

Penerapan Augmented Reality dalam Desain Arsitektur Sebagai Upaya Keberlanjutan di Dunia Konstruksi

Andi Sahputra Depari^{1, 2 *}, Rasional Sitepu², Hijriah³, Andi Faza Fadia¹, Annajwa Aulia Putri¹

¹ Program Studi Arsitektur, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Kalimantan

² Program Studi Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

³ Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Kalimantan

* Corresponding author. *E-mail address:* andi.sahputra@lecturer.itk.ac.id

Abstrak: Dalam perancangan arsitektural, kertas masih menjadi media utama untuk visualisasi desain, terutama melalui gambar teknis dan presentasi proyek. Namun, penggunaan kertas secara berlebihan berdampak negatif pada lingkungan akibat penebangan hutan dan limbah kertas, yang bertentangan dengan upaya global menuju keberlanjutan di sektor konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi Augmented Reality (AR) sebagai media visualisasi yang lebih ramah lingkungan. Metodologi penelitian yang diimplementasikan menggabungkan pendekatan kualitatif dan eksperimen, penggabungan dua pendekatan ini akan menghasilkan hasil yang lebih maksimal. Hasil analisis dan eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan AR tidak hanya efektif dalam mengurangi limbah kertas, tetapi juga meningkatkan efisiensi proses desain dan komunikasi. Teknologi AR memungkinkan pengguna menelusuri desain bangunan dengan lebih rinci, mengidentifikasi potensi masalah lebih awal, dan melakukan penyesuaian desain secara cepat. Di samping dampak positif terhadap lingkungan, penggunaan AR juga mempercepat proses pengambilan keputusan dan kolaborasi antar-stakeholder melalui pengalaman visual yang realistis dan interaktif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendorong penerapan teknologi yang mendukung keberlanjutan dalam industri konstruksi, serta pelaku industri untuk mengadopsi metode visualisasi modern yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Perancangan Arsitektural; Visualisasi; Augmented Reality; Keberlanjutan; Konstruksi

1. Pendahuluan

Arsitektur, sebagai disiplin ilmu teknik memiliki fokus utama pada perancangan ruang, bangunan, dan kawasan yang melibatkan proses kreatif dan teknis yang kompleks. Proses perancangan merupakan tahap yang tak terelakkan dalam praktik arsitektur karena menghasilkan gambar rancangan yang menjadi acuan dalam pembangunan atau pembuatan prototype. Namun, pada zaman modern saat ini, gambar rancangan cenderung direpresentasikan secara visual melalui kertas gambar, terutama dalam format standar seperti A3. Penggunaan kertas dalam jumlah besar dalam mencetak gambar-gambar tersebut tidak hanya meningkatkan dampak lingkungan melalui

limbah kertas yang dihasilkan, tetapi juga tidak ekonomis secara finansial.

Penelitian yang dilakukan oleh Universitas Manchester menunjukkan bahwa industri arsitektur merupakan salah satu sektor yang paling banyak menggunakan kertas, dengan dampak lingkungan yang signifikan sebagai hasilnya. Sebagai contoh, proses pencetakan gambar-gambar tersebut menghasilkan limbah kertas yang besar dan mengkonsumsi sumber daya alam seperti air dan energi secara substansial (The University of Manchester, 2020). Selain itu, penggunaan kertas yang berlebihan tidak hanya tidak ekonomis secara finansial, tetapi juga tidak berkelanjutan dari sudut pandang lingkungan.

