

Human Anatomy Recognition Using Augmented Reality With Marker Based Method Tracking

Agustinus Eko Setiawan^[1], Irsan Aras^[2]*, Tahta Herdian Andika^[3], Adelia Isni Hendrawan Putri^[4]

Program Studi: Teknik Informatika^{[1], [2], [3], [4]}

Universitas Aisyah Pringsewu^{[1], [2], [3], [4]}

Fakultas Teknologi dan Informatika

Pringsewu, Lampung, Indonesia

agustinus@aisyahuniversity.ac.id^[1], irsan.aras@aisyahuniversity.ac.id^[2], tahta.herdian.a@aisyahuniversity.ac.id^[3],

deliaputriadel096@gmail.com^[4]

Abstract— Online learning is a new breakthrough in the world of education. Adapting to a new life after post-covid-19, the world of education must be able to make new breakthroughs in the learning system. Especially in courses or practicum lessons, if you are unable to prepare an efficient learning system it will worsen the condition of the knowledge and understanding of students or students. Efforts that need to be made are the use of augmented reality technology, one of which is the introduction of the anatomy of the human body for learning for students or students. The anatomy of the human body can be displayed in a real three-dimensional (3D) form, so students or school students can visualize the anatomy of the human body in the form of 3D images that are similar to the original human organs. In this study an ANAR (Anatomy in Augmented Reality) application will be made, this anatomy learning application uses mobile augmented reality technology using the Marker Based Tracking method. Based on the System Usability Score (SUS), the range of usefulness scores for the ANAR (Anatomy in Augmented Reality) application is in the excellent range, which is 85.5%. Therefore, the ANAR (Anatomy in Augmented Reality) application has succeeded in building a user-friendly system with a high level of usability by demonstrating accuracy, easy to learn (learnability), 87.6% accuracy efficiency (efficiency), 90% accuracy, easy to remember (memorability), 70% accuracy of errors (errors), and 85.50% accuracy of satisfaction (satisfaction).

Keywords— *Anatomy, Augmented Reality, Marker Bases Tracking, Andorid*

Abstrak— Pembelajaran secara online adalah terobosan baru dalam dunia pendidikan. Adaptasi kehidupan baru setelah pasca covid-19, dunia pendidikan harus mampu membuat terobosan baru dalam sistem pembelajaran. Khususnya dalam mata kuliah atau pelajaran praktikum, jika tidak mampu menyiapkan sistem pembelajaran yang efisien maka akan memperburuk kondisi pengetahuan dan pemahaman mahasiswa atau pelajar. Upaya yang perlu dilakukan adalah pemanfaatan teknologi *augmented reality*, salah satunya adalah pengenalan anatomi tubuh manusia untuk pembelajaran bagi mahasiswa atau pelajar. Anatomi

tubuh manusia bisa ditampilkan ke dalam bentuk nyata tiga dimensi (3D), sehingga mahasiswa atau pelajar sekolah dapat memvisualisasikan anatomi tubuh manusia dalam bentuk gambar 3D yang mirip dengan organ tubuh manusia aslinya. Dalam penelitian ini akan dibuat aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*), aplikasi pembelajaran anatomi ini menggunakan teknologi *mobile augmented reality* dengan menggunakan metode *Marker Based Tracking*. Berdasarkan *System Usability Score* (SUS), range nilai kebergunaan Aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*) ada pada range excellent yaitu sebesar 85,5%. Maka dari itu, aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*) berhasil membangun sistem yang user-friendly dengan tingkat *usability* yang tinggi dengan menunjukkan akurasi mudah dipelajari (*learnability*), 87,6% akurasi efisiensi (*efficiency*), 90% akurasi mudah diingat (*memorability*), 70% akurasi kesalahan (*errors*), dan 85,50% akurasi dari kepuasan (*satisfaction*). Aplikasi ini sangat bermanfaat dalam memberikan visualisasi materi pembelajaran dan menciptakan minat yang lebih baik dalam mempelajari mata pelajaran materi anatomi.

