

APLIKASI MOBILE AUGMENTED REALITY TANPA MARKER PADA PERAWATAN PASIEN PENYAKIT JANTUNG

Herman Herman^{1*}, Aldibangun Pidekso Putro², Muhammad Kunta Biddinika³

^{1,2,3}Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

Email: ¹ aldiwangun8512@gmail.com, ² hermankaha@mti.ud.ac.id, ³ muhammad.kunta@mti.ud.ac.id

*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 8 Juli 2025, diterima untuk diterbitkan: 16 Desember 2025)

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan aplikasi *Augmented Reality (AR) markerless* berbasis Android bernama HerManAR (*Heart of Human*) yang ditujukan untuk mendukung perawatan pasien penyakit jantung. Aplikasi ini dirancang untuk menampilkan model 3D jantung manusia secara interaktif, sekaligus menyajikan informasi kondisi jantung pasien secara real-time. Metode pengembangan yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle (MDLC)*, yang meliputi tahapan konseptualisasi, desain, pengumpulan materi, perakitan, pengujian, dan distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi HerManAR berhasil berjalan dengan baik pada perangkat Android dan mampu memberikan visualisasi 3D jantung yang akurat serta informasi medis yang relevan. Dengan antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan, aplikasi ini memungkinkan tenaga kesehatan untuk menganalisis kondisi jantung pasien secara lebih efektif, mendukung proses pengobatan, tindakan medis, dan monitoring berkelanjutan. Kesimpulannya, HerManAR merupakan solusi inovatif yang mengintegrasikan teknologi AR dalam bidang kesehatan kardiovaskular, memberikan manfaat praktis dalam meningkatkan kualitas layanan dan pengelolaan pasien penyakit jantung.

Kata kunci: Augmented Reality, Markerless, MDLC, 3D Model, Jantung Manusia

MARKERLESS AUGMENTED REALITY APPLICATION FOR ENHANCING CARDIOVASCULAR CARE

Abstract

This study aims to design and develop an Android-based Augmented Reality (AR) application called HerManAR (*Heart of Human*) to support the care of patients with heart disease. The application is designed to display an interactive 3D model of the human heart while providing real-time information about the patient's heart condition. The development method used is the Multimedia Development Life Cycle (MDLC), which includes the stages of conceptualization, design, material collection, assembly, testing, and distribution. The results demonstrate that HerManAR runs effectively on Android devices, delivering accurate 3D heart visualization and relevant medical information. With an intuitive and user-friendly interface, the application enables healthcare professionals to analyze patients' heart conditions more effectively, supporting treatment, medical interventions, and continuous monitoring. In conclusion, HerManAR is an innovative solution that integrates AR technology into cardiovascular healthcare, offering practical benefits in enhancing service quality and patient management.

Keywords: Augmented Reality, Markerless, MDLC, 3D Model, Human Heart

1. PENDAHULUAN

Penyakit jantung merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia dan menjadi masalah kesehatan yang serius di berbagai negara, termasuk Indonesia. Faktor risiko seperti gaya hidup tidak sehat, kurangnya edukasi mengenai pencegahan, serta keterbatasan akses informasi medis membuat pengelolaan penyakit jantung menjadi tantangan tersendiri bagi pasien dan tenaga kesehatan. Berdasarkan data dari *World Health Organization* pada tahun 2020, tercatat sekitar 17,9

juta kematian, di mana 80% di antaranya disebabkan oleh penyakit arteri koroner dan stroke serebral (Ali et al., 2021). Angka kematian yang tinggi ini paling banyak terjadi di negara-negara dengan pendapatan rendah dan menengah (Shah et al., 2020). Penyakit jantung dapat muncul akibat berbagai faktor yang berkaitan dengan gaya hidup, seperti kebiasaan merokok, konsumsi alkohol dan kafein yang berlebihan, stres, serta kurangnya aktivitas fisik. Selain itu, faktor fisiologis seperti obesitas, hipertensi, kadar kolesterol tinggi, tekanan darah

tinggi, dan kondisi jantung juga berperan. Untuk mengidentifikasi pasien dengan penyakit jantung, dilakukan analisis terhadap atribut data pasien yang memiliki pengaruh signifikan agar dokter dapat memberikan perawatan yang lebih tepat sasaran (Bhowmick et al., 2022).

Penggunaan Augmented Reality (AR) dalam bidang kesehatan khususnya untuk edukasi dan perawatan penyakit jantung dapat membantu pasien memahami kondisi mereka dengan cara visualisasi interaktif organ jantung, prosedur medis, serta panduan perawatan secara praktis (Koulouris et al., 2022). Namun demikian, pengembangan aplikasi AR khusus untuk perawatan penyakit jantung masih terbatas terutama pada platform Android yang banyak digunakan masyarakat luas.

Lebih jauh lagi, penelitian ini ingin memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat tentang pentingnya pencegahan serta perawatan dini penyakit jantung melalui solusi digital praktis. Dengan adanya aplikasi berbasis AR ini, diharapkan pasien maupun tenaga medis dapat memperoleh alat bantu edukasi yang efektif kapan saja dan di mana saja sehingga mendukung upaya perawatan mandiri sekaligus memperbaiki kualitas layanan kesehatan digital secara keseluruhan (Dinh et al., 2023; Widiarti, 2024).

Selanjutnya, batasan diberikan pada target pengguna aplikasi yaitu pasien penyakit jantung dan tenaga medis dengan perangkat berbasis Android saja (Achmad et al., 2020). Platform lain seperti iOS atau web tidak menjadi bagian dari cakupan penelitian saat ini. Selain itu, konten edukatif yang disajikan terbatas pada informasi umum mengenai anatomi jantung dan langkah-langkah perawatan standar dengan memasukkan data personalisasi atau rekam medis individual pengguna.

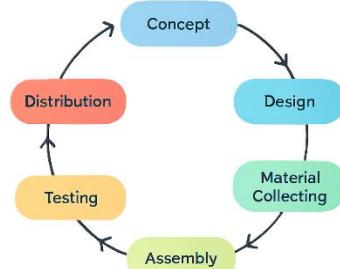
Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan aplikasi berbasis Android dengan teknologi *Augmented Reality* menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) sebagai kerangka kerja sistematis dalam proses pengembangan multimedia (Prayitno et al., 2025). Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi media edukasi interaktif bagi pasien maupun tenaga medis dalam meningkatkan pemahaman tentang penyakit jantung serta langkah-langkah perawatannya secara efektif.

Dengan adanya solusi inovatif berbasis AR ini, diharapkan dapat meningkatkan kualitas layanan kesehatan digital sekaligus mendorong kesadaran masyarakat akan pentingnya pencegahan dan penanganan dini terhadap penyakit jantung melalui pendekatan teknologi modern (Dinh et al., 2023).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri dari enam tahapan terstruktur, yaitu *Concept*,

Design, *Material Collecting*, *Assembly*, *Testing*, dan *Distribution*. Metode MDLC dipilih karena kemampuannya dalam mengelola pengembangan aplikasi multimedia secara sistematis dan terintegrasi, sehingga setiap tahapan dapat berjalan dengan terencana dan hasilnya lebih optimal. Metode ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Metode MDLC

Gambar 1 memperlihatkan tahapan penelitian yang menggunakan metode MDLC. Pada tahap *Concept*, dilakukan perumusan ide aplikasi berdasarkan kebutuhan pemilik atau pengguna. Selanjutnya, tahap *Design* berfokus pada perancangan tata letak dan alur aplikasi agar mudah digunakan dan sesuai tujuan. Tahap *Material Collecting* melibatkan pengumpulan berbagai bahan multimedia yang diperlukan, seperti gambar, video, dan model 3D. Setelah itu, pada tahap *Assembly*, semua elemen tersebut diintegrasikan ke dalam sebuah prototipe aplikasi. Tahap *Testing* dilakukan untuk menguji fungsionalitas aplikasi dan memastikan semua fitur berjalan dengan baik. Terakhir, tahap *Distribution* adalah proses pendistribusian aplikasi kepada pemilik untuk pengujian lebih lanjut dan implementasi awal (Prasetya et al., 2024).

