



Implementasi markerless location-based dalam aplikasi konstruksi augmented reality berbasis web

Kintung Prayitno, Sunardi, Herman Yuliansyah

Magister Informatika, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Indonesia

Riwayat Artikel:

Diterima 11 Mei 2024

Direvisi 05 Agustus 2024

Disetujui 22 Agustus 2024

Kata Kunci:

Augmented Reality

AR.js

Konstruksi

Markerless Location-Based

Visualisasi

ABSTRACT. Augmented Reality (AR) technology is becoming increasingly popular and holds great potential for application in various fields, including construction. Utilizing AR technology can mitigate problems faced by construction project workers. Construction workers often encounter numerous challenges that hinder the smoothness and efficiency of their work. Common issues include difficulty in design visualization, lack of collaboration, task errors, safety deficiencies, and inefficiency. This study aims to develop a web-based AR application that uses markerless location-based technology to assist construction workers in project visualization and collaboration. The application uses Global Positioning System (GPS) sensors and location data in longitude and latitude to activate and display 3D construction models at actual locations. Users can interact with the 3D model to view detailed information, measure distances, and conduct simulations. The research demonstrates that a web-based AR application using markerless location-based technology can significantly enhance the efficiency and effectiveness of construction work. AR.js enables developers to create web-based AR applications directly in mobile browsers without special app installations. This plugin uses the device's camera to recognize markers such as location, images, or other 2D objects. Once recognized, digital content like 3D models, animations, videos, or other web pages can be displayed on or near the object.

ABSTRAK. Teknologi *Augmented Reality* (AR) semakin populer dan memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam berbagai bidang, termasuk bidang konstruksi. Memanfaatkan teknologi AR bisa mengurangi masalah para pekerja proyek konstruksi. Pekerja konstruksi seringkali dihadapkan dengan berbagai tantangan yang dapat menghambat kelancaran dan efisiensi pekerjaan. Masalah umum yang dihadapi pekerja konstruksi adalah kesulitan visualisasi desain, kurangnya kolaborasi, kesalahan dalam pekerjaan, kurangnya keamanan dan kurangnya efisiensi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi AR berbasis website yang menggunakan teknologi *markerless location-based* untuk membantu pekerja konstruksi dalam visualisasi dan kolaborasi proyek. Aplikasi ini menggunakan sensor Global Positioning System (GPS) dan data lokasi berupa garis bujur (*longitude*) dan garis lintang (*latitude*) untuk aktivasi menampilkan model 3D elemen konstruksi di lokasi yang sebenarnya. Pengguna dapat berinteraksi dengan model 3D untuk melihat informasi detail, mengukur jarak, dan melakukan simulasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi web AR berbasis *web* dengan teknologi *markerless location-based* dapat membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan konstruksi. AR.js memungkinkan developer untuk membuat aplikasi web AR langsung di browser handphone, tanpa perlu instalasi aplikasi khusus. Plugin AR.js ini bekerja dengan memanfaatkan kamera perangkat pengguna dan mengenali penanda berupa lokasi, gambar, lokasi, atau objek 2D lainnya. Setelah dikenali, konten digital seperti model 3D, animasi, video, atau halaman web lain dapat ditampilkan di atas atau dekat objek tersebut.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



Penulis Korespondensi:

Kintung Prayitno,

Magister Informatika, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta

Jl. Ringroad Selatan, Kragilan, Tamanan, Kec. Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55191, Indonesia.

Email: ardevelopment234@gmail.com

PENDAHULUAN

Industri konstruksi terus berkembang dan berinovasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proyek. Salah satu teknologi yang memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam bidang ini adalah *AR*. *AR* dapat membantu pekerja konstruksi dalam visualisasi proyek, kolaborasi, dan pengambilan keputusan. Teknologi *AR* bisa menggabungkan objek virtual dengan dunia nyata. Dalam konteks konstruksi, *AR* dapat digunakan untuk menampilkan model 3D lokasi proyek (Pangestu et al., 2017). Hal ini dapat membantu pekerja konstruksi untuk memahami desain proyek dengan lebih baik, mengidentifikasi potensi masalah, dan melakukan simulasi sebelum pembangunan dimulai.

Teknologi *AR* yang dapat digunakan untuk visualisasi proyek konstruksi adalah *markerless location-based*. Teknologi ini menggunakan sensor GPS dan data lokasi untuk menampilkan model 3D di lokasi yang sebenarnya tanpa memerlukan marker fisik (Rohman et al., 2022). *AR.js* pustaka perangkat lunak. *AR.js* bekerja dengan memanfaatkan kamera handphone, tablet, webcam. *AR.js* ini memiliki fitur untuk mengenali marker berupa gambar, lokasi dan objek 2D. Setelah dikenali, *AR.js* kemudian bisa menampilkan konten digital di atas atau di dekat objek tersebut. Konten digital ini bisa berupa model 3D, animasi, video, atau bahkan halaman web lain (Pambudi et al., 2023).

Web-based AR (*webAR*) adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk menjalankan augmented reality melalui *browser* mereka tanpa mengunduh aplikasi khusus. *WebAR* adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jenis *AR* yang tidak memerlukan perangkat lunak atau aplikasi yang diunduh. Sebaliknya, *webAR* hanya menggunakan browser web untuk menampilkan konten digital ke dunia nyata. *webAR* menggunakan *library*, seperti *AR.js*, *Three.js*, *Web GL*, *Google ARCore*, dan *Apple ARKit* (Lôbo et al., 2023).

Sistem Posisi Global adalah sistem navigasi berbasis satelit yang bisa menentukan lokasi dan waktu di mana saja di Bumi, bahkan di cuaca yang buruk (Ayunestina et al., 2020). Teknologi GPS bekerja dengan cara menerima sinyal dari satelit yang mengorbit Bumi. *GPS receiver*, seperti yang ada di smartphone kita, kemudian menghitung jarak ke beberapa satelit ini untuk menentukan lokasi persisnya. Berikut adalah beberapa komponen penting dari teknologi GPS. Satelit GPS adalah puluhan satelit GPS yang mengorbit Bumi dalam orbit yang tepat. Satelit ini terus menerus mengirimkan sinyal yang berisi informasi waktu dan lokasi mereka. *GPS receiver* adalah perangkat penerima GPS, seperti yang ada di smartphone, jam tangan pintar, atau mobil, menerima sinyal dari satelit GPS. *Receiver* menghitung waktu yang dibutuhkan sinyal untuk mencapai perangkat, dan menggunakan informasi ini untuk menghitung jarak ke satelit. Perhitungan posisi *receiver* menggunakan informasi jarak dari beberapa satelit untuk menghitung posisi (*latitude*, *longitude*) dan waktu tepatnya. 3D model yang digunakan adalah harus menggunakan *gLTF*. Format ini di kembangkan oleh Facebook selanjutnya mulai digunakan sebagai standar pada beberapa *library* 3D *rendering*. Format ini menggabungkan model, tekstur, dan animasi menjadi *compact*. Terkadang disebut sebagai versi *JPG* dari 3D format.