Kata Kunci— *Anatomi, Augmented Reality, Marker Bases Tracking, Android, Usability Testing*

I. PENDAHULUAN

Adaptasi kehidupan baru setelah pasca covid-19, dunia pendidikan harus mampu membuat terobosan baru terhadap sistem pembelajaran. Seperti pada saat pandemi covid-19, semua di desak untuk melaksanakan kegiatan belajar mengajar secara online [1]. Pada pembelajaran online/daring banyak perguruan tinggi dan sekolah yang belum siap. Hal ini bisa membuat kondisi pengetahuan dan pemahaman mahasiswa atau pelajar menjadi kurang dan bisa lebih buruk [2] dalam memahami materi yang diberikan oleh dosen atau guru, khususnya dalam mata kuliah atau pelajaran praktikum.

Salah satu upaya untuk dapat membuat sistem pembelajaran yang efektif, adalah dengan menggunakan teknologi *augmented reality* [3]. *Augmented reality* dapat digunakan dalam pembelajaran praktikum, karena teknologi

augmented reality menggabungkan informasi virtual kedalam bentuk nyata sebagai satu kesatuan ketika pengguna melihat sebuah objek informasi [4]. *Augmented Reality* juga dapat meningkatkan persepsi pengguna terhadap objek [5]. Objek penelitian dilakukan di Program Studi S1 Keperawatan Universitas Aisyah Pringsewu, mahasiswa belajar anatomi tubuh manusia. Pembelajaran dilakukan hanya menggunakan *phantom* untuk pengenalan organ-organ tubuh manusia, hal ini menyebabkan kurang efektif atau efisien jika pembelajaran dilakukan secara online. Dengan adanya teknologi *augmented reality*, teknologi ini dapat digunakan dalam pengenalan anatomi tubuh manusia untuk mahasiswa. Anatomi tubuh manusia bisa ditampilkan ke dalam bentuk nyata tiga dimensi (3D), sehingga mahasiswa dapat memvisualisasikan anatomi tubuh manusia dalam bentuk gambar 3D yang mirip dengan organ tubuh manusia aslinya [6].

Maka dari itu untuk membuat sistem pembelajaran yang efektif dalam pengenalan anatomi tubuh manusia, perlu menerapkan teknologi *augmented reality* dengan metode *marker based tracking* sebagai bentuk pembelajaran interaktif dalam memahami anatomi tubuh manusia. Penelitian yang kami usulkan, peneliti merancang aplikasi *augmented reality* berbasis android yang berfungsi sebagai alat bantu untuk mempelajari anatomi manusia melalui tampilan 3D pada marker. Kami membuat anatomi tubuh manusia bagian dalam seperti jantung, paru-paru dan lainnya. Aplikasi dirancang untuk menerima masukan pada layar sentuh sebagai perintah untuk memilih bagian-bagian jantung. Informasi tentang bagian organ jantung akan muncul ketika pengguna menyentuh model organ tubuh manusia bagian dalam pada model 3D yang ditampilkan di aplikasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Berbagai sumber literatur digunakan dalam penelitian ini, untuk dijadikan sebagai sumber dan pedoman penelitian. Dalam penelitian oleh Saputra, dkk. Pengembangan media *Science Augmented Reality Program (SARP)* untuk mendukung pembelajaran siswa sekolah dasar. Hasil penelitian menunjukkan persentase skor uji validitas materi pembelajaran pada kelas validitas tinggi sebesar 95%, persentase skor uji validitas rancangan lingkungan pembelajaran pada kelas validitas tinggi sebesar 97%, dan persentase skor uji validitas lingkungan pembelajaran sebesar 92%. dengan kategori sangat berkualitas. Secara umum dapat dikatakan bahwa media program *Science Augmented Reality* sangat cocok dan efektif untuk digunakan sebagai media pembelajaran IPA di sekolah dasar. [7]

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mencari referensi pada buku, jurnal atau hasil penelitian sebelumnya. Metode *Augmented Reality* yang digunakan yaitu *Marker Based*