2.1 Concept

Tahap ini memiliki tujuan utama untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna serta menetapkan tujuan pengembangan aplikasi. Dalam konteks aplikasi AR, fokusnya adalah pada visualisasi model 3D jantung manusia yang dapat membantu tenaga kesehatan dalam merawat pasien dengan penyakit jantung. Dengan aplikasi ini, proses perawatan menjadi lebih mudah karena tenaga kesehatan dapat memperoleh informasi secara cepat dan akurat. Selain itu, aplikasi AR juga berpotensi meningkatkan produktivitas dengan mengotomatiskan beberapa tugas manual yang biasanya memakan waktu (Samala et al., 2023.; Prasetya et al., 2024).

Selanjutnya difokuskan pada penyusunan struktur aplikasi serta desain antarmuka pengguna agar sistem yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal. Proses ini dimulai dengan mengidentifikasi proses dan data yang diperlukan oleh aplikasi, sehingga setiap fitur dapat berfungsi dengan baik dan mendukung tujuan utama pengembangan. Untuk menggambarkan

struktur dan alur kerja sistem secara visual, digunakan diagram seperti Use Case Diagram yang menunjukkan interaksi antara pengguna dengan fitur utama aplikasi. Selain itu, Activity Diagram juga digunakan untuk menjelaskan secara detail alur kerja setiap fitur, mulai dari aktivitas awal hingga proses selesai. Pendekatan ini bertujuan agar aplikasi mampu menyampaikan informasi secara efektif sekaligus memberikan pengalaman interaktif yang maksimal bagi pengguna.

2.2. Design

Perancangan aplikasi AR dimulai dengan merumuskan arsitektur sistem serta merancang antarmuka pengguna yang efektif dan menarik. Pada tahap ini, tujuan dan sasaran pengembangan aplikasi AR ditetapkan secara jelas untuk memastikan bahwa aplikasi dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal. Selanjutnya, fitur dan fungsi utama aplikasi dirinci, termasuk kemampuan menampilkan objek 3D secara akurat di dada pasien serta menyediakan informasi detail mengenai objek jatung tersebut. Pemilihan platform pengembangan juga menjadi bagian penting dalam perancangan; dalam penelitian ini, platform yang digunakan berbasis Android, sehingga aplikasi dapat diakses dengan mudah melalui perangkat smartphone Android (Fony Ferliana et al., 2021).

Desain antarmuka pengguna (interface) merupakan aspek krusial yang dirancang sejak awal untuk memastikan pengalaman pengguna yang menyenangkan dan intuitif. Antarmuka yang dikembangkan mengutamakan kemudahan penggunaan (*user friendly*), dengan tujuan agar pengguna merasa tertarik, nyaman, dan dapat mengoperasikan aplikasi tanpa kesulitan (Liu et al., 2023). Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kepuasan pengguna, tetapi juga mendukung efektivitas aplikasi dalam membantu visualisasi dan pemahaman objek 3D di lapangan. Dengan demikian, perancangan yang sistematis dan terstruktur pada tahap ini menjadi fondasi penting bagi keberhasilan pengembangan aplikasi AR yang fungsional dan mudah digunakan.

2.3. Material Collecting

Tahap pengumpulan bahan dalam penelitian ini dilaksanakan secara sistematis untuk mengumpulkan berbagai elemen multimedia yang akan mendukung kelancaran dan kualitas pengalaman pengguna dalam aplikasi (Liu et al., 2023; Prayitno et al., 2025). Proses ini mencakup pengumpulan aset visual seperti latar belakang aplikasi, ikon menu, serta objek 3D yang diperoleh dari sumber-sumber terpercaya dan berkualitas, antara lain Unity Asset Store, Canva, dan Blender. Selain elemen visual, rekaman suara juga dibuat secara khusus untuk memberikan deskripsi interaktif yang mampu menyampaikan informasi tambahan secara jelas dan menarik kepada pengguna. Tidak kalah penting, konten teks edukatif disusun dengan cermat untuk menyajikan informasi yang mendalam dan informatif mengenai

fasilitas serta aktivitas yang terdapat dalam aplikasi HerManAR.

Selain elemen multimedia tersebut, tahap pengumpulan bahan juga meliputi pengumpulan data teknis yang diperlukan, seperti model 3D jantung manusia, gambar kerja, dan rencana desain yang menjadi dasar pengembangan aplikasi. Pengumpulan data ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen yang dibutuhkan tersedia secara lengkap dan akurat, sehingga proses perakitan dan pengembangan aplikasi dapat berjalan dengan lancar tanpa hambatan. Dengan pendekatan yang terstruktur dan menyeluruh pada tahap ini, penelitian dapat menghasilkan aplikasi AR yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga kaya akan informasi dan mudah digunakan oleh tenaga kesehatan maupun pengguna lainnya.

2.4. Assembly

Tahap perakitan merupakan proses krusial yang menggabungkan seluruh elemen yang telah dirancang dan dikumpulkan sebelumnya untuk membentuk aplikasi HerManAR yang berfungsi secara optimal. Pada fase ini, pengembangan aplikasi dilakukan dengan menggunakan Unity sebagai platform utama, yang dikenal luas karena kemampuannya dalam menangani aplikasi berbasis augmented reality. Bahasa pemrograman C# digunakan untuk mengatur logika dan interaksi dalam aplikasi, memastikan setiap fitur berjalan sesuai dengan rancangan. Salah satu aspek penting dalam tahap ini adalah integrasi objek 3D jantung manusia beserta berbagai aset multimedia yang telah disiapkan, sehingga aplikasi dapat menampilkan visualisasi yang realistik dan interaktif (Dinh et al., 2023; Prasetya et al., 2024; Widiarti, 2024).

Fitur-fitur utama yang dikembangkan meliputi menu navigasi seperti Menu Utama, Mulai, Informasi, Tentang, dan Keluar. Desain fitur ini difokuskan untuk memberikan kemudahan dalam penggunaan, memungkinkan pengguna untuk menjelajahi aplikasi dengan intuitif sekaligus memperoleh informasi edukatif secara menarik dan mudah dipahami. Selain itu, proses perakitan juga mencakup penggabungan deskripsi berbasis teks dan audio yang berfungsi untuk memperkaya pengalaman pengguna, memberikan penjelasan tambahan yang membantu pemahaman terhadap konten aplikasi.

Pemilihan perangkat keras dan perangkat lunak selama tahap ini dilakukan dengan cermat untuk menjamin performa aplikasi tetap optimal, terutama dalam hal pengolahan grafis 3D dan penerapan fitur augmented reality (Samala et al., 2023). Hal ini penting agar aplikasi dapat berjalan lancar pada perangkat target, khususnya smartphone berbasis Android, tanpa mengalami kendala teknis yang dapat mengganggu pengalaman pengguna. Dengan pendekatan yang sistematis dan terstruktur pada tahap perakitan ini, aplikasi HerManAR diharapkan dapat memenuhi standar kualitas tinggi serta memberikan manfaat maksimal bagi tenaga kesehatan dan pengguna lainnya.

