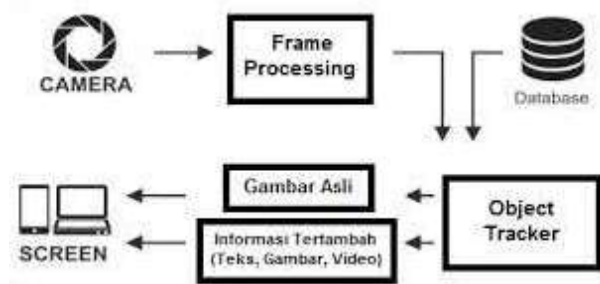


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan objek virtual ke dalam lingkungan nyata secara *real-time* sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan informasi digital yang diproyeksikan ke dunia nyata. Dalam bidang pendidikan, AR dapat diterapkan pada berbagai gaya belajar siswa, seperti auditori, kinestetik, dan visual, sehingga menghadirkan pengalaman belajar yang lebih imersif dan meningkatkan keterlibatan serta motivasi belajar siswa (Ngo & Vo, 2025). Adapun cara kerja teknologi augmented reality dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Prinsip Kerja Augmented Reality

(Sumber: Haris et al., 2024)

Gambar 2.1 menunjukkan alur kerja sistem *augmented reality*, proses diawali ketika perangkat kamera menangkap citra nyata yang diproses pada tahap *frame processing* dan dicocokkan dengan data di database. Setelah objek dikenali, *object tracker* melacak posisi dan orientasi objek lalu sistem menampilkan gambar asli yang dipadukan dengan informasi tambahan seperti teks, gambar, atau video pada

layar. Proses ini menghasilkan tampilan interaktif yang menggabungkan dunia nyata dan elemen virtual.

2.2 *Marker Augmented Reality*

Marker augmented reality merupakan metode pelacakan (*tracking*) yang digunakan untuk memicu kemunculan objek virtual. *Marker* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *model target* dan *markerless*.

2.2.1 *Model Target*

Teknologi *augmented reality* berbasis *marker* telah berkembang dari penggunaan penanda dua dimensi menjadi penanda tiga dimensi atau dikenal dengan istilah *model target*. Berbeda dengan *image target* atau *2D marker* yang bergantung pada pola visual dua dimensi, *model target* atau *3D marker* menggunakan bentuk fisik dan struktur geometris objek nyata tiga dimensi sebagai acuan pelacakan. Sistem akan mengenali objek dengan mencocokkan bentuknya terhadap model digital yang sudah direkam sebelumnya. Pengembangan AR berbasis model ini mengadaptasi sebagian konsep dari *Digital Twins*, yaitu representasi digital dari suatu objek nyata yang menggambarkan karakteristik bentuk fisik melalui model serta data virtual (Permana dkk., 2023).

Dalam implementasinya, metode ini memerlukan model tiga dimensi yang dibuat melalui proses *3D scanning* atau data *Computer-Aided Design (CAD)*, yang kemudian diolah menggunakan perangkat seperti Model Target Generator pada Vuforia untuk membentuk basis data penanda. *model target* memungkinkan sistem AR untuk mendeteksi bentuk, volume, dan kontur dari objek fisik seperti patung,

mainan, bangunan miniatur, atau produk nyata. Dengan demikian, objek virtual dapat ditempatkan atau ditampilkan secara lebih akurat di atas atau di sekitar bentuk 3D tersebut. Contoh penerapan *augmented reality* menggunakan metode ini ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *model target* Augmented Reality

(Sumber: ARPost, 2018)

2.2.2 *Markerless*

Markerless augmented reality (AR) adalah teknologi yang menampilkan objek virtual di dunia nyata tanpa memerlukan penanda fisik (*marker*), melainkan memanfaatkan fitur alami lingkungan seperti bidang datar, tepi, atau tekstur sebagai acuan pelacakan. Teknologi ini bekerja dengan mengenali lingkungan nyata menggunakan sensor dan data visual, seperti giroskop, *Global Positioning System* (GPS), atau fitur permukaan (*feature point*) pada kamera, kemudian menentukan posisi dan orientasi objek virtual secara *real-time* (Khouw & Edy, 2023).