Tracking, yaitu Marker adalah ilustrasi persegi hitam putih dengan sisi hitam tebal, pola hitam di tengah persegi, dan latar belakang putih [8]. Titik koordinat virtual dari fungsi marker menentukan lokasi objek virtual yang akan ditambahkan ke lingkungan nyata. Posisi benda maya tegak lurus terhadap marker. Objek virtual disejajarkan dengan sumbu Z dan tegak lurus terhadap sumbu X (kanan atau kiri) dan sumbu Y (depan atau belakang) dari koordinat penanda virtual. [9]. Contoh marker dan Ilustrasi dari titik koordinat dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Marker dan Ilustrasi dari titik koordinat virtual marker

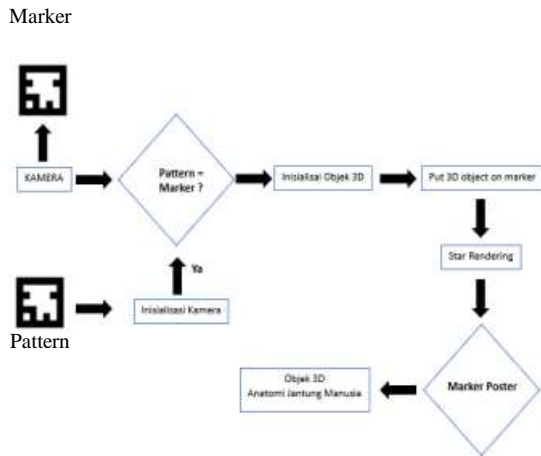
B. Implementasi Sistem

Penelitian yang dilakukan, menggunakan media poster anatomi tubuh manusia contohnya yaitu jantung. Pada poster tersebut telah disisipi marker, uji coba dengan poster bertujuan untuk menampilkan anatomi tubuh manusia yang dapat diakses oleh mahasiswa. Prosesnya diawali dengan memotret atau pengambilan gambar marker dengan kamera. Kemudian mulai mencari dan menyelaraskan marker, mendeteksi marker, menghitung posisi dan arah marker pada objek, serta mencitrakan objek. Proses rendering menggabungkan gambar asli dan komponen virtual menggunakan perhitungan posisi dan orientasi marker. Hasil tracking mark ditampilkan di layar smartphone [10].



Gambar 2. Alur Proses *Augmented Reality* [10]

Pada aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*), pengenalan anatomi manusia menggunakan poster. Marker yang ada pada poster kamera akan membaca dan memformat sesuai pola. Aplikasi menginisialisasi 3D sesuai dengan pola yang dibaca dan memanggilnya melalui marker. Kemudian aplikasi mulai merender model objek 3D di atas marker poster. Flowchart Aplikasi dapat terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart Aplikasi Augmented Reality

C. Pengujian Sistem

Kelemahan dan kesalahan pada sistem yang dibuat diperjelas melalui percobaan untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem dan aplikasi yang sesuai untuk tipe handphone dengan sistem operasi Android. Pengujian yang akan dilakukan adalah mengisi *blackbox* untuk menguji ketelitian atau keakuratan penelitian [11]. Selanjutnya akan dilakukan dengan pengujian *usability*, tujuannya untuk mengetahui kemudahan aplikasi saat digunakan oleh user [12].

1. Uji coba

Untuk mendukung aplikasi berbasis android, memerlukan dukungan hardware dan software yang memadai agar pengembangan aplikasi dapat menghasilkan aplikasi yang memenuhi kebutuhan yang ada. Berikut hardware dan software yang digunakan sebagai pendukung :

- a. Hardware (perangkat keras)
 - 1) Processor 11th Gen Intel(R) Core (TM) i7 - 1165G7 @ 2.80GHz (8 CPUs), 2.8 GHz
 - 2) RAM 8.GB SSD
 - 3) Harddisk 1 TB
 - 4) NVIDIA GeForce MX330
- b. Software (perangkat lunak)
 - 1) Microsoft windows 10
 - 2) Unity
 - 3) Blender
 - 4) Vuforia
 - 5) Android Studio

2. Blackbox Testing

Blackbox juga diisi untuk mengkonfirmasi hasil penelitian. Pengujian dilakukan berdasarkan pada fungsionalitas sistem [9] dengan metode *blackbox testing*. Berikut adalah contoh tabel pengujian *blackbox testing*:

TABEL 1. TABEL PENGUJIAN BLACKBOX TESTING

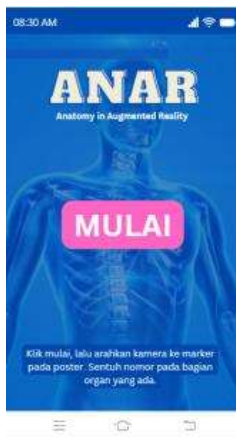
No	Skenario	Tes Case	Harapan	Hasil
1	Tombol	Tekan tombol aplikasi	Tombol bekerja sesuai dengan fungsinya	Valid
2	Jarak Kamera	Mengukur jarak antara kamera dengan marker.	Kamera mengenali marker dan dapat menampilkan objek 3D	Valid
3	Sudut	Mengukur kamera dengan marker dari berbagai sudut.	Kamera dapat mengenali marker dan dapat menampilkan objek 3D	Valid
4	Pencahayaann	Mengukur dengan intensitas cahaya yang tinggi	Kamera mengenali marker dan dapat menampilkan objek 3D	Valid
		Mengukur dengan intensitas cahaya yang sedang	Kamera dapat mengenali marker dan dapat menampilkan objek 3D	Valid
		Mengukur dengan intensitas cahaya yang rendah.	Kamera mengenali marker dan dapat menampilkan objek 3D	Valid
5	Putaran	Gerakan kamera memutar di sekitar marker.	Kamera mengenali marker dan dapat menampilkan objek 3D	Valid
		Memutar marker.	Kamera mengenali marker dan dapat menampilkan objek 3D	Valid
6	Oklusi	Menutup sebagian marker.	Kamera mengenali marker dan dapat menampilkan objek 3D.	Valid
7	Device	Menjalankan aplikasi diberbagai perangkat android	Aplikasi dapat berjalan pada perangkat yang berbeda.	Valid

IV. HASIL PEMBAHASAN DAN PENGUJIAN APLIKASI

A. Hasil Pembahasan

Aplikasi dimulai dari Tampilan menu utama seperti pada Gambar 4. Pada tampilan utama pengguna dapat membaca intruksi yang ditampilkan pada menu utama, dan pengguna bisa langsung klik mulai agar dapat langsung capture marker pada poster yang sudah diberi marker. Pada proses

ini, aplikasi mengambil aliran video dari kamera dan mengambil gambar penanda untuk dideteksi. Selanjutnya, dalam identifikasi marker, aplikasi mendeteksi marker dan membandingkannya dengan template yang ada di program (template adalah file dengan ekstensi .patt). Dalam proses tampilan model 3D, aplikasi menampilkan model 3D anatomi manusia dengan posisi relatif terhadap penanda. Pada proses input pengguna, pengguna memberikan input berupa sentuhan pada layar ponsel. Kemudian, aplikasi mendeteksi interaksi sentuh apa pun di layar. Jika sentuhannya tepat pada bagian yang ditandai detail, maka proses selanjutnya berlanjut. Selanjutnya adalah tampilan data. Dalam proses ini, aplikasi menerima nilai koordinat sentuh dan koordinat model 3D. Dari koordinat aplikasi, data yang sesuai pada bagian yang disentuh akan ditampilkan.



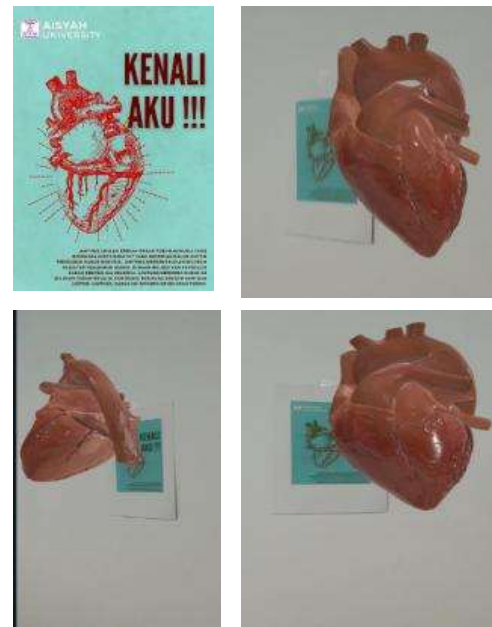
Gambar 4. Menu Utama Aplikasi



Gambar 5. Capture Marker Pada Poster



Gambar 6. Deskripsi Organ Tubuh



Gambar 7. Percobaan Marker Poster Jantung

Gambar 4 diatas adalah tampilan dari aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*), aplikasi menampilkan tampilan yang diperoleh dari kamera pada perangkat android. Kemudian, kamera akan mendeteksi keberadaan penanda. Pada gambar 5, ketika marker terdeteksi, maka akan muncul model 3D tubuh manusia sesuai dengan marker pada poster yang dideteksi.