Dalam menghadapi tantangan ini, teknologi *augmented reality* (AR) muncul sebagai solusi yang menarik. AR memungkinkan pengguna untuk melihat gambaran digital yang terintegrasi dengan lingkungan fisik, menciptakan pengalaman visual yang imersif dan interaktif. Dengan AR, arsitek dan desainer dapat menampilkan rancangan mereka secara virtual di lokasi yang akan dibangun, memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang proporsi, skala, dan integrasi dengan konteks sekitarnya (Naimark, 1994). Pendekatan ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada pencetakan gambar fisik, tetapi juga mengurangi limbah kertas serta memberikan kemungkinan untuk pengoptimalan desain secara real-time. Dengan demikian, penggunaan teknologi AR dalam praktik arsitektur tidak hanya meningkatkan efisiensi proses perancangan, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap keberlanjutan lingkungan. Penggunaan teknologi *Augmented Reality* (AR) telah meningkat pesat dalam beberapa tahun terakhir, seiring dengan pembaruan perangkat dan teknologi. Dalam desain arsitektur, terutama pada proyek-proyek fabrikasi digital, semakin banyak desainer yang mulai mengintegrasikan metode AR untuk mencapai visualisasi yang lebih efektif selama proses perancangan.

Dewasa ini, isu keberlanjutan merupakan sebuah isu yang bukan lagi baru di lingkungan global. Berbagai cara dilakukan untuk mencapai keberlanjutan dan menghindari berbagai masalah lingkungan seperti perubahan iklim. Perubahan iklim sangat erat kaitannya dengan dunia arsitektur, sehingga menjadi penting untuk selalu mempertimbangkan keberlanjutan dalam setiap aspek arsitektural, terutama dalam menghasilkan produk yang tidak menjadi limbah. Menurut Lehmann (2019), strategi regenerasi urban untuk mencapai keberlanjutan dalam desain arsitektur dan perkotaan menjadi sangat penting untuk keberlanjutan kota.

Desain arsitektur merupakan salah satu komponen penting dalam dunia konstruksi. Dalam dunia desain, visualisasi hasil merupakan salah satu aspek krusial. Visualisasi yang baik memberikan pemahaman yang lebih mudah dan jelas. Saat ini, berbagai cara digunakan untuk melakukan visualisasi, seperti video, gambar digital, hingga cetak desain menggunakan kertas. Integrasi teknologi digital dan alat visualisasi tidak hanya meningkatkan komunikasi dan kolaborasi, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan pendekatan

desain-sentris di ranah digital. Ini pada akhirnya mendorong inovasi dan daya saing dalam lanskap desain arsitektural modern. Menurut Sabzevar, M.F., dkk (2023) metode tradisional dalam penyampaian informasi konstruksi, yang mengandalkan gambar kerja berbasis kertas dan instruksi lisan, sering kali menyebabkan peningkatan beban mental, tingkat kesalahan yang lebih tinggi, serta kesulitan dalam mengakses informasi. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi ini telah membantu berbagai aktivitas maupun kegiatan konstruksi.

Augmented Reality (AR) maupun *Virtual Reality* (VR) merupakan teknologi yang dapat mendukung sektor Arsitektur, Teknik, dan Konstruksi (AEC) karena berkaitan dengan ruang tiga dimensi (3D). Selain itu, para profesional AEC sangat mengandalkan visualisasi untuk mengoptimalkan proses komunikasi dan kolaborasi. Visualisasi interaktif desain memainkan peran penting dalam mendukung keputusan desain selama tahap awal proyek di industri Arsitektur, Teknik, dan Konstruksi (AEC). Memanfaatkan alat seperti *Augmented Reality* (AR) dapat menjadi alat visualisasi desain yang ramah lingkungan dan didukung oleh software open source yang dapat meminimalkan biaya. Penggunaan AR juga akan membantu desainer maupun klien memahami desain yang interaktif dan lebih nyata dibandingkan dengan video atau model 3D pada aplikasi komputer. Teknologi AR telah terbukti sangat bermanfaat dalam bidang AEC. Teknologi *augmented reality* (AR) menciptakan peluang inovatif bagi para arsitek memberikan dukungan tambahan yang lebih interaktif dan real-time. Implementasi teknologi ini memungkinkan arsitek untuk mengeksplorasi berbagai alternatif desain secara lebih efisien. AR mampu membantu mendetailkan secara menyeluruh bagi seorang arsitek dalam memahami objek perancangannya. Melalui penelitian ini, tim peneliti mengkaji penerapan *Augmented Reality* sebagai alternatif visualisasi pengganti kertas dalam pengembangan produk perancangan arsitektur yang berkelanjutan.