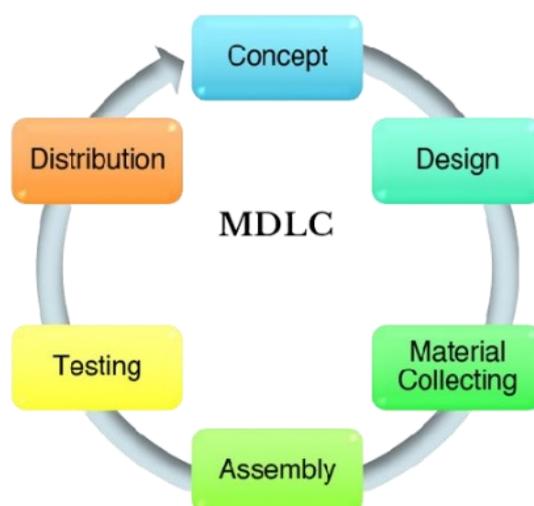
Penelitian ini merujuk pada penelitian terdahulu sebagai perbandingan dan kajian, dengan hasil penelitian sebelumnya yang memiliki konsep serupa mengenai pembuatan Augmented Reality sebagai acuan (Wahyuni et al., 2022). Studi Pambudi (2023) mengeksplorasi implementasi *WebAR* sebagai sarana edukasi alternatif untuk mempelajari Tata Surya menggunakan Google Model Viewer dan JavaScript, dengan metode pengembangan Agile berbasis Scrum. Penelitian ini bertujuan menciptakan pengalaman edukasi interaktif yang dapat diakses melalui browser web pada perangkat android dan iOS, khususnya untuk usia 10-15 tahun. Setyawati (2023) mengeksplorasi pemanfaatan teknologi *AR* untuk promosi dan pengenalan lingkungan di Kampus Universitas Muhammadiyah Jakarta, menggunakan model pengembangan *ADDIE* yang meliputi analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi, serta menampilkan model 3D gedung-gedung di area kampus berdasarkan data lokasi GPS. Nugroho dan Kalifia (2023) mengembangkan aplikasi pemandu wisata berbasis Augmented Reality untuk Candi Plaosan menggunakan *AR markerless* dan *Unity3D*, yang

hanya memerlukan bidang datar untuk menampilkan objek 3D. Fauzan dan Autsar (2023) melakukan studi literatur tentang pemanfaatan Augmented Reality sebagai media promosi dengan metode Marker Based Tracking, menggunakan Systematic Literature Review (SLR) dan pendekatan PRISMA. Nurjamiyah (2023) meneliti aplikasi teknologi *Augmented Reality* dalam web *E-Commerce* dengan menggunakan metode MDLC, yang meliputi konsep, desain, pengumpulan material, perakitan, pengujian, dan distribusi, serta pengembangan aplikasi menggunakan CMS WordPress dengan AR pada gambar produk sebagai marker di halaman web (Pangestu et al., 2017).

Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi AR berbasis web yang menggunakan teknologi markerless location-based untuk membantu pekerja konstruksi dalam visualisasi dan kolaborasi proyek. Diharapkan aplikasi ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pekerjaan konstruksi.

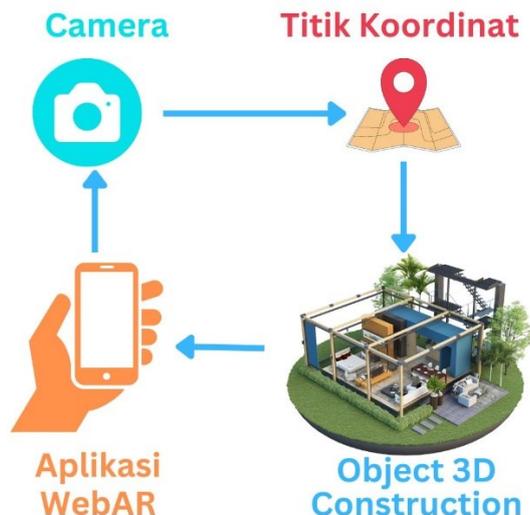
METODE

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat lunak *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) untuk mengembangkan aplikasi AR berbasis web dengan teknologi *markerless location-based*, yang memanfaatkan kamera untuk menargetkan lokasi proyek yang diproyeksikan menggunakan koordinat GPS dan menampilkan model 3D di lokasi tersebut. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 (Rodrigues et al., 2017; Lôbo et al., 2023; Rohman et al., 2022).



Gambar 1. Tahapan pengembangan MDLC.

Tahapan awal metode MDLC melibatkan pembuatan konsep penelitian dengan memanfaatkan teknologi WebAR, yang hanya memerlukan browser dan kompatibel dengan semua smartphone tanpa perlu instalasi aplikasi tambahan (Atmanto et al., 2021; Kurniasari et al., 2023). WebAR dapat digunakan untuk memvisualisasikan model 3D bangunan di lokasi proyek, membantu perencana dan arsitek melihat bagaimana model 3D proyek akan terlihat serta merencanakan perubahan desain sebelum konstruksi dimulai (Atmanto et al., 2021). Penetapan tujuan dan sasaran aplikasi WebAR adalah untuk mempermudah pekerja dalam memvisualisasikan rancangan 3D di lokasi proyek (Rohman et al., 2022). WebAR juga dapat meningkatkan produktivitas dengan mengotomatiskan tugas-tugas manual dan menyediakan informasi yang berguna bagi pekerja. Identifikasi target pengguna aplikasi WebAR mencakup pengawas proyek, mandor pekerja, serta owner dan klien sebagai target tambahan. Menetapkan fitur dan fungsionalitas aplikasi WebAR, seperti menampilkan objek 3D di lokasi proyek, fitur informasi objek, dan profil pengguna (Elshafey et al., 2020). Memilih platform pengembangan aplikasi WebAR berbasis website yang dapat diakses melalui smartphone Android dan iOS (Rodrigues et al., 2017). Desain arsitektur sistem aplikasi WebAR dapat dilihat pada Gambar 2 (Elmunyah et al., 2022).