1.5. Testing

Tahap pengujian merupakan proses yang sangat penting dalam siklus pengembangan aplikasi untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan beroperasi sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan yang telah ditetapkan sebelumnya (Ismail et al., 2022; Hu et al., 2024). Pengujian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengatasi berbagai kesalahan atau bug yang mungkin muncul dalam alur program, sehingga aplikasi dapat berjalan dengan lancar dan tanpa gangguan. Dalam konteks aplikasi AR HerManAR, pengujian dilakukan secara menyeluruh terhadap semua fitur utama, termasuk navigasi antar-menu, fitur plane yang berfungsi untuk menampilkan visualisasi objek 3D, serta pemutaran deskripsi berbasis teks dan audio yang memberikan informasi tambahan kepada pengguna.

Proses pengujian ini dirancang untuk mengidentifikasi potensi masalah teknis yang dapat menghambat kinerja aplikasi, sehingga perbaikan dapat dilakukan sebelum aplikasi didistribusikan kepada pengguna akhir (Nurhadi et al., 2022). Pengujian dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Tahap pertama adalah pengujian fungsionalitas, yang memverifikasi apakah fungsi dasar aplikasi AR dapat berjalan dengan benar, seperti peluncuran aplikasi, pemuatan model 3D, dan kemampuan pengguna untuk berinteraksi dengan model tersebut. Pada tahap ini, interaktivitas diuji untuk memastikan pengguna dapat mengakses informasi yang tersedia melalui model 3D secara efektif.

Tahap kedua adalah pengujian kompatibilitas, yang bertujuan untuk memastikan aplikasi dapat berjalan dengan baik dan kompatibel pada berbagai jenis smartphone dan perangkat lainnya. Hal ini penting agar aplikasi dapat diakses oleh berbagai pengguna tanpa kendala perangkat keras atau sistem operasi. Tahap ketiga adalah pengujian kinerja, yang menilai apakah aplikasi berjalan dengan lancar dan responsif tanpa mengalami lag, crash, atau gangguan lain, terutama saat dijalankan pada berbagai perangkat dan kondisi jaringan yang berbeda. Pengujian kinerja ini memastikan bahwa aplikasi memberikan pengalaman pengguna yang optimal dan stabil dalam berbagai situasi penggunaan.

Dengan pendekatan pengujian yang terstruktur dan komprehensif ini, aplikasi HerManAR dapat dipastikan memiliki kualitas yang tinggi dan siap untuk digunakan secara luas oleh tenaga kesehatan maupun pengguna lainnya. Proses pengujian yang matang juga membantu meminimalkan risiko kegagalan aplikasi saat implementasi, sehingga tujuan pengembangan aplikasi AR sebagai alat bantu visualisasi dan edukasi dapat tercapai dengan maksimal.

2.6. Distribution

Tahap distribusi merupakan fase akhir dalam siklus pengembangan aplikasi yang berperan penting untuk memastikan aplikasi yang telah selesai melalui proses pengujian dapat diserahkan

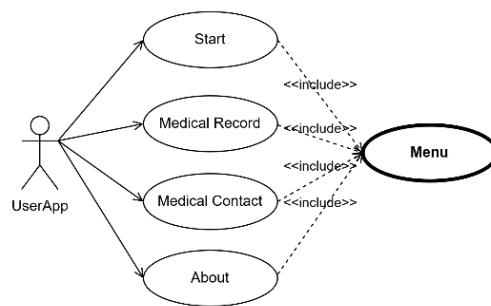
dan diimplementasikan secara efektif kepada pihak terkait (Chen et al., 2024). Pada tahap ini, aplikasi HerManAR yang telah melewati serangkaian pengujian ketat didistribusikan terlebih dahulu kepada pemilik proyek serta tim pengujian internal. Tujuan utama dari distribusi awal ini adalah untuk melakukan implementasi secara terkendali, sehingga setiap fitur dan fungsi aplikasi dapat dievaluasi secara langsung dalam lingkungan operasional yang sesungguhnya.

Selama proses distribusi, pemilik aplikasi diberikan akses penuh untuk menguji berbagai fitur utama, seperti navigasi antar-menu yang dirancang agar mudah digunakan, kemampuan *plane detection* yang menjadi dasar interaksi AR, visualisasi objek 3D jantung manusia yang interaktif, serta deskripsi berbasis teks dan audio yang memberikan informasi edukatif secara komprehensif. Evaluasi ini sangat penting untuk memastikan bahwa aplikasi benar-benar memenuhi kebutuhan dan harapan tenaga kesehatan dalam mendukung proses perawatan pasien. Selain itu, tahap distribusi juga mencakup penyediaan panduan penggunaan yang lengkap dan mudah dipahami, yang dirancang khusus untuk membantu seluruh staf dalam mengoperasikan aplikasi dengan lancar dan efisien.

Pendekatan distribusi yang sistematis ini tidak hanya memfasilitasi proses implementasi awal secara terkontrol, tetapi juga memungkinkan identifikasi dan penanganan masalah yang mungkin muncul saat aplikasi digunakan dalam kondisinya. Dengan demikian, tahap distribusi menjadi jembatan penting antara pengembangan aplikasi dan penerapan praktisnya di lapangan, memastikan bahwa HerManAR dapat memberikan manfaat maksimal bagi tenaga kesehatan dan meningkatkan kualitas pelayanan medis secara keseluruhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengembangan aplikasi *markerless* HerManAR diawali menyusun konsep dengan menetapkan tujuan serta ruang lingkup aplikasi AR. Proses ini melibatkan analisis kebutuhan pengguna dan penentuan fitur-fitur yang akan dimasukkan ke dalam aplikasi. Sasaran utamanya adalah membantu tenaga medis dalam memvisualisasikan kondisi jantung pasien. Fitur tersebut memungkinkan tampilan model 3D jantung manusia secara langsung, pengambilan data kondisi jantung, serta penambahan anotasi dan catatan pada model 3D tersebut.



Gambar 2. Use Case Diagram

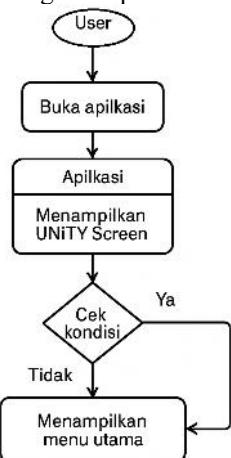
3.1. Design Markerless AR

Use Case Diagram dapat menggambarkan fungsionalitas yang akan berjalan pada sistem yang akan dibuat. Hal ini memberi gambaran pada kebutuhan sebuah aplikasi yang dibuat jika dilihat dari sudut pandang pengguna. Sehingga dalam merancang aplikasi akan sesuai dengan fitur-fitur yang dapat dilakukan oleh pengguna aplikasi.

Tahap desain difokuskan pada perancangan struktur serta antarmuka aplikasi secara menyeluruh. Untuk memvisualisasikan alur kerja sistem, dibuatlah Diagram Use Case yang menggambarkan proses dan interaksi pengguna dengan aplikasi (Chen et al., 2024). Antarmuka dirancang dengan prinsip kemudahan penggunaan, mengusung elemen-elemen desain yang mencerminkan tema HerManAR, seperti tombol navigasi yang jelas dan estetika yang terinspirasi dari nuansa alam. Seluruh fitur utama, termasuk menu utama, tombol “Start” untuk fungsi AR, bagian “Medical Record”, “Medical Contact”, serta opsi “About”, dirancang agar dapat diakses dengan mudah dan intuitif oleh pengguna. Seperti pada gambar 2.