Salah satu teknik utama dalam penerapan markerless AR adalah *ground plane detection*, yaitu proses untuk mengenali dan memetakan bidang datar pada lingkungan nyata seperti lantai atau meja sebagai media tempat objek virtual dapat

ditampilkan (Merpati dkk., 2024). Melalui metode ini, sistem dapat secara otomatis mendeteksi dan menentukan permukaan yang sesuai untuk menampilkan model virtual tanpa memerlukan penanda visual. Pendekatan tersebut tidak hanya menyederhanakan interaksi pengguna, tetapi juga meningkatkan kenyamanan dan realisme pengalaman AR. Contoh penerapan teknologi *augmented reality* dengan metode ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Markerless Augmented Reality

(Sumber: Iptec, 2024)

2.2.3 Perbedaan *Model Target* dan *Markerless*

Teknologi *augmented reality* (AR) secara garis besar terbagi menjadi dua metode pelacakan, yaitu *marker-based* dan *markerless*. Perbedaan keduanya terletak pada cara perangkat mengenali titik koordinat untuk memunculkan objek virtual di dunia nyata. *model target* merupakan salah satu dari metode AR *marker-based*, yang menggunakan penanda khusus berupa objek nyata tiga dimensi untuk menampilkan objek virtual. Metode ini memiliki keunggulan dalam hal akurasi dan stabilitas pelacakan, terutama pada kondisi lingkungan yang terkontrol. Sedangkan

markerless merupakan metode yang tidak memerlukan *marker* khusus dalam proses pelacakan. *Markerless* menawarkan fleksibilitas yang lebih tinggi dan kemudahan aksesibilitas karena objek dapat ditempatkan secara bebas di lingkungan nyata tanpa memerlukan media tambahan (Sulistiyono dkk., 2024).

2.3 Kesehatan Gigi dan Mulut

Kesehatan gigi dan mulut merupakan bagian penting dari kesehatan umum yang mencakup kondisi gigi dan seluruh jaringan mulut tanpa adanya nyeri, penyakit, atau gangguan fungsi yang menghambat kegiatan sehari-hari (Saidah & Isni, 2022). Penyakit seperti karies gigi, penyakit periodontal, dan kehilangan gigi dapat mempengaruhi fungsi makan, komunikasi, serta kualitas hidup penderitanya secara umum. Upaya menjaga kesehatan gigi dan mulut dapat dilakukan melalui penerapan kebiasaan sehari-hari yang baik, seperti menyikat gigi dengan teknik yang tepat, mengonsumsi makanan yang sehat dan seimbang, serta memiliki pemahaman yang cukup tentang pentingnya merawat kesehatan gigi dan mulut (Zantika dkk., 2024).

Dalam menjaga kesehatan gigi dan mulut, faktor perilaku memegang peranan yang sangat penting. Perilaku individu sangat dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan yang dimiliki, sehingga minimnya pemahaman tentang kesehatan gigi dan mulut menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap tingginya angka penyakit gigi dan mulut di Indonesia (Yuniawati dkk., 2023).

2.4 Unity

Unity merupakan salah satu *game engine multiplatform* yang banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi berbasis multimedia, baik untuk hiburan maupun pembelajaran. Unity dikenal sebagai platform pengembangan dengan antarmuka yang ramah pengguna, serta dilengkapi dengan *asset store* yang menyediakan berbagai paket aset, mulai dari model 3D, grafis 2D, audio dan beragam komponen lainnya. Selain itu, unity dilengkapi berbagai alat pendukung pengembangan, seperti editor visual, sistem animasi, *physics engine*, serta *scripting* berbasis C#. Unity menjadi salah satu pilihan utama para pengembang game karena ekosistemnya yang kaya serta dukungan komunitas yang aktif di seluruh dunia (Trianto dkk., 2024).

2.5 Vuforia

Vuforia merupakan *software development kit* (SDK) yang dikembangkan oleh qualcomm untuk mendukung dalam pengembangan aplikasi berbasis *augmented reality* (AR), khususnya pada perangkat *mobile* (Haris et al., 2023). Vuforia memungkinkan sistem untuk mendeteksi dan melacak objek 2D (seperti gambar atau barcode), objek 3D (model fisik), maupun permukaan datar di lingkungan sekitar (lantai, meja) untuk menampilkan konten digital secara *real-time* dan interaktif. Inti dari teknologi ini terletak pada penggunaan target, yaitu gambar atau objek tertentu yang dapat dikenali oleh kamera perangkat sebagai acuan untuk memunculkan elemen virtual (Sitinjak dkk., 2023).