Gambar 2. Desain arsitektur sistem aplikasi WebAR

Aplikasi yang telah dikembangkan dan diunggah ke server kini dapat diakses melalui browser di perangkat android. Ketika aplikasi dijalankan, aplikasi akan menggunakan kamera untuk mengenali marker berupa data koordinat GPS. Pengguna kemudian mengarahkan kamera ke lokasi koordinat proyek konstruksi. Aplikasi akan memeriksa validitas titik koordinat yang ditangkap oleh kamera. Jika koordinat valid, aplikasi akan menampilkan objek 3D konstruksi pada layar perangkat android pengguna. Proses ini melibatkan beberapa langkah: pertama, aplikasi memuat model 3D yang sesuai, kemudian mengonversi dan menyelaraskan koordinat GPS dengan posisi model 3D dalam scene. Akhirnya, aplikasi merender model 3D pada lokasi yang tepat di layar, menciptakan pengalaman AR yang akurat dan realistis.

Proses pembuatan model 3D untuk aplikasi webAR dimulai dengan memuat dan menyiapkan data model 3D, yang biasanya dalam format seperti GLTF (glTF 2.0) atau OBJ, diambil dari server atau penyimpanan lokal. Selanjutnya, file model 3D diurai untuk mengekstrak geometri, tekstur, dan data relevan lainnya. Setelah itu, model 3D dipersiapkan untuk proses rendering dan diatur ke dalam format yang sesuai untuk dirender oleh aplikasi webAR.

Dalam aplikasi webAR, proses menyiapkan data titik koordinat lokasi dimulai dengan menggunakan sensor GPS pada perangkat pengguna, yang menyediakan informasi akurat tentang garis lintang dan garis bujur lokasi perangkat. Untuk area dengan sinyal GPS yang lemah atau tidak ada, sistem navigasi alternatif seperti *Wi-Fi positioning*, *Cell ID positioning*, atau *Bluetooth beacons* dapat digunakan, meskipun akurasinya umumnya lebih rendah. Setelah memperoleh titik koordinat, aplikasi webAR perlu mengonversinya dari format derajat, menit, dan detik ke format yang sesuai, seperti sistem koordinat *Cartesian*, untuk digunakan dalam aplikasi 3D. Verifikasi koordinat dilakukan dengan membandingkannya dengan informasi peta atau menggunakan teknik validasi lain untuk memastikan keakuratannya. Titik koordinat dapat disimpan secara lokal di perangkat atau di server *back-end* aplikasi. Manajemen titik koordinat melibatkan pembaruan saat pengguna berpindah lokasi dan penghapusan koordinat yang tidak diperlukan. Selanjutnya, titik koordinat dipetakan ke lokasi yang sesuai dalam scene 3D menggunakan sistem proyeksi geografis, memungkinkan model 3D diposisikan dengan benar dalam scene berdasarkan titik koordinat yang dipetakan, sehingga model muncul di lokasi yang tepat di dunia nyata.

Dalam aplikasi webAR, proses rendering dan interaksi melibatkan beberapa langkah utama. Pertama, aplikasi menyiapkan scene yang mencakup model 3D dan elemen lainnya dengan validasi titik koordinat, rendering, pencahayaan, dan penempatan elemen di layar perangkat pengguna. Selanjutnya, aplikasi melacak posisi dan orientasi pengguna secara *real-time* menggunakan sensor

perangkat dan AR.js, sehingga model 3D dapat disesuaikan dengan dunia nyata agar tampak berada di lokasi yang sesuai. Selain itu, aplikasi menangani interaksi pengguna, baik melalui gerakan sentuh maupun perintah suara, memungkinkan mereka untuk memanipulasi model 3D dan berinteraksi dengan pengalaman AR dengan cara yang intuitif.

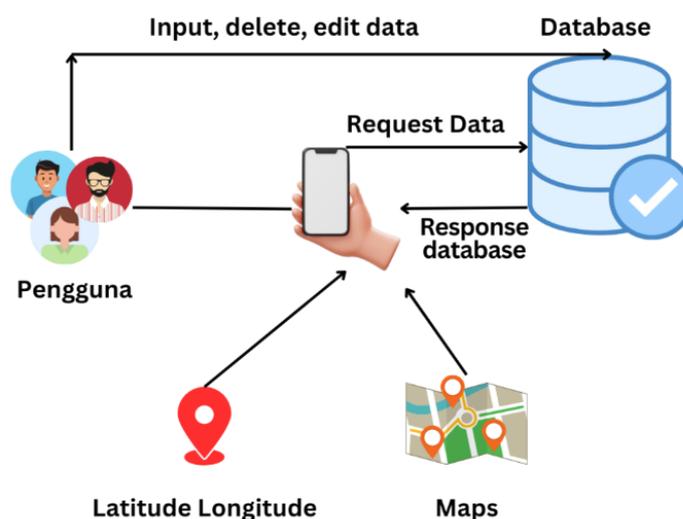
Optimasi dan performa untuk mempercepat proses menampilkan 3D model. Teknik optimasi untuk memastikan pengalaman AR yang cepat dan responsif sebagai berikut optimasi model 3D dapat dioptimalkan dengan mengurangi jumlah poligon, menyederhanakan tekstur, atau menggunakan teknik LOD (*Level of Detail*) untuk meningkatkan performa. Teknik optimasi *scene* dengan *Occlusion culling* dan teknik lainnya dapat digunakan untuk mengoptimalkan *scene* dengan hanya merender objek yang terlihat dan mengurangi perhitungan yang tidak perlu. Pemantauan performa aplikasi webAR harus memantau metrik performa dan menyesuaikan pengaturan secara dinamis untuk menjaga pengalaman yang mulus.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian ini berupa aplikasi konstruksi AR berbasis web-based menggunakan metode *markerless location-based*. Selanjutnya aplikasi yang dikembangkan dinamai dengan webAR.

Visualisasi Augmented Reality

Gambar 3 menunjukkan mekanisme visualisasi Augmented Reality dengan metode *markerless location-based*. Proses dimulai dengan penggunaan GPS dan sensor lokasi pada smartphone untuk menentukan posisi pengguna. Data lokasi berupa garis bujur (longitude) dan garis lintang (latitude) digunakan oleh perangkat untuk mendeteksi posisi aktual.