Gambar 2 memperlihatkan Use Case Diagram yang menggambarkan interaksi antara aktor (userApp) dengan fitur-fitur utama dalam aplikasi [15]. Diagram ini berfungsi untuk memvisualisasikan bagaimana pengguna berinteraksi dengan aplikasi melalui berbagai pilihan menu. Semua fitur yang terdapat dalam Use Case Diagram terhubung dengan menu utama melalui hubungan <<include>>, yang menunjukkan bahwa fitur-fitur tersebut tidak dapat diakses secara langsung tanpa melalui menu utama terlebih dahulu.

Adapun rancangan *activity diagram* ketika memulai aplikasi AR dapat dilihat pada gambar 3. Pada gambar 3, aplikasi yang dikembangkan berhasil menampilkan alur kerja yang efektif dan responsif sejak tahap awal penggunaan. Saat pengguna membuka aplikasi, layar pembuka UNITY Screen langsung muncul sebagai tampilan awal.



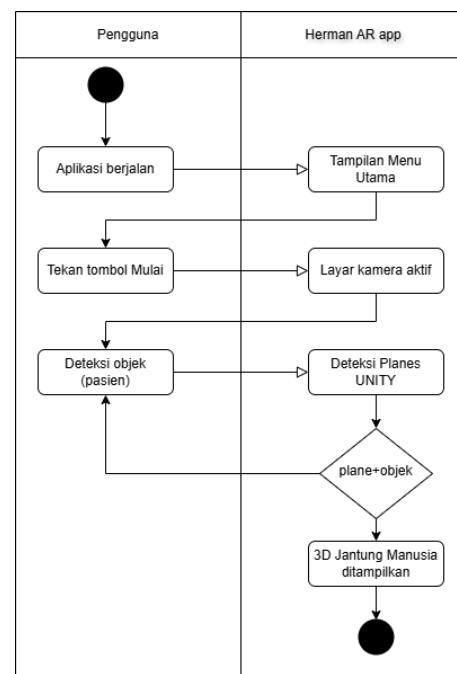
Gambar 3. *Activity diagram* ketika memulai aplikasi AR

Sistem kemudian melakukan pengecekan kondisi internal yang berfungsi sebagai penentu jalur alur aplikasi selanjutnya. Jika kondisi tersebut

terpenuhi, aplikasi secara otomatis menampilkan menu utama, sehingga pengguna dapat langsung mengakses fitur-fitur utama tanpa hambatan. Sebaliknya, jika kondisi belum terpenuhi, aplikasi tetap mempertahankan tampilan UNITY Screen, menunggu hingga kondisi tersebut terpenuhi. Mekanisme ini menunjukkan bahwa aplikasi mampu menyesuaikan tampilan dan interaksi dengan pengguna secara dinamis, meningkatkan kenyamanan dan efisiensi penggunaan. Dari pengujian yang dilakukan, alur ini berjalan lancar tanpa adanya gangguan, membuktikan bahwa desain alur aplikasi sudah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan tujuan aplikasi.

Rancangan *activity diagram plane detection* aplikasi AR dapat dilihat pada gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan *activity diagram plane detection*, menggambarkan secara sistematis alur proses deteksi bidang datar dalam aplikasi augmented reality (AR). Proses ini dimulai dengan inisialisasi modul deteksi plane, di mana sistem mempersiapkan sensor dan algoritma yang diperlukan untuk memindai lingkungan sekitar menggunakan kamera perangkat. Selanjutnya, kamera mulai menangkap data visual secara real-time dari lingkungan nyata, berupa gambar atau video yang akan dianalisis untuk menemukan bidang datar seperti lantai, meja, atau dinding. Sistem kemudian memproses data tersebut menggunakan algoritma computer vision yang melibatkan pengenalan pola, deteksi tepi, dan estimasi kedalaman untuk mengidentifikasi permukaan datar. Setelah bidang datar terdeteksi, sistem melakukan validasi untuk memastikan bidang tersebut memenuhi kriteria tertentu, seperti ukuran minimum dan kestabilan posisi, agar dapat digunakan sebagai tempat penempatan objek AR.

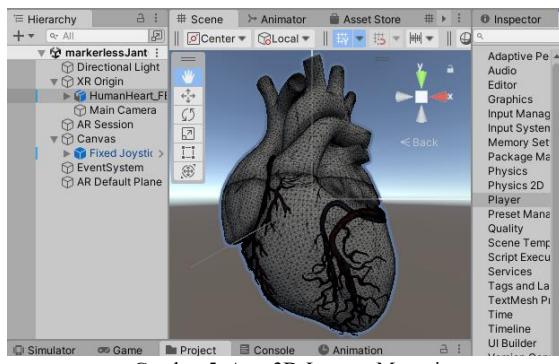


Gambar 4. *Activity diagram plane detection*

Jika plane dinyatakan valid, sistem mengizinkan penempatan objek 3D pada bidang tersebut, sehingga pengguna dapat memilih lokasi tepat di bidang datar untuk menampilkan model 3D, misalnya jantung manusia dalam aplikasi HerManAR. Selama penggunaan, sistem terus memantau bidang yang telah dideteksi untuk menyesuaikan posisi objek 3D jika terjadi perubahan sudut pandang atau pergerakan perangkat, sehingga objek tetap stabil dan realistik dalam tampilan AR. Proses ini dapat berakhir ketika objek sudah ditempatkan dengan benar, atau kembali ke tahap pengambilan data jika plane belum ditemukan atau perlu diperbarui. Dengan alur ini, activity diagram plane detection menjelaskan bagaimana aplikasi AR mengenali dan memanfaatkan bidang datar di dunia nyata untuk menampilkan objek 3D secara presisi dan interaktif, yang sangat penting untuk memberikan pengalaman pengguna yang natural dan efektif.

3.2. Materi untuk AR

Material collection adalah mengumpulkan semua material yang dibutuhkan untuk pengembangan aplikasi AR. Hal ini dilakukan dengan menulis kode program, mengintegrasikan aset multimedia, dan menguji fungsionalitas aplikasi. Pengembang menulis kode program untuk mengontrol tampilan model 3D, interaksi pengguna, dan fitur lainnya. Aset multimedia seperti model 3D, tekstur, audio, dan video diintegrasikan ke dalam aplikasi (Saad et al, 2022). Hasil pembuatan model 3D ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Aset 3D Jantung Manusia

Gambar 5 merupakan hasil rancang bangun model 3D jantung manusia yang dikembangkan sebagai aset utama untuk aplikasi Augmented Reality (AR) di platform Unity. Model ini menampilkan detail anatomi jantung dengan tekstur dan struktur yang realistik, yang memungkinkan pengguna untuk mendapatkan visualisasi yang akurat dan mendalam mengenai organ vital tersebut. Penggunaan model 3D ini sangat penting dalam konteks aplikasi AR karena memberikan pengalaman interaktif yang memungkinkan pengguna untuk mempelajari dan memahami fungsi serta bentuk jantung secara lebih nyata dan intuitif.

Fungsi utama dari model 3D jantung ini adalah sebagai elemen visual yang dapat diintegrasikan ke dalam aplikasi AR untuk berbagai tujuan, seperti edukasi medis, simulasi klinis, dan pemantauan kesehatan. Dengan model yang detail dan akurat, aplikasi dapat memberikan informasi yang lebih jelas dan interaktif kepada pengguna, baik itu mahasiswa kedokteran, tenaga medis, maupun pasien. Selain itu, model ini juga mendukung pengembangan fitur-fitur AR yang memerlukan representasi organ tubuh manusia secara presisi, sehingga meningkatkan kualitas dan efektivitas aplikasi dalam bidang kesehatan.