2.6 Model Target Generator

Model Target Generator (MTG) merupakan salah satu komponen utama yang dikembangkan oleh Vuforia untuk mendukung proses pembuatan aplikasi *augmented reality* berbasis model tiga dimensi. MTG berfungsi sebagai alat bantu yang memungkinkan pengembang mengubah model 3D digital menjadi basis data yang dapat dikenali dan dilacak oleh sistem AR. Data yang dihasilkan kemudian diimpor ke dalam Unity Engine dan diterapkan pada *Model Target GameObject* untuk mengaktifkan fungsi pelacakan serta menampilkan elemen virtual pada posisi objek fisik (Delacruz dkk., 2022). Dengan memanfaatkan Model Target Generator, pengembang dapat membuat sistem AR yang tidak lagi bergantung pada *marker* dua dimensi, melainkan menggunakan bentuk dan struktur tiga dimensi objek nyata sebagai acuan pelacakan. Hal ini menjadikan interaksi antara dunia nyata dan objek virtual menjadi lebih realistis dan akurat, terutama untuk objek yang memiliki bentuk kompleks.

2.7 Android

Android merupakan sistem operasi berbasis Linux yang dikembangkan oleh Google yang didesain untuk perangkat seluler seperti *smartphone* dan tablet. Platform ini menyediakan lingkungan pengembangan yang fleksibel bagi pengembang untuk membangun aplikasi dengan berbagai fitur multimedia melalui Android Studio (Alexandra dkk., 2022). Android mendukung pengembangan aplikasi menggunakan Java maupun Kotlin, serta integrasi dengan *game engine* seperti Unity. Keunggulan android terletak pada sifatnya yang *open source*,

sehingga memungkinkan kolaborasi luas dalam menciptakan aplikasi sesuai kebutuhan pengguna, termasuk dalam bidang pendidikan (Permatasari dkk., 2025).

Android dapat dipandang sebagai platform yang sangat potensial dalam pengembangan media pembelajaran modern. Fleksibilitas, ketersediaan perangkat yang luas, serta kemampuannya menghadirkan pembelajaran interaktif menjadikan Android sebagai sarana strategis untuk mendukung transformasi digital di dunia pendidikan.

2.8 *Black-box Testing*

Black-Box Testing merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsi sistem berdasarkan kebutuhan dan spesifikasi tanpa memperhatikan logika internal sistem, bahasa pemrograman yang digunakan, dan pengujian dilihat dari perspektif pengguna akhir (Gunawan dkk., 2023). Pada metode ini, penguji hanya memeriksa apakah keluaran yang dihasilkan sistem telah sesuai dengan masukan yang diberikan dan kebutuhan pengguna. *Black-Box Testing* memiliki beberapa teknik yang umum digunakan untuk menyusun kasus uji secara sistematis. Beberapa teknik tersebut antara lain:

1. *Equivalence Partitioning*

Equivalence Partitioning adalah teknik pengujian yang membagi domain input dan output ke dalam beberapa kelas ekuivalen, di mana setiap anggota dalam satu kelompok diasumsikan menghasilkan perilaku sistem yang sama (Gunawan dkk., 2023). Dengan teknik ini, penguji tidak perlu menguji seluruh kemungkinan data masukan, tetapi cukup memilih satu atau beberapa data yang mewakili setiap

kelompok. Teknik ini dapat mengurangi jumlah test case tanpa mengurangi efektivitas pengujian.

2. *Boundary Value Analysis (BVA)*

Boundary Value Analysis merupakan teknik pengujian yang berfokus pada nilai batas suatu masukan karena kesalahan sistem sering terjadi pada nilai minimum dan maksimum. Teknik ini menguji data yang berada tepat pada batas bawah, batas atas, serta nilai di sekitar batas tersebut (Aziz, 2026).

3. *Decision Table Testing*

Decision Table Testing digunakan ketika suatu sistem memiliki banyak kombinasi kondisi dan aturan keputusan. Teknik ini menyajikan hubungan antara kondisi masukan dan tindakan sistem dalam bentuk tabel keputusan sehingga setiap kombinasi dapat diuji secara sistematis. Teknik ini umumnya digunakan pada sistem yang memiliki banyak aturan bisnis, seperti proses login, transaksi, atau validasi data yang melibatkan beberapa kondisi sekaligus.