Gambar 3. Arsitektur webAR

Setelah posisi terdeteksi, model 3D konstruksi yang telah disimpan dalam penyimpanan lokal perangkat akan ditampilkan pada layar smartphone sesuai dengan lokasi tersebut. Pengguna adalah entitas utama yang berinteraksi dengan sistem, melakukan input, penghapusan, atau pengeditan data yang tersimpan dalam *database*. Informasi ini ditampilkan secara real-time dan dapat berinteraksi dengan pengguna, memungkinkan visualisasi dan manipulasi langsung dari model 3D di lokasi sebenarnya tanpa memerlukan penanda fisik.

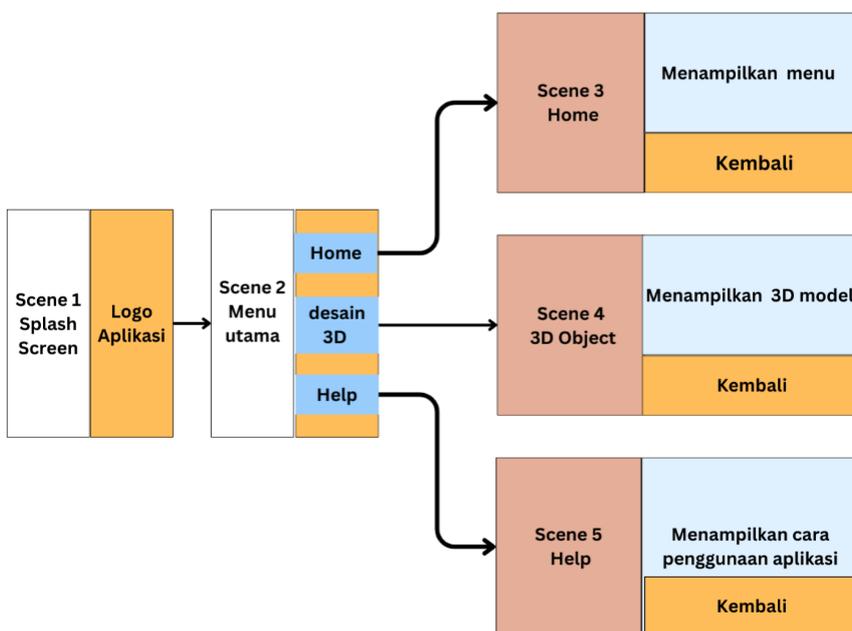
Konsep (Concept)

Aplikasi web AR dengan metode markerless location-based dibuat dengan terlebih dahulu melakukan analisis terhadap kebutuhan sistem yang akan dibangun. Spesifikasi perangkat keras yang dibutuhkan untuk membangun aplikasi ini meliputi: laptop Lenovo 14 inch dengan prosesor AMD RYZEN 5 1,6 GHz, RAM 4 GB, harddisk 500 GB, dan smartphone dengan Android minimal versi 8. Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan aplikasi ini meliputi sistem operasi Windows 10 64bit, Unity 3D, dan Blender.

Desain (Design)

Flowchart View

Gambar 4 adalah *flowchart view* dari aplikasi webAR.



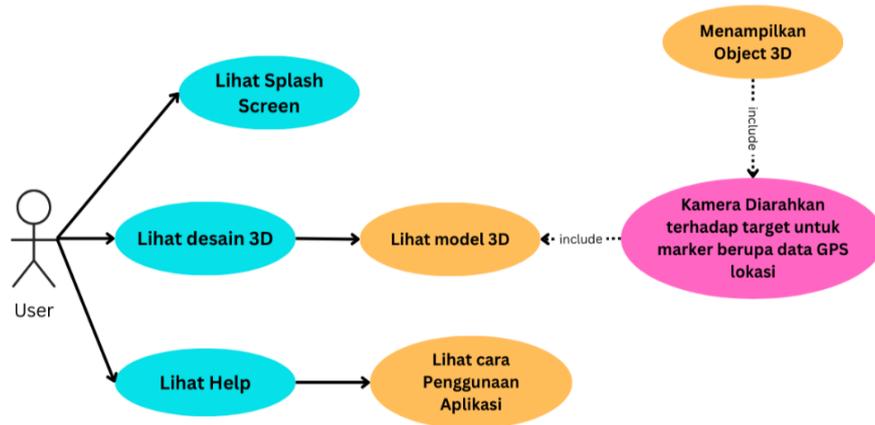
Gambar 4. Flowchart view dari aplikasi webAR

Use Case Diagram

Use case dari aplikasi web AR dengan metode markerless location-based dapat digambarkan seperti pada Gambar 5. Aktor pengguna melakukan interaksi melalui aplikasi yang terdiri dari 3 menu. Deskripsi dari use case yang ada dalam aplikasi webAR dengan metode markerless location-based dapat didefinisikan seperti pada Tabel 1. Pengguna memanfaatkan aplikasi ini untuk visualisasi dan kolaborasi proyek konstruksi, yang memungkinkan mereka mengakses berbagai fitur seperti melihat model 3D di lokasi sebenarnya, melihat informasi detail, dan melakukan simulasi, semuanya dalam antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan.

Tabel 1. Definisi Use Case diagram

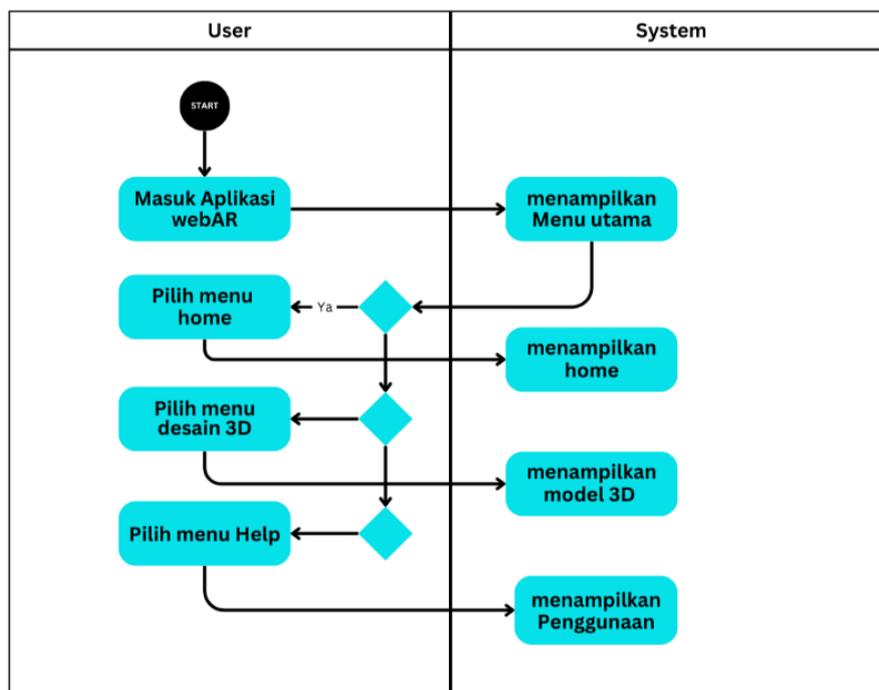
No	Use Case	Deskripsi
1	Home	Menampilkan button menu desain 3D dan help
2	Desain 3D	Menampilkan data 3D Model dan menu input data
3	Help	Menampilkan cara penggunaan aplikasi



Gambar 5. Use case diagram

Activity Diagram

Gambar 6 menjelaskan Activity diagram untuk Menu Utama atau Home aplikasi webAR.