Aplikasi AR markerless ini memerlukan deteksi plane, yang diatur menggunakan C# seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.

Kode C# pada gambar 6 mendefinisikan kelas ARPlane yang berfungsi untuk merepresentasikan bidang datar (plane) yang terdeteksi oleh perangkat Augmented Reality (AR). Kelas ini merupakan bagian dari framework AR Foundation di Unity dan bertugas mengelola data bidang yang ditemukan di lingkungan nyata, termasuk posisi, ukuran, orientasi, dan batas bidang tersebut. ARPlane juga menyediakan mekanisme untuk memantau perubahan pada batas bidang dengan menggunakan threshold tertentu, sehingga ketika perubahan posisi vertex melebihi nilai ambang, event boundaryChanged akan dipicu untuk memberi tahu sistem bahwa batas bidang telah berubah.

Gambar 6. Potongan kode pengaturan *Plane*

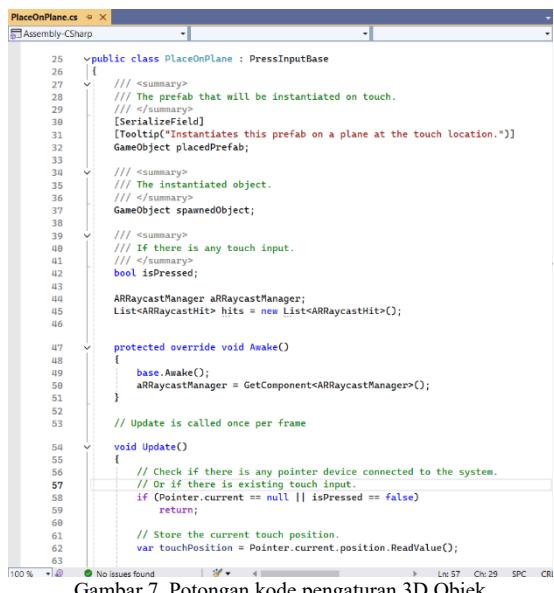
Fungsi utama dari kode ini meliputi pembaruan boundary bidang menggunakan data dari subsystem AR, pengelolaan memori untuk array native yang menyimpan titik-titik batas bidang, serta deteksi perubahan batas bidang secara efisien. Dengan demikian, ARPlane menyediakan kerangka kerja yang andal dan efisien untuk memantau dan mengelola bidang yang terdeteksi dalam aplikasi AR,

mendukung pengalaman pengguna yang responsif dan akurat.

Untuk menampilkan objek 3D jantung manusia setelah *Plane* aktif membutuhkan pengaturan hierarki Unity menggunakan *script C#* yang ditunjukkan pada gambar 7.

Gambar 7 merupakan potongan perancangan kode C# ini menghasilkan sebuah skrip yang memungkinkan pengguna untuk menempatkan objek prefab secara interaktif pada bidang yang terdeteksi oleh perangkat Augmented Reality (AR). Dengan memanfaatkan *ARRaycastManager*, skrip ini melakukan raycast pada posisi sentuhan pengguna untuk mendeteksi bidang yang valid di lingkungan nyata. Jika bidang terdeteksi, objek prefab akan ditempatkan pada posisi tersebut, dan jika objek sudah ada, posisinya akan diperbarui mengikuti posisi sentuhan terbaru. Selain itu, objek yang ditempatkan secara otomatis menghadap ke arah kamera utama, memberikan pengalaman visual yang lebih natural dan interaktif.

Fungsi utama dari skrip ini adalah untuk memfasilitasi interaksi pengguna dalam aplikasi AR dengan cara yang intuitif dan responsif, menggunakan sistem input baru Unity yang berbasis pada kelas *PressInputBase*. Skrip ini memonitor status sentuhan melalui metode *OnPress* dan *OnPressCancel*, serta mengelola logika penempatan objek dalam metode *Update*.



```

public class PlaceOnPlane : PressInputBase
{
    /// <summary>
    /// The prefab that will be instantiated on touch.
    /// </summary>
    [SerializeField]
    [Tooltip("Instantiates this prefab on a plane at the touch location.")]
    GameObject placedPrefab;

    /// <summary>
    /// The instantiated object.
    /// </summary>
    GameObject spawnedObject;

    // <summary>
    // If there is any touch input.
    // </summary>
    bool isPressed;

    ARRaycastManager arraycastManager;
    List<ARRaycastHit> hits = new List<ARRaycastHit>();

    protected override void Awake()
    {
        base.Awake();
        arraycastManager = GetComponent<ARRaycastManager>();
    }

    // Update is called once per frame

    void Update()
    {
        // Check if there is any pointer device connected to the system.
        // Or if there is existing touch input.
        if (Pointer.current == null || isPressed == false)
            return;

        // Store the current touch position.
        var touchPosition = Pointer.current.position.ReadValue();
    }
}

```

Gambar 7. Potongan kode pengaturan 3D Objek

Dengan demikian, skrip ini mendukung pembuatan aplikasi AR yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah menempatkan dan memindahkan objek virtual di dunia nyata, meningkatkan keterlibatan dan kemudahan penggunaan aplikasi.

3.3. Assembly

Assembly merupakan tahap di mana semua komponen aplikasi AR digabungkan menjadi satu

unit. Pembuatan storyboard, mockup, dan prototipe sebagai langkah awal untuk menggambarkan konsep desain. Pada tampilan antarmuka pengguna, terdapat model 3D jantung manusia yang menjadi fokus utama, dilengkapi dengan tombol-tombol yang berfungsi untuk mengatur tampilan model tersebut. Desain antarmuka aplikasi AR dibuat dengan prinsip kemudahan penggunaan dan keintuitifan agar pengguna dapat berinteraksi tanpa kesulitan. Pemilihan warna dan jenis huruf disesuaikan agar tetap jelas dan mudah dibaca, bahkan ketika digunakan di bawah sinar matahari langsung. Selain itu, tombol dan ikon dirancang secara tegas dan mudah dimengerti untuk memudahkan navigasi. Saat aplikasi dijalankan, antarmuka pengguna untuk halaman utama langsung muncul, sebagaimana terlihat pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan tampilan menu aplikasi yang dilengkapi dengan tombol menu praktis yang memudahkan pengguna untuk menavigasi dan mengamati kondisi jantung manusia. Setiap tombol mewakili kategori pengamatan pasien. Pengguna memilih menu Start untuk mengaktifkan fitur kamera AR. Aplikasi akan membuka kamera ponsel pintar dan menggunakan teknologi AR untuk menampilkan model 3D di atas layar kamera. Posisi dan skala model 3D akan disesuaikan dengan detection plane, sehingga tampak seolah-olah desain tersebut diletakkan di dunia. Halaman Start ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Antarmuka pengguna halaman beranda



Gambar 6. Halaman Start aplikasi AR

Peragaan aplikasi Augmented Reality (AR) markerless ini menampilkan hasil yang interaktif dan realistik dengan memunculkan model 3D jantung manusia secara tepat di area dada pasien. Melalui teknologi AR, model jantung ini dapat dilihat secara nyata dan seolah-olah berada di dalam tubuh pasien, memberikan pengalaman visual yang mendalam dan informatif. Penempatan model 3D yang akurat pada posisi anatomi dada memungkinkan pengguna, baik tenaga medis maupun pasien, untuk memahami struktur dan fungsi jantung secara langsung dalam konteks dunia nyata tanpa memerlukan marker fisik sebagai penanda.