4. *State Transition Testing*

State Transition Testing digunakan untuk menguji perubahan keadaan (*state*) suatu sistem akibat adanya suatu peristiwa atau masukan tertentu. Teknik ini cocok diterapkan pada aplikasi yang memiliki beberapa kondisi berbeda, misalnya status login pengguna atau perubahan tampilan berdasarkan interaksi pengguna.

2.9 *System Usability Scale (SUS)*

System Usability Scale (SUS) adalah instrumen singkat yang diciptakan oleh John Brooke pada tahun 1986 untuk menilai kegunaan (*usability*) sebuah sistem oleh pengguna akhir. SUS terdiri dari 10 pernyataan berformat Likert (skala 1–5), yang dimulai dengan ”sangat tidak setuju” dan berakhir dengan ”sangat setuju” (Dyayu dkk., 2023). Skor akhir SUS dihitung dengan prosedur standar yang mengonversi jawaban 10 item menjadi skor antara 0 hingga 100. Metode ini dapat digunakan pada berbagai jenis sistem, seperti web, desktop, maupun *mobile*. Tujuan utamanya adalah memastikan agar pengguna dapat berinteraksi dengan perangkat lunak secara mudah (Al Rosyid dkk., 2022).

Kuesioner SUS terdiri dari 10 item pernyataan yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Instrumen Pernyataan SUS

No.	Pernyataan	Skor
1.	Saya merasa akan sering menggunakan aplikasi ini	1-5
2.	Saya merasa aplikasi ini terlalu rumit untuk digunakan	1-5
3.	Saya merasa aplikasi ini mudah untuk digunakan	1-5
4.	Saya merasa membutuhkan bantuan orang lain atau teknisi untuk dapat menggunakan aplikasi ini	1-5
5.	Saya merasa fitur-fitur dalam aplikasi ini terintegrasi dengan baik	1-5
6.	Saya merasa ada banyak ketidakkonsistenan dalam aplikasi ini	1-5
7.	Saya merasa sebagian besar orang bisa memahami cara menggunakan aplikasi ini dengan cepat	1-5
8.	Saya merasa aplikasi ini sangat membingungkan untuk digunakan	1-5
9.	Saya merasa percaya diri saat menggunakan aplikasi ini	1-5
10.	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan aplikasi ini	1-5

Dalam penggunaan *System Usability Scale* (SUS), terdapat beberapa ketentuan yang harus diperhatikan dalam perhitungan skornya, yaitu:

1. Untuk pernyataan bernomor ganjil (1,3,5,7,9), hasil *likert* dari responden akan dikurangi 1.
2. Untuk pernyataan bernomor genap (2,4,6,8,10), hasil *likert* dari responden menjadi angka pengurang dari nilai 5
3. Setiap hasil dari pernyataan ganjil dan genap di jumlahkan dan dikalikan dengan 2,5.
4. Setelah skor setiap responden diperoleh, maka seluruh skor responden dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah responden sehingga didapat nilai rata-rata skor SUS.

Adapun rumus perhitungan rata-rata SUS adalah sebagai berikut:

$$x = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

x = skor rata-rata

$\sum x$ = jumlah skor SUS

n = jumlah responden

Dalam penelitian ini, SUS digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana tingkat kemudahan, kenyamanan, dan kepuasan pengguna dalam menggunakan

aplikasi *augmented reality* pembelajaran kesehatan gigi dan mulut berbasis *model target* dan *markerless* pada perangkat Android. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur tingkat kenyamanan, kemudahan, serta sejauh mana aplikasi mampu mendukung pengalaman belajar yang interaktif bagi pengguna.

2.10 Penelitian Terkait (*State-Of-The-Art*)

Berbagai penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa penerapan *augmented reality* (AR) dapat meningkatkan pemahaman konsep maupun memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Kontribusi penting dari penelitian-penelitian tersebut terletak pada upaya menghadirkan media pembelajaran yang lebih inovatif, interaktif, dan efektif dibandingkan metode konvensional. Dalam konteks pembelajaran kesehatan, kontribusi ini sangat relevan karena anatomi gigi memiliki struktur tiga dimensi yang sulit dijelaskan hanya dengan teks atau gambar 2D. Oleh karena itu, penelitian-penelitian sebelumnya menjadi landasan yang kuat untuk mengembangkan aplikasi berbasis AR dengan dukungan *model target* dan *markerless* pada perangkat Android. Berikut Tabel 2.1 mengenai ringkasan dari beberapa penelitian sebelumnya.

