

Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Sendi Berbasis Augmented Reality Menggunakan Metode Marker Based Tracking Pada Perangkat Android

Elga Yuan Saputra¹, Moh. Ali Romli²

elgayuansaputra123@gmail.com, ali.romli@uty.ac.id

Universitas Teknologi Yogyakarta

Informasi Artikel	Abstrak
Diterima : 27 Okt 2023 Direview : 2 Nov 2023 Disetujui : 30 Nov 2023	Penggabungan teknologi dalam media pembelajaran mempunyai dampak yang jauh lebih besar terhadap seberapa baik siswa belajar dibandingkan dengan penggunaan buku saja. Namun, siswa kesulitan memvisualisasikan konsep yang diajarkan ketika media gagal memberikan visualisasi yang jelas tentang sistem sendi manusia. Siswa mungkin mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan anatomi sendi yang dijelaskan dalam buku teks karena kurangnya ilustrasi 3D, namun dengan penggunaan teknologi <i>Augmented Reality</i> , mereka mungkin mendapatkan gambaran yang jauh lebih jelas tentang struktur sendi kompleks kerangka manusia. Adapun tujuan yaitu untuk merancang <i>Augmented Reality</i> menggunakan perangkat <i>smartphone</i> sebagai media pembelajaran yang dapat membantu memberikan informasi yang lebih inovatif dengan menampilkan objek 3D. Secara khusus, penelitian ini menggunakan pengembangan sistem Marker Based Tracking yang menggunakan kamera ponsel pintar untuk mendeteksi marker untuk keperluan pemrosesan dan menampilkan objek visual 3D. Sistem sendi manusia dapat dipelajari lebih mendalam dengan bantuan <i>smartphone</i> Android, dan hasil penelitian serta pengujian sistem ditampilkan informasi dalam bentuk objek 3D.
Kata Kunci	
<i>Augmented Reality, Marker Based Tracking, Algoritma Natural Future Tracking, Aplikasi Android.</i>	

Keywords	Abstrak
<i>Augmented Reality, Marker Based Tracking, Natural Future Tracking Algorithm, Android Application.</i>	<i>The incorporation of technology into learning media has a much greater impact on how well students learn than the use of books alone. However, students struggle to visualize the concepts taught when the media fails to provide a clear visualization of the human joint system. Students may have difficulty in visualizing the joint anatomy described in textbooks due to the lack of 3D illustrations, but with the use of Augmented Reality technology, they may get a much clearer picture of the complex joint structure of the human skeleton. The goal is to design Augmented Reality using a smartphone device as a learning media that can help provide more innovative information by displaying 3D objects. Specifically, this research utilizes the development of a Marker Based Tracking system that uses a smart phone camera to detect markers for the purposes of processing and displaying 3D visual objects. The human joint system can be studied more deeply with the help of an Android smartphone, and the results of research and testing of the system are displayed information in the form of 3D objects.</i>

A. Pendahuluan

Media augmented reality (AR) yang dibangun pada platform Android semakin populer dalam bidang pendidikan[1]. *Augmented Reality* (AR) merupakan inovasi mutakhir yang berpotensi membantu guru memberikan materi pembelajaran yang menarik dan informatif, seperti simulasi 3D benda-benda dunia nyata yang dapat dilihat secara real-time[2]. Contoh ketika materi yang dihasilkan komputer termasuk teks, foto, dan video dapat diakses dengan mudah kapan saja menggunakan Augmented Reality (AR) membuat pembelajaran menjadi lebih nyaman [3].

Studi terbaru tentang penggunaan augmented reality (AR) di kelas ilmiah menunjukkan bahwa hal ini dapat digunakan untuk meningkatkan Pembelajaran Inkuiri Terbimbing, yang pada gilirannya meningkatkan keterlibatan siswa dengan pencerahan[4]. Penelitian kedua yang pernah dilakukan pada pembelajaran hewan purba Siswa akan lebih tertarik dalam belajar jika dihadapkan pada materi pembelajaran yang disajikan dalam bentuk objek 3D, seperti halnya dengan pendekatan berbasis penanda[5]. Studi ketiga melihat bagaimana Augmented Reality dapat digunakan untuk meningkatkan pendidikan di bidang Biologi. Temuan ini memberikan motivasi untuk mengajar siswa tentang sistem ekskresi manusia dan organ-organnya, seperti mempelajari nama-nama mereka dan bagaimana kaitannya dengan bentuknya[6].