Gambar 7. Menu Medical Record

Fungsi utama dari menu aplikasi ini adalah untuk mendukung edukasi medis dan pemantauan kesehatan secara real-time dengan cara yang lebih intuitif dan mudah diakses. Dengan menampilkan jantung secara visual di tubuh pasien, aplikasi ini membantu dalam menjelaskan kondisi kesehatan, diagnosis, atau prosedur medis dengan cara yang lebih jelas dan interaktif. Selain itu, pendekatan markerless ini meningkatkan fleksibilitas penggunaan aplikasi di berbagai lingkungan tanpa batasan penempatan marker, sehingga memperluas potensi aplikasi AR dalam bidang kesehatan dan edukasi.

Kenudian, saat pengguna memilih halaman Medical Record, akan tertampil pilihan rekam medis Blood Preasure, ECG, MRI, dan Blood Test. Masing-masing submenu ini akan mengarahkan pengguna ke rekam medis pasien. Gambar 7 menunjukkan menu Medical Record.

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 7, perancangan antarmuka pengguna (UI) pada menu Medical Record ini menghasilkan tampilan yang intuitif dan mudah digunakan, dengan fokus utama pada kemudahan akses terhadap data kesehatan jantung. Desain ini menampilkan empat ikon utama yang mewakili kategori pemeriksaan penting, yaitu tekanan darah, elektrokardiogram (ECG), magnetic resonance imaging (MRI), dan tes darah. Setiap ikon dilengkapi dengan label yang jelas, sehingga pengguna dapat dengan cepat mengenali dan memilih

jenis pemeriksaan yang diinginkan. Tata letak yang rapi dan simetris mendukung navigasi yang efisien, meminimalkan kebingungan dan mempercepat interaksi pengguna dengan aplikasi.

Fungsi utama dari perancangan UI ini adalah untuk menyediakan akses cepat dan terorganisir ke berbagai data medis yang relevan dengan kesehatan jantung, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi mereka secara real-time. Latar belakang gambar jantung tidak hanya memperkuat konteks visual aplikasi, tetapi juga memberikan sentuhan estetika yang menarik dan profesional. Dengan demikian, UI ini tidak hanya berperan sebagai alat navigasi, tetapi juga meningkatkan pengalaman pengguna melalui desain yang fungsional dan estetis, mendukung tujuan aplikasi dalam membantu pemantauan kesehatan secara efektif.

3.4. Testing dan System Evaluation

Pengujian aplikasi AR diuji secara menyeluruh untuk memastikan bahwa aplikasi bebas bug dan berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan berbagai cara, seperti pengujian unit, pengujian integrasi, dan pengujian penerimaan pengguna (Boediono et al, 2023). Pengujian unit dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen aplikasi AR berfungsi dengan baik secara individual. Pengujian integrasi dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen aplikasi AR bekerja sama dengan baik. Pengujian penerimaan pengguna dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi AR memenuhi kebutuhan pengguna. Pada tahap pengujian, aplikasi AR diuji secara menyeluruh untuk memastikan bahwa aplikasi bebas bug dan berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan berbagai cara, seperti pengujian unit, pengujian integrasi, dan pengujian penerimaan pengguna. Pengujian unit dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen aplikasi AR berfungsi dengan baik secara individual (Jung et al., 2022). Pengujian integrasi dilakukan untuk memastikan semua komponen aplikasi AR bekerja sama. Pengujian penerimaan pengguna dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi AR memenuhi kebutuhan pengguna. Fungsionalitas dasar aplikasi AR telah diverifikasi untuk memastikan peluncuran yang tepat, memuat model 3D, dan memungkinkan interaksi pengguna dengan model tersebut seperti pada Tabel 1. Pengujian fungsionalitas interaktif dilakukan untuk memverifikasi kemampuan pengguna dalam berinteraksi dengan model 3D dengan mengakses informasi.

Selanjutnya, tahapan distribusi aplikasi AR kepada pengguna. Hal ini dilakukan dengan menerbitkan aplikasi di toko aplikasi atau platform distribusi lainnya. Aplikasi AR bisa diterbitkan di Google Play Store. Panduan pengguna dan materi pelatihan disediakan untuk membantu pengguna dalam menggunakan aplikasi. MDLC merupakan metode yang efektif untuk mengembangkan aplikasi

AR untuk konstruksi. Dengan menerapkan MDLC, pengembang dapat memastikan bahwa aplikasi AR yang mereka kembangkan memenuhi kebutuhan pengguna, berkualitas tinggi, dan mudah digunakan.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Menu Navigasi

Halaman	Tombol UI	Target	Hasil
Start	Pilih tombol Start	Tampil halaman AR	halaman berhasil
Medical Record	Pilih tombol Medical Record	Tampil halaman Medical Record	halaman berhasil
Medical Contact	Pilih tombol Medical Contact	Tampil halaman Medical Contact	halaman berhasil
About	Pilih tombol About	Showing About	halaman berhasil

Aplikasi AR telah diuji kompatibilitasnya dengan berbagai perangkat seperti Samsung, Xiaomi, dan Infinix seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Dengan Divisi Yang Berbeda

Alat	Implementasi	Hasil
Samsung	Aplikasi dapat dijalankan	berhasil
Xiomi	Aplikasi dapat dijalankan	berhasil
Infinix	Aplikasi dapat dijalankan	berhasil

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi Augmented Reality (AR) markerless yang memanfaatkan aset 3D jantung manusia sebagai elemen utama visualisasi. Model 3D jantung yang dirancang dengan detail dan tekstur realistik memungkinkan pengguna untuk memperoleh pengalaman interaktif yang mendalam dalam memahami anatomi dan fungsi jantung. Penggunaan model ini dalam aplikasi AR memberikan nilai tambah signifikan, terutama dalam konteks edukasi medis dan pemantauan kesehatan, karena memungkinkan visualisasi organ secara nyata tanpa memerlukan marker fisik, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan penggunaan aplikasi di berbagai kondisi lingkungan.

Selain itu, perancangan antarmuka pengguna (UI) yang intuitif dan fungsional pada menu Medical Record mendukung akses cepat dan terorganisir terhadap data kesehatan jantung. Desain UI yang sederhana namun efektif, dengan ikon yang jelas dan navigasi yang mudah, memudahkan pengguna dalam berinteraksi dengan aplikasi, baik untuk menampilkan data tekanan darah, elektrokardiogram, MRI, maupun tes darah. Integrasi antara model 3D jantung yang akurat dan UI yang user-friendly ini menciptakan pengalaman pengguna yang imersif dan responsif, sehingga aplikasi ini tidak hanya berfungsi sebagai alat edukasi, tetapi juga sebagai solusi

teknologi inovatif untuk pemantauan kesehatan jantung secara real-time.

Secara keseluruhan, riset ini menunjukkan bahwa penggabungan teknologi AR markerless dengan aset 3D berkualitas tinggi dan desain UI yang baik dapat menghasilkan aplikasi yang efektif dan efisien dalam mendukung edukasi dan monitoring kesehatan. Pengembangan ini membuka peluang lebih luas untuk penerapan teknologi AR dalam bidang medis, khususnya dalam meningkatkan pemahaman anatomi dan kondisi kesehatan pasien secara interaktif dan mudah diakses. Dengan demikian, aplikasi ini dapat menjadi alat bantu yang berharga bagi tenaga medis maupun pengguna umum dalam upaya menjaga dan meningkatkan kesehatan jantung.