Tabel 2. 2 Penelitian Terkait (State-of-the-Art)

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
1.	(Yandi dkk., 2024)	<i>Augmented reality</i> SMILE Go dalam meningkatkan pengetahuan <i>oral bad habits</i> siswa sekolah dasar: studi eksperimental semu.	Meningkatkan pengetahuan siswa sekolah dasar terkait <i>oral bad habits</i> melalui aplikasi <i>augmented reality</i> .	Pemanfaatan teknologi <i>augmented reality</i> sebagai sarana pembelajaran di bidang kesehatan.	Penelitian Terkait: Fokus pada pembelajaran kebiasaan perilaku kesehatan gigi dan mulut, berbasis <i>image marker</i> . Penelitian yang Dilakukan: Fokus pada pembelajaran kesehatan gigi dan mulut, berbasis <i>model target</i> dan <i>markerless</i> .
2.	(Permana dkk., 2023)	<i>Augmented reality</i> dengan Model Generate Target dalam Visualisasi	Menerapkan <i>model target</i> pada Aplikasi <i>augmented reality</i>	Pemanfaatan <i>model target</i> untuk memproyeksikan objek	Penelitian Terkait Menggunakan objek bola sebagai target dan proyeksi virus sebagai objek digital.

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
		Objek Digital pada Media Pembelajaran.	sebagai media pembelajaran.	digital ke pada objek fisik nyata.	Penelitian yang Dilakukan: Menggunakan model gigi hasil cetak 3D sebagai target dan proyeksi pembelajaran kesehatan gigi dan mulut sebagai objek digital
3.	(Amrilia & Faizah, 2025)	Pembelajaran Sehat Merawat Gigi “D’healthy” Berbasis Android	Mengembangkan aplikasi pembelajaran kesehatan gigi berbasis android bernama “D’Healthy”	Mengembangkan aplikasi android yang ditujukan untuk pembelajaran tentang gigi.	Penelitian Terkait: Aplikasi android berbasis teks, gambar, dan informasi interaktif sederhana. Penelitian yang Dilakukan: Menggunakan teknologi <i>augmented reality</i> dengan <i>model target</i> dan <i>markerless</i> .

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
4.	(Lim dkk., 2023)	<i>Mobile educational tool based on augmented reality technology for tooth carving: results of a prospective cohort study.</i>	Mengembangkan dan mengevaluasi <i>augmented reality-based Tooth Carving Practice Tool</i> (AR-TCPT) sebagai media latihan alternatif untuk praktik <i>tooth carving</i> .	Menggunakan <i>augmented reality</i> sebagai media pembelajaran di bidang kesehatan gigi.	Penelitian Terkait: Aplikasi <i>augmented reality</i> menggunakan metode <i>image marker</i>. Penelitian yang Dilakukan: Aplikasi <i>augmented reality</i> menggunakan metode <i>model target</i> dan <i>markerless</i>.
5.	(Sofiawinoto dkk., 2024)	Perancangan Game Pembelajaran Pengenalan Makanan Sehat dan Tidak Sehat untuk Kesehatan Gigi Anak Berbasis Android	Membuat media pembelajaran yang edukatif sekaligus menyenangkan dalam bentuk game berbasis android.	Menggunakan platform android untuk pembelajaran tentang gigi.	Penelitian Terkait: Menggunakan game pembelajaran 2D untuk pengenalan makanan sehat dan tidak sehat untuk kesehatan gigi

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
					Penelitian yang Dilakukan: Menggunakan teknologi <i>augmented reality</i> dengan <i>model target</i> dan <i>markerless</i> untuk menampilkan model pembelajaran kesehatan gigi dan mulut.
6.	(Delacruz dkk., 2022)	<i>Medical Manikin Augmented Reality Simulation</i> (M2ARS).	Mengembangkan aplikasi <i>Medical Manikin Augmented Reality Simulation</i> (M2ARS) menggunakan Microsoft HoloLens 2.	Menggunakan <i>model target</i> pada <i>augmented reality</i> untuk tujuan pembelajaran anatomi.	Penelitian Terkait: Fokus pada pembelajaran anatomi tubuh manusia melalui manekin anatomi. Penelitian yang Dilakukan: Fokus pada pembelajaran kesehatan gigi dan mulut