2. Metodologi

2.1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan eksperimen untuk mengeksplorasi bagaimana *augmented reality* (AR) dapat diterapkan dalam visualisasi desain arsitektural parametrik yang berkelanjutan. Pendekatan

kualitatif digunakan untuk menganalisis literatur di bidang arsitektur dan konstruksi, serta memahami tantangan keberlanjutan yang dihadapi industri. Eksperimen dilakukan untuk menguji implementasi AR dalam visualisasi.

2.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini diperoleh dari dua sumber utama, yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder. Data primer dikumpulkan secara langsung melalui pengamatan dan peninjauan lokasi tapak yang dijadikan sebagai studi kasus, di mana peneliti melakukan observasi lapangan untuk mendapatkan informasi mendetail mengenai kondisi tapak serta karakteristik yang relevan dengan penelitian. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi literatur yang melibatkan penelaahan berbagai sumber pustaka, seperti jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan artikel relevan lainnya, guna mendukung dan memperkaya konteks teoritis dari penelitian ini. Kombinasi dari kedua jenis data ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif serta mendukung analisis terhadap objek yang diteliti.

2.3. Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan eksperimen untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat. Pendekatan kualitatif berfokus pada pengumpulan, analisis, dan penelaahan data melalui studi kasus yang mencakup kajian teoritis serta pengamatan langsung di lokasi studi kasus. Dalam pendekatan ini, peneliti mengeksplorasi berbagai sumber informasi terkait, baik dari literatur maupun dari observasi lapangan, guna memahami konteks permasalahan secara lebih komprehensif.

Sementara itu, pendekatan eksperimen diterapkan dalam proses desain dan implementasi visualisasi, di mana metode yang telah dipilih diuji secara empiris. Eksperimen ini mencakup pengembangan desain menggunakan teknologi desain dan *augmented reality*, yang kemudian diimplementasikan untuk melihat efektivitas dan aplikasinya dalam visualisasi arsitektural yang berkelanjutan. Melalui kombinasi pendekatan kualitatif dan eksperimen ini, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih baik dan praktis terhadap permasalahan yang dihadapi, serta membuktikan manfaat dari teknologi yang

digunakan dalam konteks arsitektur berkelanjutan.

2.4. Metode Desain

Penelitian ini menggunakan metode desain yang mengkombinasikan aplikasi SketchUp dan AUGIN, di mana SketchUp berfungsi sebagai alat desain bangunan, sedangkan AUGIN digunakan untuk pemodelan visualisasi Augmented Reality (AR). Visualisasi AR tersebut dilakukan melalui dua perangkat, yaitu komputer atau laptop dan ponsel, yang memungkinkan akses fleksibel terhadap model 3D serta interaksi yang lebih baik dengan desain.

3. Hasil dan Analisis

3.1. Desain prototype atau permodelan

Proses pemodelan merupakan elemen yang sangat krusial dalam penelitian ini. Tahapan desain menggunakan metode desain parametrik melalui aplikasi *SketchUp*. Metode ini memungkinkan desainer untuk mendesain bentuk-bentuk arsitektural. Studi kasus desain pada penelitian ini merupakan sebuah desain bangunan sederhana. Di bawah ini adalah dokumentasi proses pemrograman pada Gambar 1 dan 2 menggunakan sketchup dan plugin *enscape*.