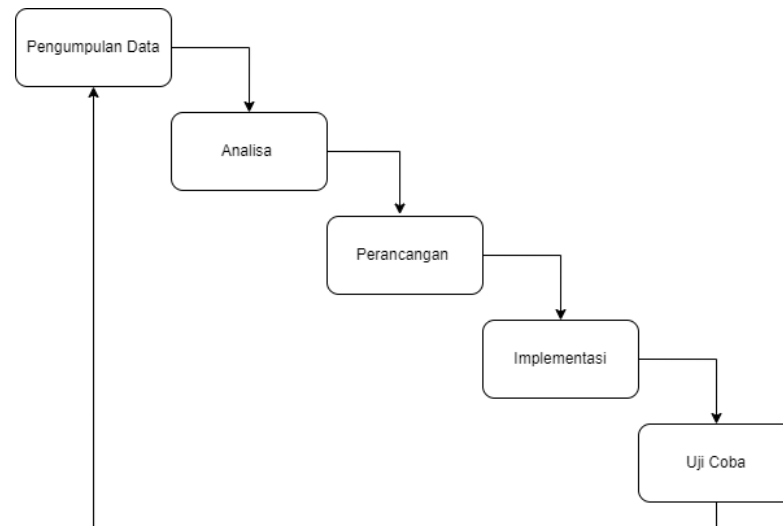
Sendi yang menghubungkan tulang dibahas di kelas Biologi dan topik lainnya. Bentuk sendi menentukan apakah sendi tersebut dapat digerakkan, kaku, atau tetap. Sendi bola, sendi pelana, sendi engsel, sendi geser, sendi putar, dan sendi geser adalah jenis sendi bergerak yang dikategorikan berdasarkan arah gerak yang diperbolehkan. Papan tulis dan grafik dalam buku biologi masih menjadi sarana paling umum untuk menyebarkan informasi tentang sel-sel penyusun jaringan pada sistem sendi itu sendiri. Sementara itu, konten sistem terpadu ini tidak mudah terlihat, sehingga menyulitkan siswa untuk memvisualisasikan apa yang mereka pelajari dan meningkatkan kebosanan mereka[7]. Dalam meningkatkan standar pendidikan, teknologi dapat digunakan sebagai alat pengajaran untuk meningkatkan standar pendidikan adalah Media Pembelajaran Sistem berbasis Augmented Reality yang nyata dan virtual menggunakan Algoritma NFT untuk Perangkat Android.

Mengingat hal tersebut di atas, saran saat ini adalah mengembangkan aplikasi AR yang menggunakan teknik pelacakan berbasis Marker. Metode berbasis penanda mencakup pelabelan lokasi fisik atau objek dengan indikator visual seperti gambar atau kode batang yang dapat dibaca oleh komputer menggunakan kamera internal atau eksternal[8]. Untuk mewujudkan penerapan sistem gabungan, perlu dilakukan deteksi terlebih dahulu pada tepi, sudut, dan gerak objek tiga dimensi menggunakan Natural Feature Tracking (NFT)[9]. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk merancang perangkat lunak augmented reality (AR) yang dapat diterapkan dan efisien untuk digunakan dalam pendidikan biologi, yang berpusat pada topik sistem sendi manusia.

B. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah alat untuk mengumpulkan informasi yang dapat diperbaiki agar dapat lebih memenuhi kebutuhan proyek penelitian yang ada.

Pengembangan perangkat lunak edukasi berbasis Augmented Reality berbasis Android yang mencakup sistem sendi manusia dilakukan secara bertahap menginginkan Metodologi SDLC. Metodologi SDLC mencakup berbagai tonggak dalam pengembangan dan peluncuran produk perangkat lunak[10]. Perencanaan, analisis, perancangan, pembangunan, dan pengujian adalah tahapan dari pendekatan ini :



Gambar 1. Metode Penelitian

Gambar 1 menggambarkan langkah pertama dalam proses penelitian dan menyusun kriteria penerapan. Setiap langkah prosedur penelitian diberikan di bawah ini:

1. Pengumpulan Data dilakukan pada saat wawancara langsung kepada guru biologi di SMP N 1 Kalikotes, Klaten. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dalam pengumpulan informasi mengenai materi sistem sendi dan metode pembelajaran. Tujuan dari melakukan wawancara adalah untuk membantu proses penelitian dengan mencari referensi teori yang relevan dan sudah melakukan penyelidikan.
2. Analisa Ada dua jenis analisis yang dilakukan pada langkah proses pembuatan aplikasi ini :
 - a. Perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan dalam mengembangkan aplikasi telah dinilai, dan alat yang diperlukan telah diperoleh.
 - b. Menganalisis permasalahan yang dihadapi oleh siswa SMP N 1 Kalikotes pada kelas Biologi ketika mempelajari sistem sendi manusia menemui kendala. Pada metode pembelajaran hanya menggunakan buku LKS dan metode penyampaian ceramah yang terlihat masih kurang sesuai karna siswa belum tentu memahami materi yang disampaikan. Sehingga diperlukan media yang mampu membantu siswa memahami materi yang disampaikan dengan baik. Tujuan dari melakukan analisis adalah untuk merancang perangkat lunak augmented reality (AR) yang dapat digunakan dalam pendidikan biologi, yang berpusat pada topik sistem sendi manusia.
3. Alur kerja perancangan aplikasi yang akan dimodelkan dengan perangkat lunak *Unified Modeling Language* (UML) dijelaskan pada tahap desain ini. *Unified*

Modeling Language (UML) adalah alat untuk memodelkan keseluruhan perangkat lunak, termasuk interaksinya, komponen-komponennya, dan keadaan di mana keadaannya dapat diubah[11].

4. Tahap Implementasi Aplikasi. Tahap dari pembuatan aplikasi secara keseluruhan, mulai dari mengumpulkan fakta dan angka yang relevan terkait dengan topik yang dibahas, seperti:
 - a. Augmented reality teknologi yang memungkinkan benda digital dua dimensi (3D) digabungkan dengan benda fisik tiga dimensi (3D).
 - b. Unity 3D seperangkat sumber daya terpadu untuk pengembangan aplikasi AR dan model 3D.
 - c. C# bahasa untuk mengembangkan aplikasi di Unity 3D.
 - d. *Vuforia Qualcomm*, fitur *Augmented Reality Qualcomm* yang digunakan untuk mengenali marker.
 - e. Blender 3D, teknik untuk membuat sesuatu gambar dalam objek 3D.
5. Tes alfa dan beta digunakan untuk mengevaluasi perangkat lunak.

C. Hasil dan Pembahasan

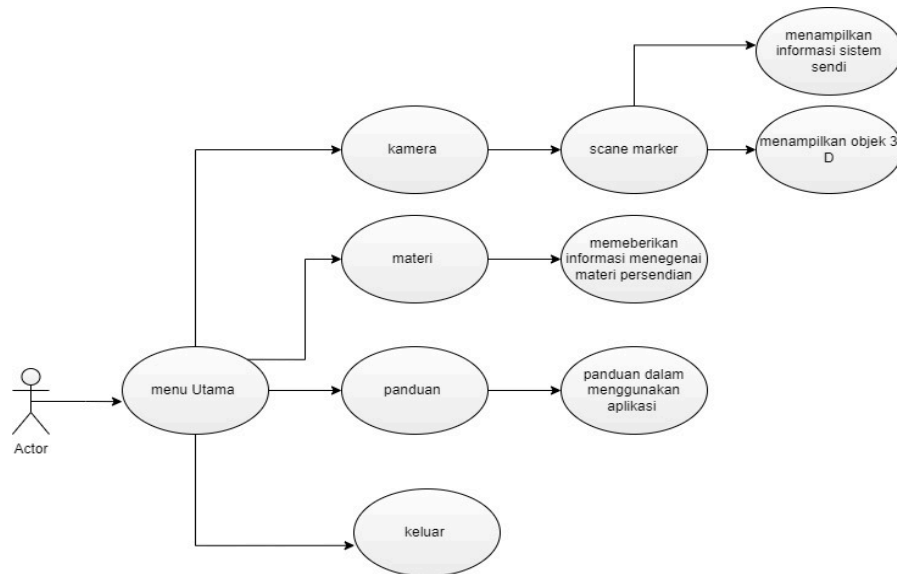
Augmented reality merupakan teknologi yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan konten digital secara real time dan melihat model 3D item virtual. Salah satu bidang yang mendapat manfaat dari *teknologi augmented reality* adalah pengajaran di kelas. Dengan menampilkan objek 3D, teknologi berbasis *augmented reality* dapat dimanfaatkan sebagai platform pembelajaran komunal, menyajikan konten pendidikan yang baru dan menarik. Sendi dapat dilihat dalam tiga dimensi, membangkitkan rasa ingin tahu pengguna dan mendorong mereka untuk berinteraksi dengan lingkungan fisik. Bagian ini akan membahas langkah-langkah pemodelan yang terlibat dalam pengembangan aplikasi AR.