Model 3D yang ditampilkan memiliki sentuhan interaksi pada bagian-bagian tubuh seperti jantung, dan dapat di sentuh bagian-bagian jantung. Setelah pengguna melakukan interaksi seperti menyentuh bagian jantung model 3D yang muncul pada marker, maka aplikasi akan menampilkan menu dengan tampilan seperti yang ditampilkan pada Gambar 6. Pada gambar 6, model 3D organ jantung yang ditampilkan dapat disentuh pada bagian tertentu untuk menampilkan informasi detail, seperti nama dan deskripsi organ seperti pada Gambar 6. Selain itu, model 3D yang ditampilkan dapat dimanipulasi dengan rotasi dan model

pembesaran. Ini dilakukan dengan memanfaatkan fungsi input layar sentuh di android. Fungsi ini memanfaatkan kemampuan android untuk mengenali dan menentukan posisi masukan sentuhan pada layar. Pengguna juga dapat memutar organ yang ditampilkan dengan memutar penanda. Zoom in dan zoom out bisa dilakukan dengan mengatur jarak penanda dengan kamera.

B. Pengujian Aplikasi

1. Usability Testing

Pada penelitian ini dilakukan pengujian aplikasi menggunakan usability testing dengan menggunakan metode perhitungan Skalala Likert. Untuk mendapatkan hasil dari performa aplikasi ini digunakan pernyataan tertutup[14] dengan rentang skla penilaian sebagai berikut :

$$\text{Presentase Interval} = \frac{100}{5} \times 20 \text{ Menunjukkan Interval}$$

TABEL 2. PRESENTASE INTERVAL

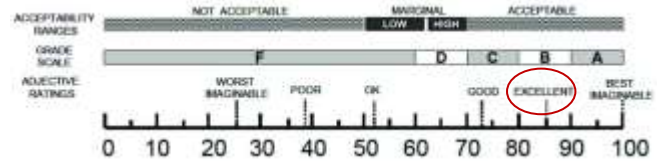
Presentase Interval	Kriteria
0% - 19,99%	Sangat tidak setuju
20% - 39,99%	Tidak setuju
40% - 59,99%	Netral
60% - 79,99%	Setuju
80% - 100%	Sangat Setuju

TABEL 3. PERHITUNGAN LIKERT

Pertanyaan	STS	TS	N	S	SS	Rata-Rata Likert
P1	0	0	1	15	4	83
P2	0	0	2	10	8	86
P3	0	0	2	10	8	86
P4	0	0	0	15	5	87
P5	0	0	5	5	10	85
P6	0	0	4	6	10	86
P7	0	0	0	8	12	92
P8	0	0	7	9	4	93
P9	0	0	3	7	10	87
P10	0	0	4	8	8	72
P11	0	0	0	15	5	68
P12	0	0	0	8	12	92
P13	0	0	3	7	10	87
P14	0	0	1	15	4	83
P15	0	0	7	9	4	80

Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata likert, diperoleh hasil persentase interval sebesar 85,5% menunjukkan akurasi mudah dipelajari (learnability), 87,6% akurasi efisiensi (efficiency), 90% akurasi mudah diingat (memorability), 70% akurasi kesalahan (errors), dan 85,50% akurasi dari kepuasan (satisfaction). Dan berdasarkan *System Usability Score (SUS)*, range nilai kebergunaan dapat dilihat pada gambar 8. Aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*) ada pada range excellent yaitu sebesar 85,5%. Maka dari itu, aplikasi ANAR (*Anatomy in*

Augmented Reality) berhasil membangun sistem yang user-friendly dengan tingkat *usability* yang tinggi.



