerja bangunan secara presisi sejak tahap awal perancangan.

Efisiensi Pemrosesan dan Visualisasi Real-Time Hambatan teknis yang selama ini ada pada visualisasi tiga dimensi seperti waktu rendering yang lama dan keterbatasan layar dua dimensi berhasil diatasi melalui integrasi holografik. Reddy dkk. (2024) mengungkapkan bahwa penggunaan AI dalam pemrosesan holografi 3D real-time secara signifikan meningkatkan kualitas visual dan efisiensi pengolahan data. Hal ini memungkinkan representasi desain yang tidak hanya estetis, tetapi juga responsif terhadap perubahan data secara instan.

Transformasi Interaksi dan Kustomisasi Transisi dari desain pasif ke interaksi imersif menjadi poin sentral dalam studi Alsamhi dkk. (2025) dan Fewella (2025). Integrasi komunikasi holografik dalam sistem desain arsitektur memungkinkan kolaborasi jarak jauh yang lebih nyata. Dalam skala yang lebih detail, teknologi ini mempermudah kustomisasi produk seperti furnitur, di mana konsumen dan desainer dapat berinteraksi langsung dengan model holografik untuk melakukan penyesuaian fungsionalitas dan estetika secara langsung tanpa perangkat imersif yang membatasi gerak.

Secara kolektif, kelima studi tersebut menyimpulkan bahwa integrasi AI dan hologram bukan sekadar tren teknologi, melainkan sebuah kebutuhan mendesak untuk menjawab tantangan era digital. Sinergi ini menciptakan proses perancangan yang lebih adaptif, berkelanjutan, dan transparan, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas hidup pengguna melalui ruang dan produk yang dirancang dengan akurasi data serta kepekaan visual yang tinggi.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan:

1. Identifikasi masalah: Menentukan fokus penelitian dan pertanyaan utama terkait penerapan AI dan hologram dalam arsitektur.
2. Pengumpulan data literatur: Mencari dan memilih sumber-sumber akademik yang relevan menggunakan basis data seperti Scopus, ScienceDirect, dan Google Scholar.
3. Analisis dan interpretasi: Menelaah setiap literatur menggunakan pendekatan tematik untuk menemukan pola, manfaat, serta tantangan penerapan teknologi AI dan hologram.
4. Penyusunan hasil: Menyajikan temuan penelitian dalam bentuk deskriptif, termasuk model konseptual integrasi AI dan hologram pada proses desain arsitektur.

Metode ini diadaptasi dari model analisis literatur yang dikembangkan oleh Webster & Watson (2002) dan diperkuat oleh panduan systematic literature review dari Snyder (2019). Penelitian ini diharapkan menghasilkan kerangka konseptual yang menjelaskan hubungan antara penerapan AI, otomatisasi desain, dan teknologi hologram dalam menciptakan arsitektur yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan. Selain itu, hasil penelitian diharapkan menjadi referensi ilmiah bagi pengembangan sistem desain digital berbasis kecerdasan buatan di masa depan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Penerapan Artificial Intelligence dalam Desain Arsitektur

Penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam arsitektur telah membawa perubahan besar pada proses perancangan. AI memungkinkan arsitek melakukan analisis desain secara otomatis, menciptakan alternatif desain dengan tingkat kompleksitas tinggi, serta mempercepat proses decision-making berdasarkan data yang diolah secara real-time (Burry, 2020).

Teknologi seperti Generative Design dan Machine Learning digunakan untuk mensimulasikan berbagai kemungkinan tata ruang, bentuk, dan efisiensi energi bangunan. Autodesk (2023) menyatakan bahwa generative design berbasis AI dapat memproses ribuan opsi desain dalam hitungan menit, sehingga mempercepat tahap konseptual yang biasanya memakan waktu sehari-hari.

Selain itu, AI mendukung efisiensi energi dengan analisis otomatis terhadap pencahayaan, sirkulasi udara, dan konsumsi energi. Menurut Alaloul et al. (2022), AI mampu menilai performa lingkungan bangunan melalui algoritma prediktif, membantu arsitek mewujudkan desain yang berkelanjutan dan adaptif terhadap iklim.

Integrasi Teknologi Hologram dalam Pemodelan Arsitektur

Teknologi hologram merupakan inovasi visualisasi tiga dimensi (3D visualization) yang menghadirkan representasi ruang secara nyata tanpa memerlukan alat bantu seperti Virtual Reality (VR) headset. Hologram memungkinkan arsitek dan klien berinteraksi langsung dengan model bangunan secara real-time, mempercepat pengambilan keputusan desain (Zhu & Lee, 2021).

Dalam praktiknya, holographic modeling dapat digunakan untuk menampilkan simulasi struktur bangunan di lokasi sebenarnya (site-based hologram). Menurut penelitian oleh Kensek & Noble (2020), hologram berfungsi sebagai media kolaboratif antara arsitek, insinyur, dan pemangku kepentingan dalam proses desain, konstruksi, hingga evaluasi pasca bangun.