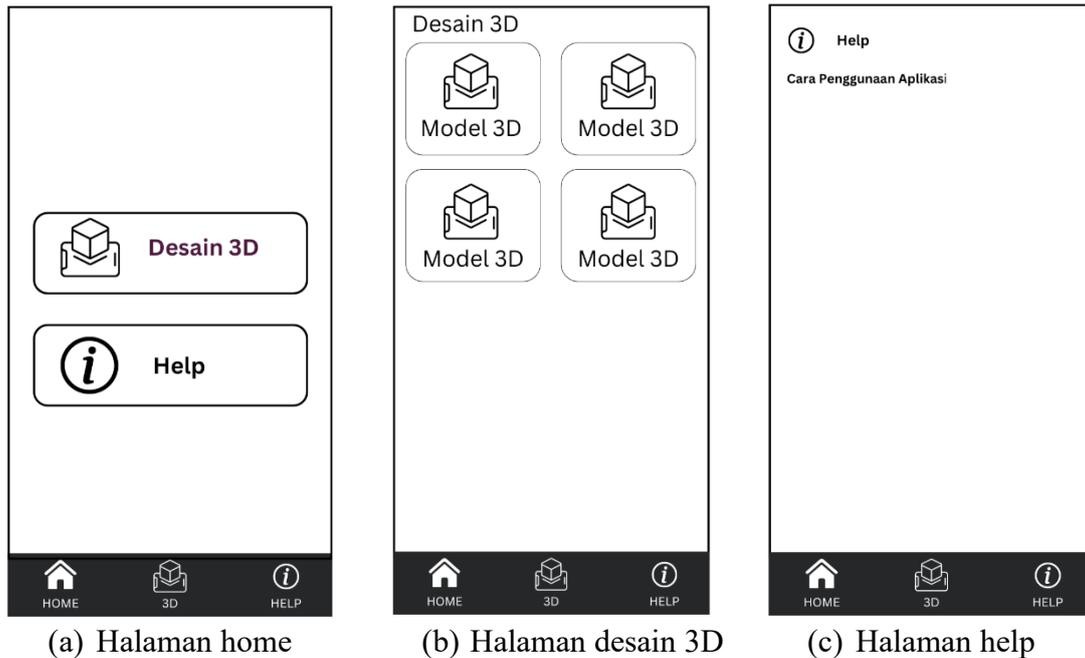


Gambar 6. Activity Diagram aplikasi AR

Antarmuka Sistem

Perancangan antarmuka sistem merupakan rancangan awal dari tampilan webAR. Antarmuka yang dibuat bersifat user friendly bertujuan agar pengguna tertarik, nyaman, dan mudah penggunaannya. Antarmuka halaman home webAR pada Gambar 7.

Halaman home berisi menu utama yaitu menu desain 3D dan help. Halaman desain 3D menampilkan data model 3D, ketika dipilih akan muncul model 3D beserta informasinya. Halaman menu help menampilkan cara penggunaan aplikasi.



Gambar 7. Perancangan antarmuka

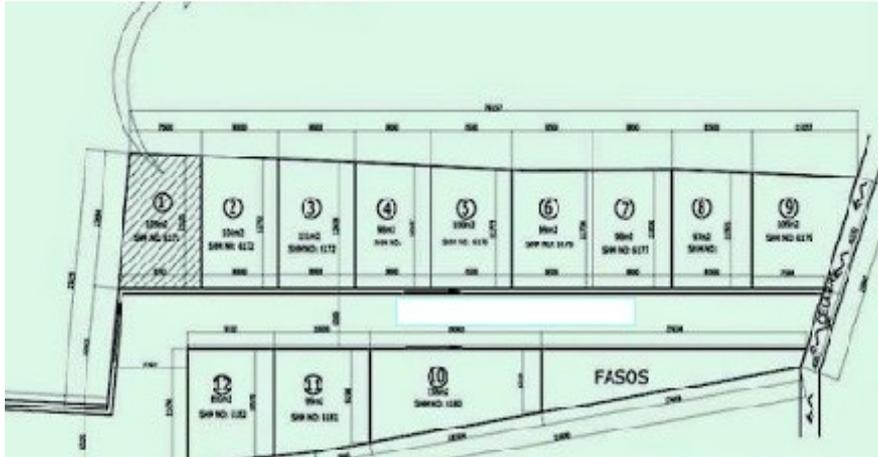
Pengumpulan Bahan (*Material Collecting*)

Pengumpulan bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini mencakup gambar kerja, desain 3D konstruksi, dan rumah (Elshafey et al., 2020). Data penelitian untuk merancang aplikasi webAR meliputi desain konstruksi villa berupa gambar 3D yang akan dibangun, lokasi pembangunan villa termasuk titik koordinat, bagian konstruksi jalan, serta informasi lengkap tentang bangunan rumah, jalan, saluran air, kabel, listrik, dan internet seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain 3D villa

Mengumpulkan data 3D elemen konstruksi diperoleh dari pekerja terkait yang bertugas sebagai arsitek desain dan kontrol proyek. Data tersebut mencakup desain 3D villa, layout lokasi villa, dan gambar kerja (Pangestu et al., 2017). Salah satu gambar kerja ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Plan lokasi villa