1. Pemodelan UML

Diagram UML dimanfaatkan yaitu untuk sistem awal yang dapat memberikan gambaran kepada pengguna dan menyatukan informasi yang terdiri dari :

a. *Use Case Diagram*

Use case diagram digunakan untuk menentukan bagaimana pengguna beroperasi dan berinteraksi di dalam sistem. Diagram use case menggambarkan bagaimana sistem dan pengguna berinteraksi satu sama lain. Gambar 2 menunjukkan sistem Use Case Diagram yang dibuat telah selesai.

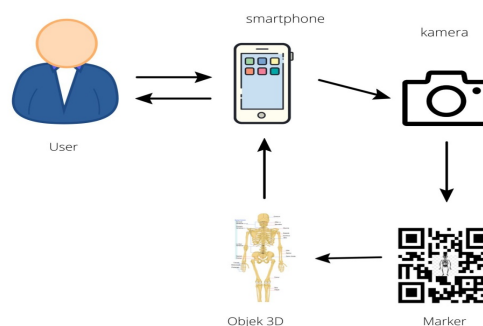


Gambar 2. Use Case Diagram

Kasus penggunaan menu utama adalah keterlibatan pengguna, dan ini akan menghasilkan beberapa menu yang terdiri dari menu panduan yang berfungsi menampilkan informasi panduan penggunaan aplikasi, menu materi menampilkan informasi mengenai materi sisten sendi, dan menu kamera menampilkan informasi dan objek 3 dimensi (3D).

b. Arsitektur Model

Dalam penelitian ini dirancang dan diangun Aplikasi Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Sendi Berbasis Augmented Reality berbasis Android. Konsep aplikasi ini menggunakan perancangannya Unity dan Vuforia SDK sebagai SDK yang mengimplementasikan teknologi AR. Gambar 3 Activity Diagram Sistem adalah sebagai berikut.

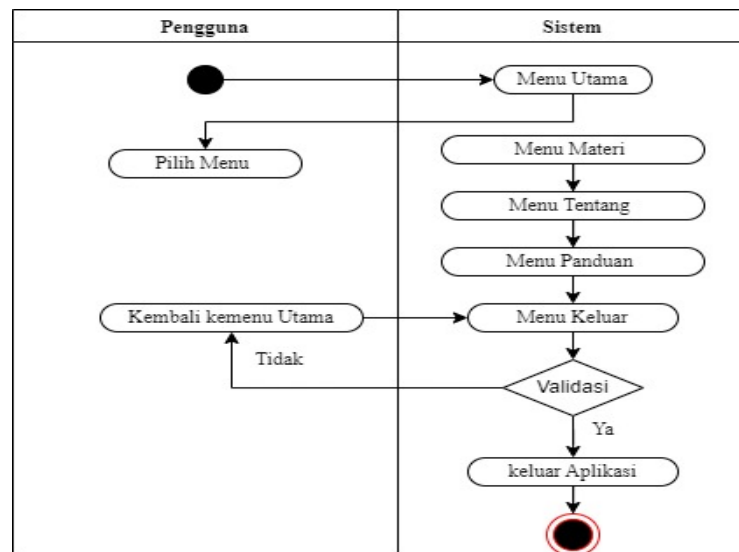


Gambar 3. Arsitektur Model

Gambar 3. menjelaskan Pengguna menggunakan sistem operasi Android untuk menjalankan aplikasi. Smartphone akan pengidentifikasi marker untuk menampilkan objek 3D pada marker.