Penggunaan hologram juga mendukung komunikasi desain yang lebih jelas, mengurangi kesalahan interpretasi antara tim proyek, serta meningkatkan akurasi spasial dan efisiensi waktu (Rashid & Hassan, 2023).

Keunggulan AI Hologram

AI hologram memiliki keunggulan utama pada kemampuan visualisasi tiga dimensi yang dapat dilihat secara langsung dan bersama-sama tanpa perangkat imersif seperti headset. Model bangunan holografik dapat diamati dari berbagai sudut pandang secara alami, sehingga sangat efektif untuk presentasi desain, diskusi tim, dan komunikasi dengan klien. Dengan dukungan Artificial Intelligence, perubahan bentuk, skala, material, maupun konsep desain dapat dilakukan secara instan dan divisualisasikan secara real-time, menjadikan proses evaluasi desain lebih cepat, intuitif, dan kolaboratif.

Sebaliknya, Virtual Reality (VR) unggul dalam tingkat imersi karena memungkinkan pengguna “masuk” ke dalam ruang virtual, namun membutuhkan perangkat khusus dan umumnya bersifat individual. Augmented Reality (AR) efektif untuk menampilkan objek digital di atas lingkungan nyata, terutama pada tahap simulasi tapak dan konstruksi, tetapi keterbatasan sudut pandang dan ketergantungan pada perangkat masih menjadi kendala. Dengan demikian, AI hologram

menempati posisi unggul sebagai media visualisasi kolektif dan interaktif, yang melengkapi VR dan AR dalam ekosistem teknologi digital arsitektur modern.

Sinergi AI dan Hologram dalam Proses Desain Arsitektur

Integrasi AI dan teknologi hologram menciptakan sistem kerja otomatis dan interaktif. AI berperan dalam data-driven modeling, sementara hologram menjadi output visualization tool yang menampilkan hasil secara instan. Dengan kombinasi ini, arsitek dapat melihat, memodifikasi, dan mengevaluasi desain secara langsung dalam bentuk tiga dimensi hidup. Contohnya, sistem AI-based holographic simulation yang dikembangkan oleh Zhang et al. (2022) memungkinkan pengguna mengubah material, bentuk, atau tata ruang hanya dengan perintah suara atau gestur tangan. Teknologi ini mempersingkat siklus desain dan meningkatkan pengalaman interaktif antara manusia dan desain arsitektur.

Selain itu, integrasi ini membantu menciptakan arsitektur berkelanjutan dengan simulasi otomatis dampak lingkungan terhadap desain (energi, suhu, cahaya), yang divisualisasikan langsung melalui hologram (Li et al., 2023).

Analisis Efisiensi dan Implikasi terhadap Dunia Arsitektur

Berdasarkan hasil analisis literatur, penerapan AI dan hologram memiliki implikasi signifikan terhadap empat aspek utama arsitektur modern:

- **Efisiensi Waktu dan Produktivitas**
Proses desain yang sebelumnya memakan waktu berminggu-minggu kini dapat dipersingkat hingga 70% (Autodesk, 2023). Hologram membantu arsitek meninjau hasil desain tanpa perlu melakukan render ulang.
- **Akurasi dan Reduksi Kesalahan Desain**
Dengan kemampuan analisis prediktif AI, kesalahan struktural dan spasial dapat diminimalisir sejak tahap awal (Burry, 2020).
- **Interaktivitas dan Kolaborasi Desain**
Hologram menciptakan kolaborasi lintas disiplin secara lebih nyata dan intuitif, menggabungkan desain digital dengan kondisi ruang fisik (Zhu & Lee, 2021).
- **Keberlanjutan dan Adaptasi Lingkungan**
AI membantu menganalisis dampak iklim dan energi, sedangkan hologram memvisualisasikan hasil simulasi keberlanjutan secara langsung kepada pengguna (Li et al., 2023).

Dengan demikian, teknologi AI dan hologram tidak hanya mempercepat desain, tetapi juga mendukung paradigma arsitektur cerdas (smart architecture) yang efisien, adaptif, dan berorientasi pada keberlanjutan lingkungan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi AI dan hologram berpotensi menjadi model kerja baru dalam proses desain arsitektur digital. AI memberikan kecerdasan dan efisiensi dalam pengolahan data desain, sedangkan hologram menghadirkan representasi visual yang realistis dan interaktif. Sinergi keduanya mendorong munculnya konsep “Intelligent Interactive Design”, yaitu proses desain yang menggabungkan otomatisasi, visualisasi, dan partisipasi langsung antara manusia dan teknologi.