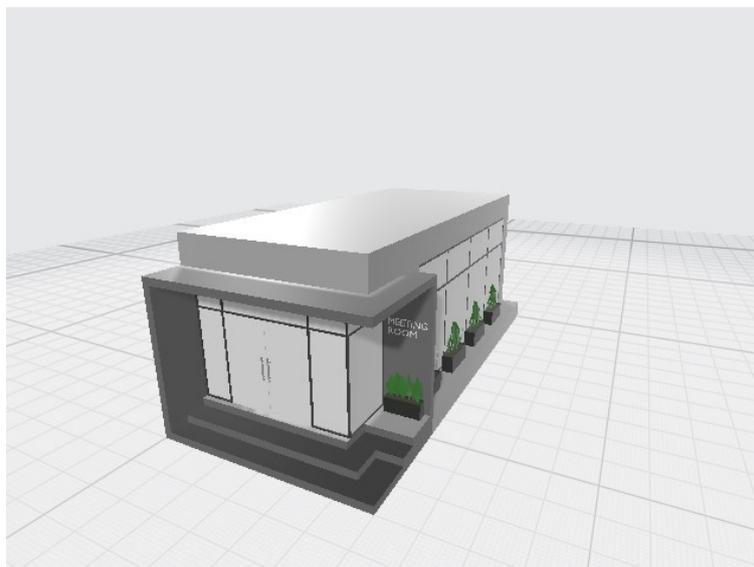
Mengumpulkan data lokasi proyek konstruksi dilakukan berdasarkan informasi dari petugas terkait, yang mencakup peta dari Google Maps dan foto lokasi proyek.

Pembuatan (*Assembly*)

Kegiatan dalam tahap ini adalah pembuatan gambar 3D, pembuatan *database* untuk data lokasi, dan tampilan aplikasi webAR. Proses perakitan aplikasi webAR melibatkan beberapa langkah penting. Pertama, objek 3D dibuat dan diimpor ke dalam Unity 3D. Selanjutnya, marker atau penanda yang akan digunakan untuk menampilkan objek 3D di dunia nyata dibuat dan diintegrasikan ke dalam Unity. Kemudian, antarmuka pengguna dirancang untuk memastikan pengalaman pengguna yang optimal. Terakhir, semua elemen ini digabungkan dan dioptimalkan untuk menciptakan tampilan aplikasi AR yang interaktif dan informatif.

Pembuatan Objek 3D

Perancangan objek 3D berupa model 3D villa menggunakan *software modelling* Blender versi 4.2 LTS. Objek 3D yang dibuat disimpan dalam format gLTF agar dapat dikenali pada webAR dengan plugin AR.js. Gambar 10 merupakan ilustrasi pembuatan objek 3D di Blender.



Gambar 10. Ilustrasi pembuatan objek 3D di Blender

Pembuatan Database

Pembuatan database untuk lokasi webAR menggunakan SQLite terdiri dari beberapa langkah. Database ini akan berisi tabel dengan nama lokasi yang memiliki field id, name, latitude, dan longitude. Langkah-langkah untuk membuat database adalah membuat *database SQLite*. Tabel 2 menunjukkan titik kordinat proyek villa.

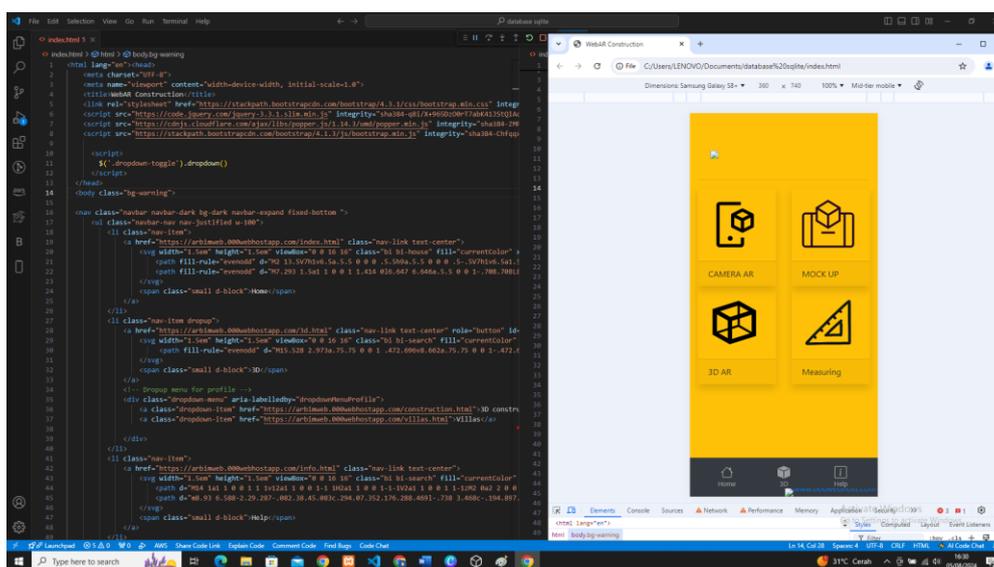
Tabel 2. Titik kordinat proyek villa

id	name	latitude	longitude
1	Villa A	-6.2088	106.8456
2	Villa B	-7.2504	112.7688
3	Villa C	-8.3405	115.0920

Pembuatan *field* dalam tabel ini memiliki peran penting dalam aplikasi webAR. id merupakan kunci utama yang secara otomatis akan bertambah setiap kali data baru ditambahkan, memastikan setiap entri dalam tabel memiliki identifikasi unik. name adalah nama lokasi atau villa yang akan ditampilkan di aplikasi webAR, memberikan konteks tambahan mengenai lokasi yang ditampilkan. *latitude* dan *longitude* adalah koordinat geografis yang menunjukkan posisi utara-selatan dan timur-barat lokasi tersebut. Dengan tabel ini, aplikasi webAR dapat mengakses dan menggunakan data lokasi untuk menampilkan objek 3D di posisi yang sesuai di dunia nyata, memungkinkan visualisasi yang akurat dan informatif dalam lingkungan augmented reality.