Gambar 8. System Usability Score (SUS)

2. Respon Time Load Test

Pengujian selanjutnya adalah response time load test, dimana saat aplikasi dijalankan pada smartphone dengan spesifikasi yang berbeda maka hasil response time juga berbeda [15]. Pengujian ini dilakukan hanya saat loading kamera smartphone dan menentukan perbedaan waktu respons. Selama pengujian, aplikasi ini bekerja pada dua smartphone yang berbeda.

TABEL 4.SPESIFIKASI PERANGKAT UJI COBA APLIKASI ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*)

Perangkat	OS	CPU	Resolusi	Kamera
Xiaomi mi4	Android v6.0 (marshmallow)	Prosesor Quad Core Max 2.5 GHz	1080 x 1920 pixels	13MP
Vivo Y35	Android 5.02	Snapdragon 410 Quad-core 1.2 GHz	720 x 1280 pixels	5 MP dan 13 MP

TABEL 5.HASIL PENGUJIAN RESPON TIME

No	Proses	Respon Time	
		Xiaomi mi4	Vivo Y35
1	Loading kamera menu explore monumen 3D	3.12	6.15

Pada tabel 5 adalah merupakan hasil pengujian terhadap waktu loading kamera smartphone. Selanjutnya Tabel 6 menunjukkan uji jarak kamera smartphone terhadap marker yang disorot.

TABEL 6. PENGUJIAN JARAK JANGKAU KAMERA

No	Proses	Jarak Jangkau (cm)	
		Xiaomi mi4	Vivo Y35
1	Jarak jangkau terhadap marker	10.3 – 87.2	8.1 – 62.8

Pengujian berikutnya pada tabel 7 adalah efek dari sudut penyorotan kamera terhadap marker.

TABEL 7. PENGUJIAN JANGKAUAN SUDUT

No	Proses	Jarak Jangkau (cm)	
		Xiaomi mi4	Vivo Y35
1	Jangkauan sudut kamera terhadap marker	39 - 141	39 - 141

Pada tabel 8 adalah untuk menguji intensitas cahaya, peneliti menguji dua perangkat untuk menyorot marker dengan intensitas cahaya tinggi, sedang dan rendah.

TABEL 8. PENGUJIAN INTESITAS CAHAYA

No	Proses	Xiaomi mi4	Vivo Y35
1	Intensitas cahaya rendah	Y	T
2	Intensitas cahaya sedang	Y	Y
3	Intensitas cahaya tinggi	Y	Y

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*), aplikasi pembelajaran anatomi ini dengan menggunakan teknologi mobile *augmented reality* dengan menggunakan metode *Marker Based Tracking* mendapatkan hasil yang baik. Aplikasi yang dikembangkan dalam penelitian ini menggunakan model 3D untuk memvisualisasikan anatomi memiliki kelebihan seperti kejelasan dan kemudahan untuk memahami model anatomi 3D. Berdasarkan *System Usability Score* (SUS), range nilai kebergunaan Aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*) ada pada range excellent yaitu sebesar 85,5%. Maka dari itu, aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*) berhasil membangun sistem yang user-friendly dengan tingkat *usability* yang tinggi dengan menunjukkan akurasi mudah dipelajari (*learnability*), 87,6% akurasi efisiensi (*efficiency*), 90% akurasi mudah diingat (*memorability*), 70% akurasi kesalahan (*errors*), dan 85,50% akurasi dari kepuasan (*satisfaction*). Aplikasi ini sangat bermanfaat dalam memberikan visualisasi materi pembelajaran dan menciptakan minat yang lebih baik dalam mempelajari mata pelajaran materi anatomi. Untuk hasil yang lebih baik, aplikasi ANAR (*Anatomy in Augmented Reality*) adalah menambahkan materi visualisasi dengan lebih banyak. Pilihan fitur di platform multimedia dengan menggunakan suara atau video, agar materi anatomi yang ditampilkan lebih baik. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa aplikasi *augmented reality* metode *Marker Based Tracking* dapat digunakan dalam pembelajaran pengenalan anatomi tubuh manusia.