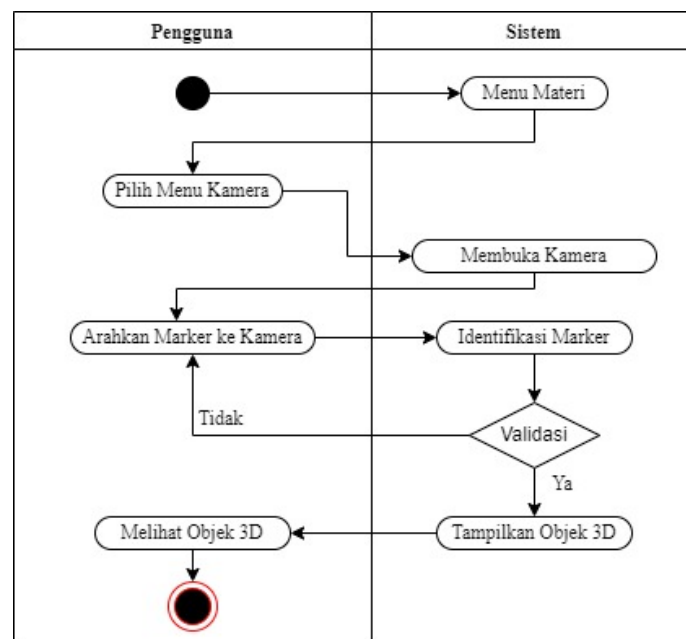
c. Activity diagram

Activity diagram adalah bentuk desain dari cara pengguna berinteraksi dengan sistem komputer[12]. Gambar 4 Activity Diagram Sistem adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Activity Diagram

Gambar 3. menjelaskan pola menu yang menampilkan pada pilihan menu utama bekerja menampilkan berbagai menu yang dapat memberikan informasi sesuai dengan menu yang dipilih pengguna.

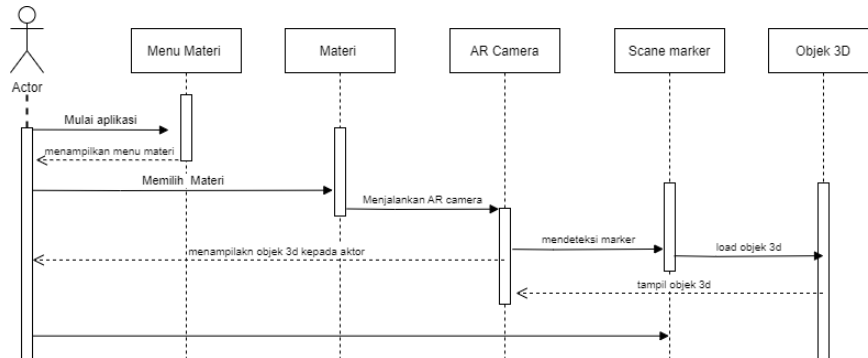


Gambar 5. Activity Diagram

Gambar 5. menjelaskan pola Activity pada menu materi yang menemukan pengidentifikasian dan mengirimkan ke database; yang terakhir kemudian akan mencari catatan apa pun yang cocok dengan pengidentifikasi. Model 3D akan ditampilkan jika penandanya sesuai dengannya. Item 3D tidak akan ditampilkan jika tidak ada data yang cocok.

d. Sequence Diagram

Sequence diagram adalah representasi visual dari pesan dan perintah yang melewati suatu sistem di antara banyak komponennya. Pada Gambar 5 terlihat prosedur penerapan yang digambarkan pada menu material, dimana kamera digunakan sebagai alat untuk membaca suatu penandaan, sehingga hasilnya berupa tampilan 3D.



Gambar 6. Sequence Diagram

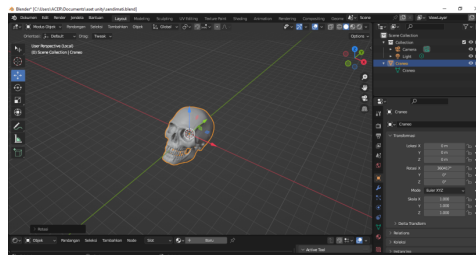
Sistem gabungan yang ditunjukkan pada Gambar 6 dimulai dari menu utama dan berlanjut secara linier untuk menampilkan informasi sebagai objek 3D, sehingga memungkinkan fungsionalitas media pembelajaran aplikasi.