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
					melalui model gigi hasil cetak 3D.
7.	(Canadinc & Yan, 2024)	<i>Multi-3D-Models Registration-Based Augmented Reality (AR) Instructions for Assembly.</i>	Mengembangkan <i>augmented reality</i> berbasis <i>multi-3D-models registration</i> (M3D) untuk memberikan instruksi perakitan secara langsung.	Menerapkan <i>model target</i> dalam aplikasi <i>augmented reality</i> dengan integrasi Unity dan Vuforia.	Penelitian Terkait: Ditujukan untuk instruksi perakitan (<i>assembly guidance</i>) pada model LEGO/arsitektur. Penelitian yang Dilakukan: Ditujukan untuk pembelajaran kesehatan gigi dan mulut.
8.	(Dirgayusari dkk., 2024)	Pembuatan <i>Augmented Reality</i> Sebagai Media Pendukung Perancangan	Membuat aplikasi <i>augmented reality</i> berbasis Android sebagai media pendukung	Memanfaatkan visualisasi objek 3D interaktif menggunakan <i>augmented reality</i> berbasis android untuk	Penelitian Terkait: Menggunakan pendekatan <i>markerless</i> untuk menampilkan visualisasi arsitektur bangunan.

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
		Arsitektur Bangunan Pada Cv. Wiradi Jaya Konstruksi	perancangan arsitektur bangunan di CV. Wiradi Jaya Konstruksi.	meningkatkan pemahaman pengguna.	Penelitian yang Dilakukan: Menggunakan pendekatan <i>model target</i> dan <i>markerless</i> untuk menampilkan visualisasi model kesehatan gigi dan mulut.
9.	(Andri dkk., 2025)	<i>Deep Learning Incorporated with Augmented Reality Application for Watch Try-On.</i>	Mengembangkan aplikasi AR dengan mengintegrasikan <i>deep learning (SSD MobileNet V1 & V2)</i> untuk deteksi tangan secara <i>real-time</i> dan <i>Vuforia model target</i>	Memanfaatkan Vuforia model target untuk menampilkan objek 3D secara <i>real-time</i> di atas marker/objek nyata.	Penelitian Terkait: Mengintegrasikan <i>deep learning (SSD MobileNet)</i> untuk deteksi tangan. Penelitian yang Dilakukan: Berfokus pada penggunaan <i>model target</i> dan <i>markerless</i> berupa model gigi cetak sebagai target AR.

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
			untuk menempatkan model jam 3D		
10.	(Sussi dkk., 2022)	Perancangan Dan Implementasi Game Pembelajaran Kesehatan Gigi “ <i>Tooth And Fairy</i> ” Berbasis Android Menggunakan Unity Engine	Mengembangkan game pembelajaran <i>Tooth and Fairy</i> berbasis android yang menarik, interaktif, dan mendidik.	Membuat media pembelajaran kesehatan gigi berbasis android menggunakan unity.	Penelitian Terkait: Pembelajaran berfokus pada pemahaman tentang makanan yang merusak gigi melalui game 2D. Penelitian yang Dilakukan: Pembelajaran berfokus pada materi kesehatan gigi dan mulut menggunakan teknologi <i>augmented reality</i> dengan <i>model target</i> dan <i>markerless</i>.
11.	(Hameed dkk., 2022)	<i>Development of Augmented reality-</i>	Mengembangkan aplikasi mobile	Menekankan <i>object recognition / model</i>	Penelitian Terkait: Bertujuan untuk membuktikan efektivitas