REFERENCES

[1] I. P. Putra, "Belajar Daring Diharapkan Jadi Budaya Baru Pendidikan." Medcom.id, 2020, [Online]. Available: <https://www.medcom.id/pendidikan/news- pendidikan/GN14YWVN-belajar-daring- diharap-kan-jadi-budaya-baru- pendidikan>.

[2] Pusdatin, "Pemanfaatan Teknologi Pembelajaran dalam Adaptasi Pandemi Covid-19." Pusdatin Kemendikbud 2022, [Online]. Available: <http://pusdatin.kemdikbud.go.id/pemanfaatan- teknologi-pembelajaran-dalam-adaptasi-pandemi- covid-19/>.

[3] B. Afifah, T. Widiyaningtyas, and U. Pujiyanto, "Pengembangan bahan ajar perakitan komputer bermuatan augmented reality untuk menumbuhkan keaktifan belajar siswa," *Tekno*, vol. 29, no. 2, p. 97, 2019, doi: 10.17977/um034v29i2p97-115.

[4] F. Ardhy, G. Adam, A. E. Setiawan, and A. Aisyah, "Game Edukasi Pembelajaran Anak Usia Dini Berbasis Android," *J. Inf. dan Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 208–213, 2022, doi: 10.35959/jik.v10i1.309.

[5] P. Putra, A. Alzaini, R. I. Heroza, and A. Meiriza, "Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality Dalam Pemasaran Perumahan Mutiara Barangan Palembang," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 6, no. 2, p. 181, 2021, doi: 10.24114/cess.v6i2.25742.

[6] M. I. S. Guntur, W. Setyaningrum, H. Retnawati, and Marsigit, "Can augmented reality improve problem-solving and spatial skill?," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1581, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1581/1/012063.

[7] D. Saputra, S. Susilo, Y. Abidin, and T. Mulyati, "Augmented Reality In Science Learning For Elementary School Students," vol. 11, no. 3, pp. 457–465, 2022, doi: 10.4108/eai.25-11-2021.2318819.

[8] A. Syahrin, M. E. Apriyani, and S. Prasetyaningsih, "Analisis Dan Implementasi Metode Marker Based Tracking Pada Augmented Reality Pembelajaran Buah-Buahan," *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–17, 2016, doi: 10.34010/komputa.v5i1.2433.

[9] B. Satria and P. Prihandoko, "Implementasi Metode Marker Based Tracking Pada Aplikasi Bangun Ruang Berbasis Augmented Reality," *Sebatik*, vol. 19, no. 1, pp. 1–5, 2018, doi: 10.46984/sebatik.v19i1.88.

[10] N. Wahyudi, R. A. Harianto, and E. Setyati, "Augmented Reality Marker Based Tracking Visualisasi Drawing 2D ke dalam Bentuk 3D dengan Metode FAST Corner Detection," *J. Intell. Syst. Comput.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–18, 2019, doi: 10.52985/insyst.v1i1.28.

[11] M. Nurudin, W. Jayanti, R. D. Saputro, M. P.

- Saputra, and Y. Yulianti, "Penguujian Black Box pada Aplikasi Penjualan Berbasis Web Menggunakan Teknik Boundary Value Analysis," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 4, no. 4, p. 143, 2019, doi: 10.32493/informatika.v4i4.3841.
- [12] T. Yuliyana, I. K. R. Arthana, and K. Agustini, "Usability Testing pada Aplikasi POTWIS," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, pp. 12–22, 2019, doi: 10.23887/jst-undiksha.v8i1.12081.
- [13] S. E. A and S. (7th) E. Practitioner's Approach, "Software Engineering: A Practitioner's Approach, Seventh (7th) Edition." 2010.
- [14] I. S. Y. Saputri, M. Fadli, and I. Surya, "Implementasi E-Commerce Menggunakan Metode UCD (User Centered Design) Berbasis Web," *J. Aksara Komput. Terap.*, vol. 6, no. 2, pp. 269–278, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jakt/article/view/1378>.
- [15] D. I. Permatasari, "Penguujian Aplikasi menggunakan metode Load Testing dengan Apache JMeter pada Sistem Informasi Pertanian," *J. Sist. dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 1, p. 135, 2020, doi: 10.26418/justin.v8i1.34452.