Gambar 1. Desain arsitektur
Sumber: Penulis

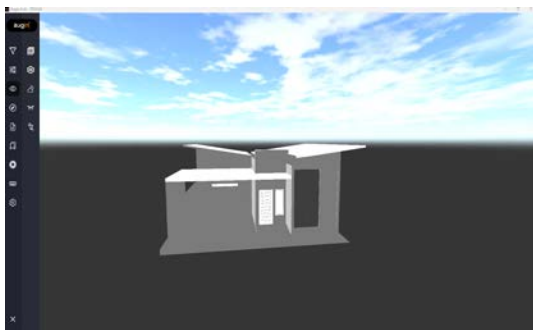


Gambar 2. Tampilan render *enscape*
Sumber: Penulis

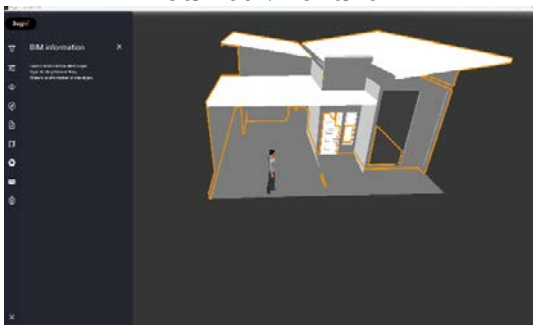
3.2. Permodelan Augmented Reality (AR)

Permodelan lanjutan setelah melalui metode parametric adalah melalui aplikasi *Augmented Reality* (AR). Permodelan yang digunakan adalah AUGIN. AUGIN merupakan platform Augmented untuk *Architecture, Engineering and Construction* (AEC). Permodelan AUGIN dilakukan dalam dua *device* berbeda yg pertama untuk penyimpanan data melalui PC, sedangkan untuk kebutuhan lapangan digunakan Tablet atau HP. Berikut dibawah ini permodelan melalui AUGIN.

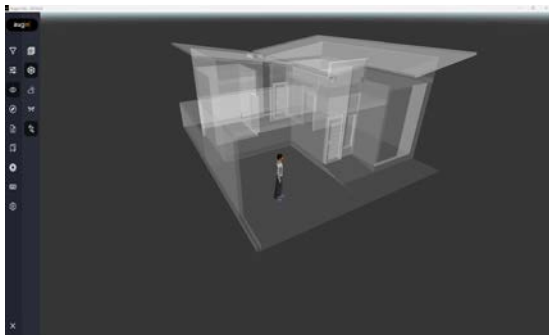
Gambar pemrograman desain di bawah ini merupakan tampilan pada aplikasi AUGIN dekstop dari berbagai view, gambar 3 merupakan tampilan default, Gambar 4 menampilkan dengan informasi BIM sedangkan Gambar 5 menampilkan transparan ruang.



Gambar 3. Tampilan view di AUGIN
Sumber: Penulis



Gambar 4. Tampilan view dengan informasi BIM
Sumber: Penulis



Gambar 5. Tampilan transparan dalam ruang
Sumber: Penulis

3.3. Explorasi implementasi

Setelah proses pemodelan melalui aplikasi AUGIN, tahap berikutnya adalah implementasi di lapangan. Implementasi ini dilakukan pada tapak kosong untuk memungkinkan pengamatan keseluruhan desain. Pada Gambar 6, tampilan visual augmented reality (AR) menunjukkan desain yang tampak pada tapak, sedangkan Gambar 7 menampilkan visualisasi desain melalui layar handphone, memungkinkan pengguna melihat desain secara langsung pada lokasi sebenarnya secara proporsional.



Gambar 6. Visualisasi desain di tapak
Sumber: Penulis



Gambar 7. View pada aplikasi AUGIN
Sumber: Penulis

3.4. Hasil Pelaksanaan

Augmented Reality (AR) adalah teknologi inovatif yang mendukung keberlanjutan dalam industri konstruksi, terutama dalam memfasilitasi visualisasi desain secara real-time. Berdasarkan hasil implementasi di lapangan, penggunaan AR melalui aplikasi seperti AUGIN telah terbukti efektif dalam membantu desainer, klien, dan kontraktor untuk berkomunikasi dan memvisualisasikan desain dalam bentuk 3D langsung pada tapak yang akan dibangun. Teknologi ini dapat mempermudah memahami

desain yang terintegrasi dengan kondisi fisik tapak, sehingga mengurangi potensi kesalahan dan mempercepat proses pengambilan keputusan, sekaligus meningkatkan kolaborasi antar-stakeholder.