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
		<i>based object recognition mobile application with Vuforia</i>	berbasis <i>augmented reality</i> (AR) dengan Vuforia SDK untuk pengenalan dan pelacakan objek fisik 3D.	<i>target</i> sebagai target utama untuk menampilkan informasi virtual.	teknis Vuforia dalam <i>object recognition / model target</i> . Penelitian yang Dilakukan: Bertujuan menghadirkan media pembelajaran kesehatan gigi dan mulut yang inovatif, interaktif, dan aplikatif.
12.	(Rohman dkk., 2024)	Penerapan Teknologi <i>Markerless Augmented Reality</i> dalam Inovasi Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Berbasis Mobile Android.	Membuat aplikasi <i>augmented reality Markerless</i> untuk pengenalan hewan berbasis android.	Menggunakan <i>augmented reality</i> berbasis android untuk media pembelajaran.	Penelitian Terkait: Menggunakan metode AR <i>markerless</i> untuk media pengenalan hewan. Penelitian yang Dilakukan: Menggunakan metode AR <i>model target</i> dan <i>markerless</i>

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
					untuk media pembelajaran kesehatan gigi dan mulut.
13.	(Khairunnisa dkk., 2024)	Desain Metaverse: Media Promosi FTK UNHAR Berbasis <i>Augmented Reality</i> Menggunakan Metode <i>Markerless User Defined Target</i>	Membangun aplikasi <i>augmented reality</i> (AR) berbasis Android sebagai media promosi kampus FTK UNHAR menggunakan metode <i>markerless user defined target</i> .	Menggunakan metode pengembangan MDLC untuk membuat aplikasi AR berbasis android.	Penelitian Terkait: Fokus pada promosi kampus dengan menggunakan metode AR <i>markerless user defined target</i> . Penelitian yang Dilakukan: Fokus pada pembelajaran kesehatan gigi dan mulut menggunakan metode AR <i>model target</i> dan <i>markerless</i> .
14.	(Saputra & Romli, 2023)	Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Sendi Berbasis <i>augmented reality</i>	Mengembangkan aplikasi <i>augmented reality</i> dengan metode <i>marker based tracking</i>	Meningkatkan pemahaman melalui visualisasi objek anatomi manusia	Penelitian Terkait: Fokus pada anatomi sistem sendi manusia menggunakan <i>marker</i> berbasis gambar.

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
		Menggunakan Metode <i>Marker Based Tracking</i> Pada Perangkat Android.	untuk visualisasi 3D sistem sendi manusia berbasis android.	menggunakan teknologi <i>augmented reality</i> berbasis android.	Penelitian yang Dilakukan: Fokus pada kesehatan gigi dan mulut menggunakan <i>model target</i> dan <i>markerless</i> .
15.	(Nugroho & Kalifia, 2023)	Aplikasi Pemandu Wisata Pada Candi Plaosan Berbasis <i>Augmented Reality</i> .	Mengembangkan aplikasi berbasis android dengan teknologi <i>augmented reality markerless</i> .	Mengembangkan aplikasi <i>augmented reality</i> berbasis android dengan tujuan meningkatkan pemahaman pengguna melalui visualisasi interaktif AR.	Penelitian Terkait: Menggunakan metode AR <i>markerless</i> untuk pelestarian budaya dan promosi wisata (candi plaosan). Penelitian yang Dilakukan: Menggunakan metode AR <i>model target</i> dan <i>markerless</i> untuk pembelajaran kesehatan gigi dan mulut.

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Persamaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan	Perbedaan penelitian terkait dengan penelitian yang dilakukan
16.	Penelitian yang dilakukan	Analisis Penggunaan <i>Model Target</i> dan <i>Markerless</i> Pada <i>Augmented Reality</i> Pembelajaran Kesehatan Gigi dan Mulut	Merancang, membangun serta menguji aplikasi <i>augmented reality</i> berbasis android untuk pembelajaran kesehatan gigi dan mulut menggunakan <i>model target</i> dan <i>markerless</i> .	Menggunakan teknologi <i>augmented reality</i> sebagai media pembelajaran berbasis android.	Penelitian yang Dilakukan: Menerapkan <i>model target</i> berupa model gigi hasil cetak dan <i>markerless</i> pada aplikasi <i>augmented reality</i> berbasis android sebagai media pembelajaran kesehatan gigi dan mulut.