2. Pembuatan Aplikasi AR

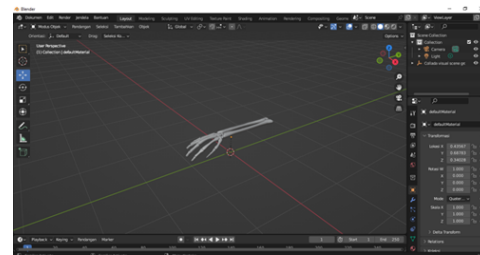
Setelah menyelesaikan tahap desain UML, konten interaktif, seperti visualisasi animasi 3D, adalah langkah pertama dalam mengembangkan aplikasi sebenarnya. Setelah itu, komponen-komponen tersebut akan dirakit menggunakan bahan-bahan yang telah dikumpulkan. Antarmuka aplikasi pembelajaran berbasis media ini disesuaikan untuk pengguna individu untuk menyederhanakan proses pembelajaran dengan memberikan mereka tingkat arahan dan dukungan yang sesuai. Bagaimana membangun program augmented reality untuk mempelajari sistem artikulasi manusia adalah topik penelitian saat ini :

a. Pembuatan Objek 3D

Gambar 7 adalah bentuk 3D lengkap yang terdiri dari sendi. Program aplikasi blender digunakan untuk membuat model 3D. Ketika penanda terdeteksi, item 3D akan ditampilkan pada kamera AR. Pemrosesan penanda Vuforia berarti setiap item 3D yang diunduh bersifat unik.



Sendi Mati



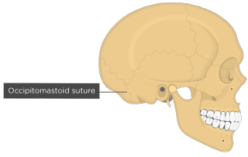
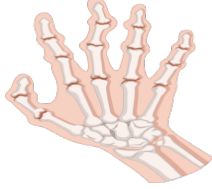
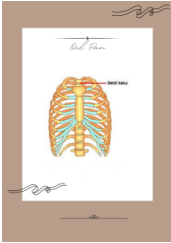
Sendi Pelana

Gambar 7. Materi Sendi

b. Implementasi Marker

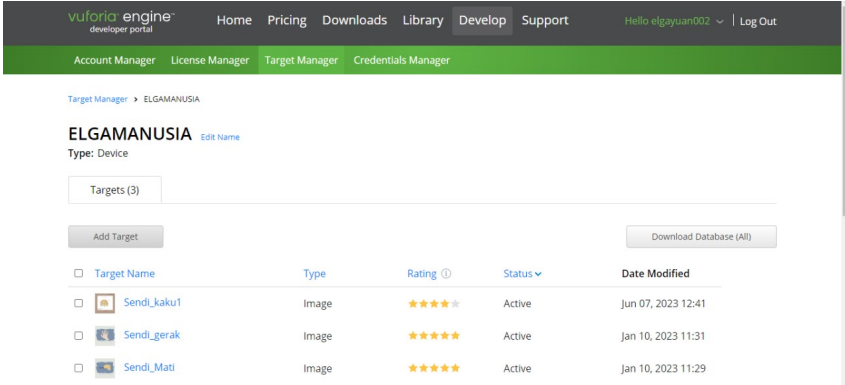
Pembuatan Marker memanfaatkan canva, perangkat lunak pengedit gambar. Setelah penanda dibuat, penanda tersebut dapat diunggah ke Database Manajer Target Portal Pengembang Vuforia. Pada tabel 1 dapat dilihat beberapa contoh penanda sistem kerangka yang akan digunakan dalam aplikasi berbasis augmented reality untuk mengenali sistem sendi manusia.

Tabel 1. Implementasi Marker

 Marker sendi Mati	 Marker Sendi Gerak
 Marker Sendi Gerak	

c. Basis Data Vuforia

Marker yang dihasilkan harus diunggah ke database Vuforia menggunakan website *Vuforia Engine*. Jika menggunakan Unity 3D, Vuforia akan mengingatkan dengan menunjukkan penanda dengan kunci atau kode lisensi di atasnya. Jumlah bintang pada menu Vuforia merupakan indikasi kualitas penanda. Berikut adalah marker yang sudah dimasukkan kedalam basis data Vuforia pada Gambar 8.