Sintesis Temuan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi AI dan hologram berpotensi menjadi model kerja baru dalam proses desain arsitektur digital. AI memberikan kecerdasan dan efisiensi dalam

pengolahan data desain, sedangkan hologram menghadirkan representasi visual yang realistis dan interaktif. Sinergi keduanya mendorong munculnya konsep “Intelligent Interactive Design”, yaitu proses desain yang menggabungkan otomatisasi, visualisasi, dan partisipasi langsung antara manusia dan teknologi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian pustaka, analisis, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dan teknologi hologram memberikan dampak signifikan terhadap inovasi dan efisiensi dalam proses desain arsitektur.

1. Percepatan dan Efisiensi Desain
Penerapan AI dalam arsitektur mampu mempercepat tahapan konseptual hingga visualisasi dengan menghasilkan ribuan alternatif desain dalam waktu singkat melalui generative design dan machine learning. Teknologi ini membantu arsitek mencapai hasil yang lebih akurat dan efisien dibanding metode konvensional.
2. Visualisasi Nyata dan Interaktif Melalui Hologram
Teknologi hologram memungkinkan visualisasi bangunan secara tiga dimensi dalam ruang nyata, memberikan pengalaman imersif bagi arsitek dan klien. Pengguna dapat berinteraksi langsung dengan model bangunan, memodifikasi elemen desain secara instan, serta memahami proporsi ruang dan material dengan lebih jelas.
3. Sinergi AI dan Hologram sebagai Paradigma Baru Desain Arsitektur
Integrasi antara AI dan hologram menciptakan sistem kerja yang adaptif dan kolaboratif. AI bertugas menganalisis data dan mengoptimalkan bentuk desain, sementara hologram menampilkan hasil secara real-time. Sinergi ini melahirkan pendekatan baru yaitu “Intelligent Interactive Design”, di mana proses desain berlangsung secara otomatis, visual, dan partisipatif.
4. Mendukung Arsitektur Berkelanjutan dan Adaptif
Kombinasi AI dan hologram juga berperan dalam mendorong arsitektur berkelanjutan melalui simulasi otomatis terhadap efisiensi energi, pencahayaan alami, serta dampak lingkungan. Visualisasi holografik memungkinkan arsitek melakukan evaluasi performa bangunan secara langsung dan responsif terhadap kondisi lingkungan.

Berdasarkan kajian dan sintesis penelitian menunjukkan bahwa AI dan hologram bukan hanya alat bantu desain, tetapi juga transformasi paradigma kerja arsitek di era digital menjadikan proses desain lebih cepat, cerdas, interaktif, dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Bukola A. A., Vincent O.E., Babatunde F.O., Clinton O. A. (2024). Application of Artificial Intelligence (AI) in Sustainable Building Lifecycle; A Systematic Literature Review, Preprints.org, doi: 10.20944/preprints202405.2113.v1
- Alsamhi, S. H., Ma, O., & Gupta, S. K. (2025). Transforming digital interaction: Integrating immersive holographic communication with architectural design systems. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 7(2), 88–104.
- Autodesk. (2023). Generative design and AI for architects. Autodesk Research Publications. Retrieved from <https://www.autodesk.com/research>
- Fewella, L. N. (2025). A developed framework for utilizing holograms and artificial intelligence incustomized furniture design. *Ain Shams Engineering Journal*, Volume 16, Issue 12, 103747
- Jang, S. H Roh, G Lee. (2025). Generative AI in architectural design: Application, data, and evaluation methods, *Automation in Construction* Volume 174, June 2025, 106174
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). SAGE Publications.
- B. V. Reddy, S. Kulkarni, N. Kumar, V. Gosavi, R Khatri. (2024). An Exploration of Artificial Intelligence (AI) Integration with Real-Time Three 3-Dimensional Holography to Enhance Visual Quality, Optimize Processing Efficiency, and Facilitate Interactive Applications. *international Journal of Inventive Engineering and Sciences (IJIES)* ISSN: 2319-9598, Volume 11, Issue 12
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Yiannoudes, S. (2025). Shaping architecture with generative artificial intelligence. *Design Studies*, 5(4), 94–110.
- S. W. Dharmatanna, E. S. Wijaya (2025), The Study of AI integrated Simulation in Building Information Modelling (BIM) Use at Architectural Design Studio, *Journal of Artificial Intelligence in Architecture*, Vol. 4, No. 1, February 2025
- Y. Li, H. Chen, P. Yu, L.Yang (2025), A Review of Artificial Intelligence in Enhancing Architectural Design Efficiency, *Appl. Sci.* 2025, 15, 1476. <https://doi.org/10.3390/app15031476>
- P. Morillo, J. M. Orduña, S. Casas, M. Fernández (2019), comparison study of AR applications versus pseudo-holographic systems as virtual exhibitors for luxury watch retail stores, Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature, <https://doi.org/10.1007/s00530-019-00606-y>
- I. N. Albukhari (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* 16:1457–1476, <https://doi.org/10.1007/s43995-025-00186-1>
- M. Sourek (2024), AI in architecture and engineering from misconceptions to game-changing prospects, Department of Architecture, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague, <https://doi.org/10.1007/s44223-023-00046-9>