Pembuatan Antarmuka aplikasi WebAR

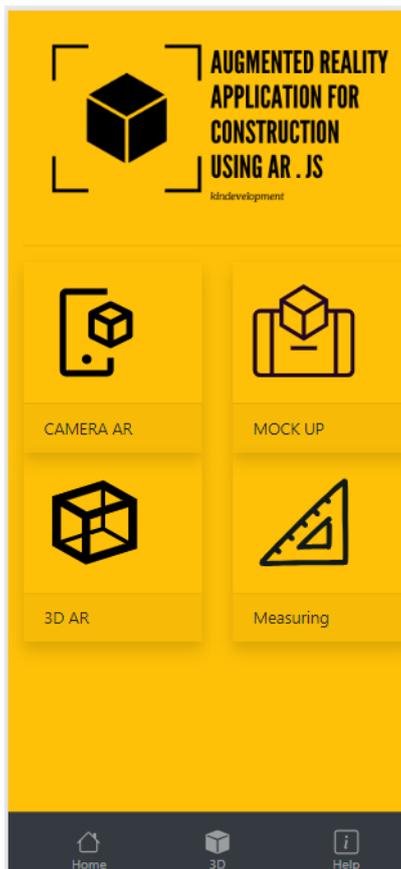
Pembuatan antarmuka aplikasi webAR menggunakan Visual Studio Code, yang digunakan untuk membuat antarmuka sistem dan menerapkan AR pada aplikasi webAR. Visual Studio Code memungkinkan pengaturan antarmuka dan penerapan fungsi-fungsi intens di antarmuka aplikasi webAR. Aplikasi webAR menggunakan bahasa pemrograman HTML5, JavaScript, dan library AR.js (Elshafey et al., 2020). Gambar 11 menunjukkan proses pembuatan antarmuka webAR dengan *visual studio code*.



Gambar 11. Proses pembuatan antarmuka AR

Tampilan Aplikasi AR

Aplikasi webAR dibuat dalam format HTML dan dapat dibuka pada perangkat smartphone Android. Pengguna dapat mengakses aplikasi dengan membuka browser dan memasukkan alamat aplikasi, dan aplikasi akan meminta izin untuk mengakses kamera pengguna. Gambar 12 menunjukkan hasil implementasi sistem berupa tampilan antarmuka dari aplikasi. Gambar 13 menunjukkan tampilan menu desain 3D dan tampilan object 3D villa saat menggunakan kamera AR. Kamera AR akan memindai lokasi sebagai marker dan menampilkan objek 3D villa.



Gambar 12. Antarmuka aplikasi webAR



Gambar 13. Antarmuka object 3D villa

Source code JavaScript yang digunakan untuk menampilkan gambar 3D ditunjukkan pada Gambar 14.

```

Python
<a-scene vr-mode-ui='enabled: false' arjs='sourceType:
webcam; videoTexture: true; debugUIEnabled: false'
renderer='antialias: true; alpha: true'><a-camera gps-
new camera='gpsMinDistance: 5'></a-camera><a-entity
geometry='primitive: plane; height: 5; width: 2;'
material="side: double;" gps-new-entity-place="latitude:
-7.84297700156169; longitude: 110.43967421569604"
scale="1 1 1" position="0 -1 0"></a-entity>
</a-scene>

```

Gambar 14. Potongan *sourcecode* javascript untuk menampilkan gambar 3D

Pengujian (Testing)

Melakukan pengujian unit untuk memastikan setiap modul aplikasi WebAR berfungsi dengan baik. Menguji aplikasi webAR adalah langkah penting untuk memastikan fungsionalitas dan keakuratannya sebelum digunakan dalam lingkungan nyata. Berikut beberapa langkah yang dapat dilakukan untuk menguji aplikasi webAR (Ayunestina et al., 2020)(Zainuddin et al., 2016).

Pengujian Fungsionalitas

Fungsionalitas dasar aplikasi WebAR telah diverifikasi untuk memastikan peluncuran yang tepat, memuat model 3D, dan memungkinkan interaksi pengguna dengan model tersebut seperti pada Tabel 1. Uji fungsionalitas interaktif dilakukan untuk memverifikasi kemampuan pengguna dalam berinteraksi dengan model 3D dengan mengakses informasi.

Tabel 3. Hasil pengujian menu navigasi

Nama halaman	Bentuk pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil uji
Home	Memilih button home	Menampilkan halaman Home	berhasil
3D desain	Memilih button 3D	Tampil Halaman 3D	berhasil
Info	Memilih button Info	Tampil Halaman Info	berhasil

Aplikasi WebAR telah diuji untuk kompatibilitas dengan berbagai browser web seperti Chrome, Firefox, Safari, dan Edge di smartphone seperti yang di tunjukan pada Tabel 2.

Tabel 4. Hasil pengujian webAR dengan browser

Browser	Bentuk Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil uji
Chrome	Membuka alamat aplikasi webAR dengan browser Chrome	Aplikasi bisa di buka dan berfungsi di Chrome	Berhasil
Firefox	Membuka alamat aplikasi webAR dengan browser Firefox	Aplikasi bisa dibuka dan berfungsi di Firefox	Berhasil
Safari	Membuka alamat aplikasi webAR dengan browser Safari	Aplikasi bisa dibuka dan berfungsi di Safari	Berhasil
Edge	Membuka alamat aplikasi webAR dengan browser Edge	Aplikasi bisa dibuka dan berfungsi di Edge	Berhasil

Hasil pengujian aplikasi webAR berjalan dengan lancar dan responsif, tanpa lag atau crash, pada berbagai perangkat dan jaringan seperti pada Tabel 3.

Tabel 5. Hasil pengujian webAR di perangkat handpone

Browser	Bentuk Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil uji
Redmi note 9pro	Membuka Alamat aplikasi webAR di Redmi note 9 pro dengan browser chrome	Aplikasi berjalan dan responsive	Berhasil
Tab	Membuka Alamat aplikasi webAR di Samsung Tab dengan browser chrome	Aplikasi berjalan dan responsive	Berhasil
Iphone	Membuka Alamat aplikasi webAR dengan browser chrome	Aplikasi berjalan dan responsive	Berhasil
Samsung	Membuka Alamat aplikasi webAR di Samsung dengan browser chrome	Aplikasi berjalan dan responsive	Berhasil

Pengujian Keakuratan

Melakukan pengujian integrasi untuk memastikan semua modul aplikasi AR terintegrasi dengan baik. Object 3D berhasil dibuka di lokasi sesuai titik koordinat. Melakukan pengujian *usability* dengan target pengguna untuk memastikan aplikasi webAR mudah digunakan dan dipahami. Pengguna tidak kesulitan memakai aplikasi webAR.

Distribusi (Distribution)

Pertama mempublikasikan aplikasi webAR ke web server. Kedua menyediakan panduan pengguna dan tutorial untuk membantu pengguna menggunakan aplikasi webAR. Ketiga melakukan edukasi tentang aplikasi webAR kepada target pengguna. Pengembangan aplikasi webAR dengan teknologi markerless location-based telah berhasil dilakukan. Aplikasi ini mampu menampilkan model 3D elemen konstruksi di lokasi sebenarnya menggunakan sensor GPS dan data lokasi. Pengguna dapat berinteraksi dengan model 3D untuk melihat informasi detail, mengukur jarak, dan melakukan simulasi. Aplikasi ini juga dapat digunakan untuk visualisasi proyek konstruksi, kolaborasi tim konstruksi, dan pengambilan keputusan.