Namun, untuk mendapatkan pengalaman AR yang lebih detail, lengkap, dan presisi dalam proses desain maupun visualisasi, disarankan agar pengguna mempertimbangkan untuk berinvestasi pada lisensi perangkat lunak AR. Lisensi ini umumnya menyediakan fitur tambahan yang mampu mendukung visualisasi dengan tingkat detail yang lebih baik serta integrasi yang berfariatif dengan perangkat lunak desain arsitektur lainnya.

4. Kesimpulan

Hasil analisis dan eksperimen ataupun praktik di lapangan menunjukkan bahwa penggunaan AR tidak hanya efektif dalam mengurangi limbah kertas, tetapi juga meningkatkan efisiensi proses desain dan komunikasi. Teknologi ini memungkinkan para pengguna untuk menelusuri desain bangunan secara lebih detail, mengidentifikasi potensi masalah sejak dini, serta melakukan perbaikan desain dengan lebih cepat. Selain itu, AR memiliki fleksibilitas dalam penyampaian informasi, serta memungkinkan pemangku kepentingan untuk memahami skala, dimensi, dan detail bangunan dengan lebih jelas dan intuitif pada tapaknya secara langsung. Secara keseluruhan, penggunaan *augmented reality* (AR) dalam proses desain arsitektural memberikan solusi yang lebih berkelanjutan, interaktif, dan efisien dibandingkan metode konvensional seperti berbasis kertas. Implementasi teknologi ini tidak hanya dapat mengurangi limbah, tetapi juga mendorong inovasi dalam praktik arsitektur yang lebih responsif terhadap kebutuhan lingkungan dan industri konstruksi yang berkelanjutan.

Acknowledgment

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Penghargaan yang tulus juga kami sampaikan kepada rekan-rekan di tim penelitian atas kolaborasi, dedikasi, dan komitmen yang

luar biasa selama proses penelitian. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan dunia arsitektur maupun konstruksi, khususnya dalam memajukan teknologi berkelanjutan melalui penggunaan *augmented reality*.

References

- Alfadalat, M.A., & Al-Azhari, W. (2022). An integrating contextual approach using architectural procedural modeling and augmented reality in residential buildings: the case of Amman city. *Heliyon*, 8.
- Chu, M., Matthews, J., & Love, P.E. (2018). Integrating mobile Building Information Modelling and Augmented Reality systems: An experimental study. *Automation in Construction*, 85, 305-316.
- Delgado, J.M., Oyedele, L.O., Demian, P., & Beach, T.H. (2020). A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction. *Adv. Eng. Informatics*, 45, 101122.
- Dong, S., Behzadan, A.H., Feng, C., & Kamat, V.R. (2013). Collaborative visualization of engineering processes using tabletop augmented reality. *Adv. Eng. Softw.*, 55, 45-55.
- Foroughi Sabzevar, M., Gheisari, M., & Lo, L.J. (2023). AR-QR code for improving crew access to design and construction information. *Automation in Construction*.
- Hajirasouli, A., & Banihashemi, S. (2022). Augmented reality in architecture and construction education: state of the field and opportunities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19.
- Inès, Sahtout, Gaha. (2023). Parametric Architectural Design for a New City Identity: Materials, Environments and New Applications. doi: 10.25034/ijcua.2023.v7n1-9
- Lehmann, S. (2019). *Urban Regeneration: A Manifesto for Transforming UK Cities in the Age of Climate Change*
- Schiavi, B., Havard, V., Beddiar, K., & Baudry, D. (2022). BIM data flow architecture with AR/VR technologies: Use cases in architecture, engineering and construction. *Automation in Construction*.
- Song, Y., Koeck, R., & Luo, S. (2021). Review and analysis of augmented reality (AR) literature for digital fabrication in architecture. *Automation in Construction*, 128, 103762.
- Uppunda, S. (2022). Virtual Reality, And How Are Architects Using It In Design?. *Parametric Architecture*. <https://parametric-architecture.com/virtual-reality-and-how-are-architects-using-it-in-design/>
- Wastunimpuna, B.Y., & Purwanto, L. (2021). Augmented Reality dalam Proses Desain Arsitek Masa Depan. *JoDA Journal of Digital Architecture*.