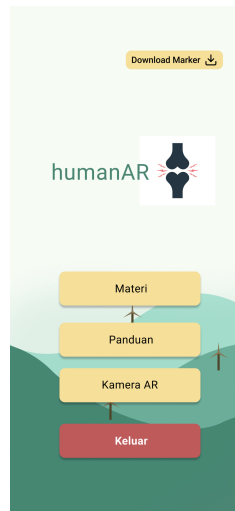
Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
☐ Sendi_kaku1	Image	★★★★★	Active	Jun 07, 2023 12:41
☐ Sendi_gerak	Image	★★★★★	Active	Jan 10, 2023 11:31
☐ Sendi_Mati	Image	★★★★★	Active	Jan 10, 2023 11:29

Gambar 8. Basis Data Vuforia

d. Tampilan Halaman utama

Judul aplikasi, "*Human AR*," muncul di layar beranda. Ada empat opsi yang tersedia dari menu utama: konten, bantuan, kamera *augmented reality*, dan kembali. Jika mengklik tombol materi maka akan diarahkan ke halaman

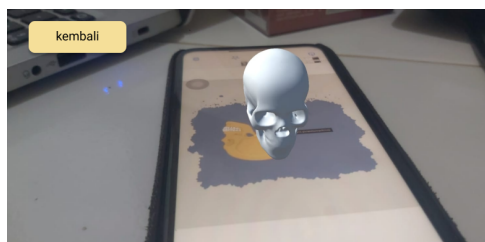
materi. Tujuan dari menu bantuan adalah untuk menjelaskan cara mengoperasikan program. Pengguna dapat menyesuaikan bidang pandang, Kamera AR untuk mengkontekstualisasikan konten yang mereka pelajari dengan lebih baik. Sementara itu, menutup program cukup dengan mengklik tombol "Keluar". Gambar 9 menggambarkan layar menu utama.



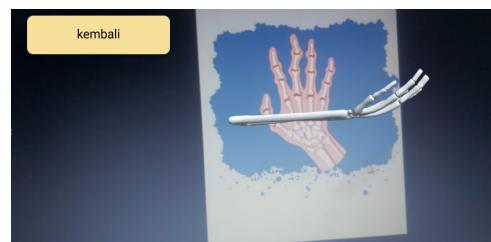
Gambar 9. Menu Utama

e. Tampilan Kamera AR

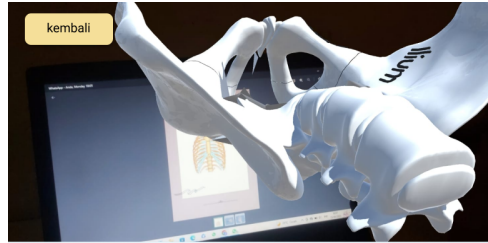
Tampilan menu Kamera merupakan tampilan yang digunakan untuk tampilan objek 3D. Pada tampilan AR kamera pengguna dapat melihat objek 3d materi yang ingin dipelajari. AR camera akan secara otomatis menscan marker yang tersedia pada database vuforia. Jika terdapat kecocokan dengan marker otomatis akan muncul menampilkan animasi objek 3D, dan dengan mengklik "Kembali", dapat kembali ke menu sebelumnya. Pada Gambar 12 dapat dilihat tampilan halaman dari konten gabungan yang dapat dipindahkan.



Sendi Mati



Sendi Gerak



Sendi Mati

Gambar 10. Kamera AR

3. Pengujian *Black Box*

Pengujian black box dilakukan untuk menguji Sistem yang telah dibangun secara langsung menggunakan smarphone android. Pengujian dilakukan dengan menguji validitas dari integrasi dan konsistensi sistem. Diperuntukkan untuk mengetahui hasil input dan output sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

Tabel 2. Black Box

Data	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Tombol Masuk	Sistem dapat merapon dengan melakukan masuk ke menu utama.	Berhasil
Tombol Materi	Sistem dapat menampilkan menu materi.	Berhasil
Tombol Panduan	Sistem dapat menampilkan informasi pada menu Panduan.	Berhasil
Tombol Kamera AR	Sistem dapat membuka kamera dan mengidentifikasi marker.	Berhasil
Scan Marker Sendi Mati	Sistem dapat menampilkan objek 3D.	Berhasil
Scan Marker Sendi Kaku	Sistem dapat menampilkan objek 3D.	Berhasil
Scan Marker Sendi Gerak	Sistem dapat menampilkan objek 3D.	Berhasil