Pada tabel 2.1, dijelaskan bahwa teknologi *augmented reality* (AR) telah diterapkan di berbagai bidang, mulai dari arsitektur (Dirgayusari dkk., 2024), pembelajaran sistem sendi (Saputra & Romli, 2023), hingga promosi wisata (Nugroho & Kalifia, 2023) dan kampus (Khairunnisa dkk., 2024). Pada bidang kesehatan gigi, penelitian (Lim dkk., 2023) dan (Yandi dkk., 2024) menunjukkan bahwa AR mampu meningkatkan pemahaman terkait praktik pengukuran gigi dan materi kebiasaan buruk pada gigi, meski masih terbatas pada penggunaan *2D marker*. Penelitian serupa dilakukan oleh (Amrilia & Faizah, 2025), (Sofiawinoto dkk., 2024) serta (Sussi dkk., 2022) juga memanfaatkan Android untuk pembelajaran kesehatan gigi, tetapi teknologi yang diterapkan masih sebatas teks, gambar, atau permainan 2D sehingga belum sepenuhnya menghadirkan pengalaman belajar yang realistis. Sementara itu, penelitian lain mulai menerapkan *model target* sebagai target AR. Seperti, penelitian (Delacruz dkk., 2022) untuk visualisasi anatomi tubuh manusia pada manekin medis dan (Permana dkk., 2023) untuk visualisasi virus pada objek bola.

Tabel 2. 3 Matriks Penelitian

No.	Peneliti	Objek Penelitian	Bahasan		Metode			Platform	
			<i>Augmented Reality</i>	Pembelajaran Gigi	<i>2D Marker</i>	<i>model target</i>	<i>Markerless</i>	Android	Desktop
1.	(Yandi dkk., 2024)	Gigi dan Mulut	✓	✓	✓			✓	

No.	Peneliti	Objek Penelitian	Bahasan		Metode			Platform	
			<i>Augmented Reality</i>	Pembelajaran Gigi	<i>2D Marker</i>	<i>model target</i>	<i>Markerless</i>	Android	Desktop
2.	(Permana dkk., 2023)	Virus	✓			✓		✓	
3.	(Amrilia & Faizah, 2025)	Kesehatan Gigi		✓				✓	
4.	(Lim dkk., 2023)	<i>Tooth Carving</i>	✓	✓	✓			✓	
5.	(Sofiawinoto dkk., 2024)	Pengenalan Makanan bagi Kesehatan Gigi		✓				✓	
6.	(Delacruz dkk., 2022)	Anatomi Tubuh	✓			✓			✓
7.	(Canadinc & Yan, 2024)	BrickxAR	✓			✓		✓	
8.	(Dirgayusari dkk., 2024)	Perancangan Arsitektur Bangunan	✓				✓	✓	
9.	(Andri dkk., 2025)	<i>Watch Try-On</i>	✓			✓		✓	

No.	Peneliti	Objek Penelitian	Bahasan		Metode			Platform	
			<i>Augmented Reality</i>	Pembelajaran Gigi	<i>2D Marker</i>	<i>model target</i>	<i>Markerless</i>	Android	Desktop
10.	(Sussi dkk., 2022)	Game Pembelajaran Kesehatan Gigi		✓				✓	
11.	(Hameed dkk., 2022)	Mobil Mainan & Wadah Lotion	✓			✓		✓	
12.	(Rohman dkk., 2024)	Pengenalan Hewan	✓				✓	✓	
13.	(Khairunnisa dkk., 2024)	Media Promosi Kampus	✓				✓	✓	
14.	(Saputra & Romli, 2023)	Sistem Sendi	✓		✓			✓	
15.	(Nugroho & Kalifia, 2023)	Pemandu Wisata Candi Plaosan	✓				✓	✓	
16.	Penelitian yang dilakukan	Pembelajaran Anatomi Gigi	✓	✓		✓	✓	✓	

Pada tabel 2.2, matriks penelitian menunjukkan perbedaan diantara penelitian terkait lainnya. Terdapat kesenjangan dalam penelitian sebelumnya, khususnya terkait pemanfaatan *model target* berbasis model fisik untuk pembelajaran kesehatan gigi dan mulut. Mayoritas penelitian sebelumnya hanya menggunakan *image marker* atau metode *markerless* saja yang tidak melibatkan objek fisik seperti model gigi hasil cetak. Kebaruan dari penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi *augmented reality* berbasis android dengan kombinasi *model target* berupa model gigi cetak sebagai penanda dan *markerless* untuk meningkatkan kemudahan pengguna. Pendekatan ini sebagai solusi untuk memberikan pengalaman belajar yang interaktif, realistis, dan aplikatif sehingga dapat menjawab keterbatasan yang ada pada media pembelajaran kesehatan gigi dan mulut konvensional.