5. SUMBER PUSTAKA/RUJUKAN

Ferliana Widianingrum et al., membahas pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis Android yang memanfaatkan teknologi Augmented Reality (AR) untuk membantu siswa memahami organ lambung manusia secara lebih interaktif dan fleksibel dibandingkan metode tradisional. Lambung sebagai organ yang berfungsi mengolah dan menyimpan makanan serta menyerap zat penting bagi tubuh sering diajarkan dengan alat peraga yang kurang praktis, sehingga diperlukan sistem pembelajaran yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Aplikasi ini memungkinkan pengguna mengarahkan kamera smartphone ke marker khusus untuk menampilkan objek AR, dengan pengujian menunjukkan bahwa marker dapat terdeteksi optimal pada jarak 20-35 cm dalam kondisi pencahayaan terang, serta tombol aplikasi berfungsi dengan baik tanpa kendala. Survei terhadap 63 siswa SD menunjukkan tingkat kepuasan 96,8% dan kemudahan penggunaan 100%, sementara para ahli pengajar memberikan umpan balik positif mengenai efektivitas media pembelajaran ini. Kesimpulannya, aplikasi AR ini terbukti efektif meningkatkan pemahaman siswa tentang organ lambung dan menjadi alat bantu pendidikan yang inovatif, khususnya dalam pembelajaran organ tubuh manusia di sekolah dasar (Ferliana Widianingrum et al., 2021).

Z. Chen et al., mengusulkan kerangka augmented reality (AR) tanpa marker yang inovatif untuk meningkatkan keselamatan operasi bedah robot-assisted (RAS) dengan mengurangi risiko perdarahan intra-operatif akibat tabrakan instrumen bedah dengan pembuluh darah sensitif. Kerangka ini mengintegrasikan rekonstruksi stereo canggih dan jaringan segmentasi untuk merekonstruksi pembuluh darah secara akurat dalam ruang 3D, memungkinkan pendaftaran efektif dengan model pra-operatif tanpa memerlukan marker fisik, sehingga meningkatkan presisi dan lokalisasi jaringan lunak selama operasi. Evaluasi komprehensif terhadap berbagai jaringan saraf dilakukan untuk menemukan kombinasi terbaik dalam rekonstruksi dan segmentasi pembuluh darah,

sementara studi kelayakan dengan sepuluh subjek yang melakukan limfadenektomi robot-assisted pada da Vinci Research Kit (dVRK) menunjukkan bahwa sistem AR ini secara signifikan membantu menghindari tabrakan berbahaya tanpa menambah beban kognitif atau fisik pada ahli bedah. Metodologi melibatkan penggunaan pasangan gambar stereo untuk memperkirakan peta disparitas dan segmentasi pembuluh darah, yang kemudian divisualisasikan dalam 3D dan didaftarkan dengan model pra-operatif, serta memberikan umpan balik real-time untuk mencegah tabrakan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan jarak antara instrumen dan pembuluh darah serta peningkatan skor System Usability Scale (SUS) sebesar 7%, menandakan pengalaman pengguna yang lebih baik. Meski demikian, pemodelan instrumen bedah masih menjadi sumber kesalahan potensial dan studi dilakukan dalam lingkungan laboratorium yang terkontrol, sehingga belum sepenuhnya mencerminkan kondisi klinis nyata. Kesimpulannya, kerangka AR tanpa marker ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan keselamatan operasi bedah robot-assisted dengan umpan balik visual yang efektif, dan penelitian lanjutan akan fokus pada integrasi fixture virtual untuk meningkatkan keselamatan melalui mekanisme umpan balik gaya, menandai kemajuan penting dalam penerapan AR di bidang bedah robotik (Z. Chen et al., 2024).

Achmad, A et al., membahas pengembangan aplikasi berbasis Augmented Reality (AR) yang dirancang untuk membantu siswa mengenal organ tubuh manusia secara interaktif dengan mengintegrasikan model 3D yang dibuat menggunakan Blender dan Unity serta memanfaatkan Vuforia SDK untuk implementasi AR pada perangkat Android. Aplikasi ini bertujuan menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan inovatif dengan teknologi yang sudah familiar bagi anak-anak. Metodologi pengembangan meliputi pemodelan 3D berdasarkan data buku biologi, integrasi model ke dalam aplikasi menggunakan Unity dan Vuforia, serta pengujian akurasi deteksi marker 3D oleh kamera smartphone. Hasil pengujian menunjukkan bahwa jarak deteksi marker bervariasi tergantung ukuran marker dan sudut pandang kamera, sementara semua fungsi aplikasi berjalan sesuai harapan, memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan informatif. Kesimpulannya, aplikasi AROrgans ini efektif digunakan siswa untuk belajar organ tubuh manusia dengan cara yang lebih menarik dan dapat berjalan pada perangkat Android minimal versi 4.4 (KitKat), memungkinkan interaksi langsung dengan model 3D melalui kamera smartphone. Penelitian ini menegaskan potensi besar teknologi AR dalam meningkatkan interaktivitas dan pemahaman siswa dalam pendidikan, sejalan dengan tren global yang mengedepankan inovasi teknologi untuk pengalaman belajar yang lebih efektif (Achmad, A et al., 2020).

Koulouris et al., membahas pengembangan aplikasi mobile berbasis Augmented Reality (AR) dan Computer Vision yang dirancang untuk mendukung pendidikan di bidang kesehatan, khususnya dalam pengenalan dan pengelolaan substansi farmasi. Aplikasi ini menggunakan teknologi pengenalan teks melalui Google ML Kit untuk mendeteksi informasi pada kemasan obat, kemudian mencocokkan data tersebut dengan database PubChem menggunakan algoritma analisis teks, serta memvisualisasikan model 3D molekul obat menggunakan ARCore di atas kemasan yang dikenali. Sistem ini memungkinkan pengguna, baik profesional kesehatan maupun mahasiswa, untuk berinteraksi dengan model 3D dan memperoleh informasi farmasi secara interaktif, yang terbukti meningkatkan pemahaman mereka. Evaluasi aplikasi dalam kondisi nyata menunjukkan kemampuan mengenali beberapa kemasan obat sekaligus dan menampilkan data terkait secara efektif. Meskipun saat ini aplikasi terbatas pada pengenalan teks bahasa Inggris dan satu basis data, penelitian ini menegaskan potensi besar AR dan Computer Vision dalam pendidikan kesehatan, dengan rencana pengembangan fitur tambahan seperti tes dan kuis untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Penelitian ini sejalan dengan tren global dalam pemanfaatan teknologi AR untuk meningkatkan interaksi, pemahaman, dan keselamatan pasien dalam konteks pendidikan dan praktik kesehatan (Koulouris et al., 2022).

Dinh et al., menyajikan analisis komprehensif mengenai pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) dalam telemedicine dan pendidikan jarak jauh dengan tujuan mengeksplorasi perangkat serta platform AR yang digunakan serta mengevaluasi hasil dan variabel yang diukur dalam studi terkait. Melalui pencarian literatur di berbagai database seperti PubMed, Scopus, Embase, dan MEDLINE dari Januari 2012 hingga Oktober 2022, ditemukan 39 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Dari analisis tersebut, teridentifikasi 20 perangkat dan platform AR unik, dengan 50% berupa head-mounted display (HMD) komersial. Variabel yang umum diukur meliputi waktu penyelesaian tugas, kinerja, dan kompleksitas prosedur, dengan hasil menunjukkan bahwa AR dapat meningkatkan akses informasi dan memfasilitasi bimbingan dalam berbagai konteks kesehatan. Umpan balik pengguna umumnya positif terkait efektivitas dan penerimaan teknologi ini, meskipun terdapat kekurangan dalam pengukuran hasil jangka panjang seperti biaya dan kualitas hidup pasien. Studi ini menyimpulkan bahwa AR memiliki potensi besar untuk meningkatkan telemedicine dan telementoring, namun peranannya sebagai alternatif platform komunikasi saat ini masih perlu divalidasi lebih lanjut. Keterbatasan teknis dan kurangnya standar serta adopsi menghambat pelaksanaan studi longitudinal dan uji coba terkontrol acak yang lebih luas. Penelitian ini sejalan dengan tren penggunaan

AR dalam pendidikan medis, prosedur bedah jarak jauh, dan analisis biaya-manfaat implementasi sistem AR dalam praktik klinis, menegaskan potensi AR sebagai alat penting untuk meningkatkan akses dan kualitas layanan kesehatan meskipun masih menghadapi tantangan dalam validasi dan penerapan (Dinh et al., 2023).