Kembali	Sistem dapat melakukan navigasi ke tampilan utama dan keluar aplikasi.	Berhasil
Dalam ruangan dan luar ruangan	Dapat melakukan scan marker dan menampilkan objek 3D	Berhasil

D. Simpulan

Bedasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa perancangan aplikasi AR sistem sendi dapat digunakan sebagai media pembelajaran alternatif guru untuk mempersiapkan proses perencanaan media pembelajaran yang dapat mempermudah siswa untuk mempelajari sistem sendi. sehingga dapat membantu meningkatkan efektivitas dan semangat belajar siswa dalam memahami materi pembelajaran sistem sendi yang disampaikan oleh guru. Hasil pengujian dari black box penerapan metode Marker Based dapat menampilkan informasi berupa objek 3D dan sistem dapat bekerja dengan baik, tampilan yang sempurna dan, dapat digunakan diluar ruangan atau dalam ruangan.

Referensi

- [1] Y. Vari, "Pemanfaatan Augmented Reality Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Abad 21 Di Pembelajaran IPA," *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, vol. 11, no. 2, pp. 70–75, 2022, doi: 10.20961/inkuri.v11i2.55984.
- [2] D. Amalia, A. Rahmadayanti, B. Supriatno, and Riandi, "Potensial Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Biologi Abad 21: Literatur Artikel dan Desain Inovasi Media," *BEST J. Biol. Educ. Sci. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 43–48, 2022.
- [3] M. A. Al *et al.*, "RANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERUPA APLIKASI AUGMENTED REALITY BERBASIS," vol. 19, no. 2, pp. 528–537, 2023.
- [4] P. R. Aryani, I. Akhlis, and B. Subali, "Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbentuk Augmented Relity pada Peserta Didik untuk Meningkatkan Minat dan Pemahaman Konsep IPA," *Unnes Phys. Educ. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 90–101, 2019.
- [5] S. D. Riskiono, T. Susanto, and K. Kristianto, "Augmented reality sebagai Media Pembelajaran Hewan Purbakala," *Krea-TIF*, vol. 8, no. 1, p. 8, 2020, doi: 10.32832/kreatif.v8i1.3369.
- [6] Y. Aprilinda, R. Y. Endra, F. N. Afandi, F. Ariani, A. Cucus, and D. S. Lusi, "Implementasi Augmented Reality untuk Media Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Pertama," *Explor. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 11, no. 2, p. 124, 2020, doi: 10.36448/jsit.v11i2.1591.
- [7] A. History, "Pengembangan Suplemen Augmented Reality Animation Pada Buku Mata Pelajaran Biologi Untuk Penguatan Kognitif Siswa SMA," *JKTP J. Kaji. Teknol. Pendidik.*, vol. 3, no. 1, pp. 29–39, 2020, doi: 10.17977/um038v3i12019p029.

-
- [8] M. B. Firdaus, J. A. Widians, and R. Rivaldi, "Augmented Reality Marker Based Tracking Kayu Bahan Baku Kerajinan Khas Kalimantan Timur," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 16, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.30872/jim.v16i1.4994.
 - [9] A. A. Mohajerani, "Algoritma FCD dan NFT Pada Sistem Pencernaan Berbasis AR Menggunakan Single Marker," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 3, pp. 1049–1061, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i3.1043.
 - [10] Ichsan Raksa Gumilang, "Penerapan Metode Sdlc (System Development Life Cycle) Pada Website Penjualan Produk Vapor," *Jural Ris. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 47–56, 2022, doi: 10.55606/jurritek.v1i1.144.
 - [11] K. Nistrina and L. Sahidah, "Unified Modelling Language (Uml) Untuk Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Siswa Baru Di Smk Marga Insan Kamil," *J. Sist. Inf.*, vol. 04, no. 01, pp. 12–23, 2022.
 - [12] F.- Sonata, "Pemanfaatan UML (Unified Modeling Language) Dalam Perancangan Sistem Informasi E-Commerce Jenis Customer-To-Customer," *J. Komunika J. Komunikasi, Media dan Inform.*, vol. 8, no. 1, p. 22, 2019, doi: 10.31504/komunika.v8i1.1832.