KESIMPULAN

Proses perancangan aplikasi webAR dengan metode *markerless location-based* untuk mengontrol pembangunan dapat dilakukan dengan baik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi AR mampu menampilkan bentuk rencana 3D fisik dengan baik, yang diwakili oleh titik-titik. Dengan menggunakan webAR, rencana infrastruktur yang akan dibangun dapat dengan mudah divisualisasikan. Namun, terdapat beberapa batasan terkait kemampuan alat yang digunakan. GPS pada ponsel yang bertipe navigasi, yang digunakan sebagai acuan posisi pengamat, memiliki akurasi rendah sehingga menyebabkan pergeseran posisi objek rencana dan titik acuan sejauh 4,88 meter dalam aplikasi webAR. Meskipun demikian, nilai pergeseran ini masih berada dalam toleransi alat yang digunakan, yang memiliki ketelitian sekitar 3-6 meter. Pembuatan aplikasi AR berbasis web ini sangat dibutuhkan dalam banyak pekerjaan konstruksi, seperti pembangunan villa, jalan, dan rumah. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan pengembangan dan penelitian lanjutan untuk mengatasi keterbatasan aplikasi ini, menambahkan fitur, dan meningkatkan fungsionalitasnya.

REFERENSI

- Atmanto, E. A., Pudjoatmodjo, B., & Sularasa, A. (2021). Implementasi Augmented Reality pada aplikasi mutiara furniture berbasis Android menggunakan metode MDLC. *E-Proceeding of Applied Science*, 7(6), 3412–3419.
- Ayunestina, N. T., Purwantoro, S., & Fitriasia, Y. (2020). Implementasi Augmented Reality dalam bentuk Location Based Service (LBS) pada hotel di Kota Pekanbaru berbasis Android. *Jurnal Komputer Terapan*, 6(2), 119–128. doi: 10.35143/jkt.v6i2.3585
- Canciani, M., Conigliaro, E., Del Grasso, M., Papalini, P., & Saccone, M. (2016). 3D Survey and augmented reality for cultural heritage. The case study of the Aurelian wall at Castra Praetoria in Rome. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 41(July), 931–937. doi:10.5194/isprsarchives-XLI-B5-931-2016
- Elmunyah, H., Kustono, D., P. (2022). Persepsi dosen dan mahasiswa terhadap efektivitas penggunaan teknologi Augmented Reality (AR) pada perangkat seluler dalam industri arsitektur dan jasa konstruksi. *Edu Komputika Journal*, 9(1), 44–52. <https://journal.unnes.ac.id/sju/edukom/article/view/56586>
- Elshafey, A., Saar, C. C., Aminudin, E. B., Gheisari, M., & Usmani, A. (2020). Technology acceptance model for augmented reality and building information modeling integration in the construction industry. *Journal of Information Technology in Construction*, 161–172. doi: 10.36680/j.itcon.2020.010
- Fauzan, M. N., & Kautsar, M. (2023). Literatur review augmented reality sebagai media promosi dengan metode marker based tracking. *Nuansa Informatika*, 17(2), 83–93. doi:10.25134/ilkom.v17i2.16

- Kurniasari, A. A., Puspitasari, T. D., & Mutiara, A. D. S. (2023). Penerapan metode multimedia development life cycle (MDLC) pada a magical augmented reality book berbasis Android. *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 17(1), 19–32. doi: [10.35457/antivirus.v17i1.2801](https://doi.org/10.35457/antivirus.v17i1.2801)
- Lôbo, J. E. A., Correia, W. F. M., Teixeira, J. M., Siqueira, J. E. de M., & Roberto, R. A. (2023). WebAR is a mediation tool focused on reading and understanding technical drawings regarding tailor-made Projects for the scenographic industry. *Applied Sciences*, 13(22), 12295. doi: [10.3390/app132212295](https://doi.org/10.3390/app132212295)
- Nugroho, R. A., & Kalifia, A. D. (2023). Aplikasi pemandu wisata pada candi plaosan berbasis augmented reality. *Jurnal Komputer Dan Informatika*, 5(2), 351–359. <https://ioinformatic.org/index.php/JUKI/article/view/411>
- Pambudi, P., Nurhayati, O. D., & Prasetijo, A. B. (2023). Implementasi web augmented reality sebagai alternatif edukasi sistem tata surya menggunakan Google Model Viewer dan Javascript. *Jurnal Ilmu Teknik Dan Komputer*, 07(01), 64–74. doi: [10.22441/jitkom.2023.v7i1.009](https://doi.org/10.22441/jitkom.2023.v7i1.009)
- Pangestu, G. Y. P., Mandenni, N. M. I. M., & Rusjyanthi, N. K. D. (2017). Aplikasi web augmented reality villa. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 5(1), 29. doi: [10.24843/jim.2017.v05.i01.p04](https://doi.org/10.24843/jim.2017.v05.i01.p04)
- Rodrigues, A. B., Dias, D. R. C., Martins, V. F., Bressan, P. A., & Guimarães, M. de P. (2017). WebAR: A web-augmented reality-based authoring tool with experience API support for educational applications. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10278 LNCS(July 2018), 118–128. doi: [10.1007/978-3-319-58703-5_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58703-5_9)
- Rohman, A., Rinaldi, A., & Hidayat, F. (2022). Pembuatan augmented reality berbasis titik untuk mendukung building information modelling (BIM). *Jurnal Inovasi Konstruksi*, April, 19–24. doi: [10.56911/jik.v1i1.13](https://doi.org/10.56911/jik.v1i1.13)
- Setyawati, R. A., Wathoni, M., Adriansyah, A. F., & Ramadi, R. (2023). Implementasi augmented reality sebagai global positioning system untuk pengenalan kampus A Universitas Muhammadiyah Jakarta. *Indo Green Journal*, 1(4), 177–182. doi: [10.31004/green.v1i4.35](https://doi.org/10.31004/green.v1i4.35)
- Wahyuni, I., Mahrawi, & Dwi, R. (2022). *Development of AR (Augmented Reality) Mangrove Based on Website on*. 3(1), 1–8.
- Zainuddin, Z., Areni, I. S., & Wirawan, R. (2016). Aplikasi Augmented Reality pada sistem informasi smart building. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 5(3), 1–6. doi: [10.22146/jnteti.v5i3.258](https://doi.org/10.22146/jnteti.v5i3.258)