Semua naskah ditelaah secara *double blind-review* oleh mitra bestari (*reviewers*) yang ditunjuk oleh *editor* menurut bidang kepakarannya. Penulis naskah diberi kesempatan untuk melakukan perbaikan (revisi) naskah atas dasar rekomendasi/saran dari mitra bestari dan editor. Kepastian pemuatan atau penolakan naskah akan diberitahukan secara tertulis melalui email.

Pemeriksaan dan penyuntingan cetak-coba dikerjakan oleh redaksi dan/atau dengan melibatkan penulis. Naskah yang sudah dalam bentuk cetak-coba dapat dibatalkan pemuatannya oleh redaksi jika diketahui bermasalah.

Segala sesuatu yang menyangkut perijinan pengutipan atau penggunaan software komputer untuk pembuatan naskah atau hal lain yang terkait dengan HAKI yang dilakukan oleh penulis naskah, berikut konsekuensi hukum yang mungkin timbul karenanya, menjadi tanggung jawab penuh penulis naskah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- ACHMAD, A., ZAINUDDIN, Z. AND HUSAIN, M.F., 2020. Augmented Reality 3D untuk Pengenalan Organ Tubuh Manusia. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(3), pp.233–240. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v12i3.680.233-240>.
- ALI, M.M., PAUL, B.K., AHMED, K., BUI, F.M., QUINN, J.M.W. AND MONI, M.A., 2021. Heart disease prediction using supervised machine learning algorithms: Performance analysis and comparison. *Computers in Biology and Medicine*, [online] 136(May), p.104672. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2021.104672>.
- BHOWMICK, A., MAHATO, K.D., AZAD, C. AND KUMAR, U., 2022. Heart Disease Prediction Using Different Machine Learning Algorithms. *Proceedings - 2022 IEEE World Conference on Applied Intelligence and Computing, AIC 2022*, pp.60–65. <https://doi.org/10.1109/AIC55036.2022.9848885>.
- BOEDIONO, J.A.S., AULIA, M.R. AND MAULANA, F.I., 2023. Markerless Augmented Reality Application for Indonesian Traditional House Education. *Procedia Computer Science*, [online] 227, pp.718–725. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.576>
- N, Z., CRUCIANI, L., FAN, K., FONTANA, M., LIEVORE, E., DE COBELLI, O., MUSI, G., FERRIGNO, G. AND DE MOMI, E., 2024. Towards safer robot-assisted surgery: A markerless augmented reality framework. *Neural Networks*, [online] 178(March), p.106469. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2024.106469>.
- H, A., YIN, A.L., ESTRIN, D., GREENWALD, P. AND FORTENKO, A., 2023. Augmented Reality in Real-time Telemedicine and Telementoring: Scoping Review. *JMIR mHealth and uHealth*, 11. <https://doi.org/10.2196/45464>.
- FONY FERLIANA WIDIANINGRUM, SUGONDO HADIYOSO AND SUKI AULIA, 2021. Penerapan Augmented Reality Berbasis Android untuk Pembelajaran Organ Lambung Manusia. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 10(4), pp.329–335. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v10i4.2362>.
- HU, X., CUTOLO, F., IQBAL, H., HENCKEL, J. AND RODRIGUEZ Y BAENA, F., 2024. Artificial Intelligence-driven Framework for Augmented Reality Markerless Navigation in Knee Surgery. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 5(10), pp.5205–5215. <https://doi.org/10.1109/TAI.2024.3429048>.
- ISMAIL, I., SYAPUTRA, E., LEONANDA, B.D., IKSAN, N., ABDULBAQIE, A.S., HUSIN, M.R., AHMAD, H. AND PANESSAI, I.Y., 2022. The usefulness of an Augmented Reality-based Interactive 3D Furniture Catalog as a Tool to Aid Furniture Store Sales Operations. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 16(4), p.345. <https://doi.org/10.22146/ijccs.69570>.
- JUNG, C., WOLFF, G., WERNLY, B., BRUNO, R.R., FRANZ, M., SCHULZE, P.C., SILVA, J.N.A., SILVA, J.R., BHATT, D.L. AND KELM, M., 2022. Virtual and Augmented Reality in Cardiovascular Care: State-of-the-Art and Future Perspectives. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 15(3), pp.519–532. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2021.08.017>.
- KOULOURIS, D., GALLOS, P., MENYCHTAS, A. AND MAGLOGIANNIS, I., 2022. Exploiting Augmented Reality and Computer Vision for Healthcare Education: The Case of Pharmaceutical Substances Visualization and Information Retrieval. *Studies in Health Technology and Informatics*, 298, pp.87–91. <https://doi.org/10.3233/SHTI220913>.
- LIU, S., LIAO, Y., HE, B., DAI, B. AND ZHU, Z., 2023. Mandibular resection and defect

- reconstruction guided by a contour registration-based augmented reality system: A preclinical trial. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, [online] 51(6), pp.360–368. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2023.05.007>.
- NURHADI, STIAWAN, D., IDRIS, M.Y. AND SAPARUDIN, 2022. Enhancing Object Tracking in Augmented Reality Using Convolutional Neural Network-Based. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics*, 10(4), pp.858–866. <https://doi.org/10.52549/ijeei.v10i4.4104>.
- PRASETYA, F., FORTUNA, A., JALINUS, N., REFDINAL, R., FAJRI, R., WULANSARI, R.E., PRIMAWATI, P., ANDRIANI, W., SAMALA, A.D., LUTHFI, A., PUTRA, W.P., TAYSEER, F., AYASRAH, M. AND KAYA, D., 2024. Revolutionizing CNC Lathe Education: Designing Instructional Media Integrated Using Augmented Reality Technology. 13(2), pp.1695–1701. <https://doi.org/10.18421/TEM132>.
- PRAYITNO, K. AND YULIANSYAH, H., 2025. IMPLEMENTASI MARKERLESS LOCATION-BASED IMPLEMENTATION OF MARKERLESS LOCATION-BASED FOR ANDROID-BASED. 12(1), pp.47–56. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2025129193>.
- SAAD, M., IQBAL, S. AND SOOMRO, S.R., 2022. Design and Development of a Multi-Sided Tabletop Augmented Reality 3D Display Coupled with Remote 3D Imaging Module. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 54(6), pp.1173–1187. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2022.54.6.6>.
- SAMALA, A.D. AND AMANDA, M., N.D. Immersive Learning Experience Design (ILXD): Augmented Reality Mobile Application for Placing and Interacting with 3D Learning Objects in Engineering Education. (Ilxd), pp.22–35.
- SHAH, D., PATEL, S. AND BHARTI, S.K., 2020. Heart Disease Prediction using Machine Learning Techniques. *SN Computer Science*, [online] 1(6). <https://doi.org/10.1007/s42979-020-00365-y>.
- WIDIARTI, A.R., 2024. Enhancing the Transliteration of Words written in Javanese Script through Augmented Reality. 14(5), pp.16784–16789.