

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian teknologi *Augmented Reality* (AR) ini bukanlah yang pertama kali dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini akan merujuk pada beberapa penelitian terdahulu yang relevan sebagai referensi yang sesuai. Berikut beberapa studi kasus yang terkait dengan penelitian ini:

Dalam penelitian pertama yang berjudul "**Rekayasa *Augmented Reality* Planet dalam Tata Surya sebagai Media Pembelajaran Bagi Siswa SMP Negeri 57 Palembang**" oleh Agmita Clara Rosa, Hastha Sunardi, Herri Setiawan [10], dilakukan proyek akhir dengan tujuan mengembangkan aplikasi yang memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk menampilkan simulasi objek 3D seperti planet sebagai media pembelajaran bagi siswa. Siswa di sekolah tersebut menghadapi masalah pemahaman yang kurang dalam mempelajari sistem Tata Surya dikarenakan minimnya alat peraga yang digunakan oleh guru saat menjelaskan materi tentang Tata Surya. Aplikasi ini dirancang untuk dapat dioperasikan pada sistem operasi *Android* dengan menggunakan sebuah perpustakaan (*library*) yang disebut *Vuforia engine*. Teknik yang digunakan dalam pengembangan aplikasi ini adalah *Marker Based Tracking*, di mana sebuah *marker* atau penanda dalam bentuk katalog digunakan untuk menandai lokasi objek dalam aplikasi. Penelitian ini menggunakan metode *Rational Unified Process* (RUP).

Dalam penelitian kedua oleh Agnes Ramauli Siadari, Muhammad Siddik [11] yang berjudul "**Aplikasi Media Pembelajaran Interaktif 3D Tata Surya Menggunakan Teknologi *Augmented Reality* Berbasis *Android***" yang memiliki tujuan proyek akhir tersebut bertujuan adalah mengembangkan sebuah aplikasi yang menerapkan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan memiliki kemampuan untuk menampilkan planet dalam bentuk objek 3D. Masalah yang ada di Sekolah Dasar Santa Veronika Kota Pekanbaru minimnya media pembelajaran dan fasilitas

yang kurang mendukung seperti alat peraga yang telah rusak hanya mengandalkan buku pelajaran sebagai media pembelajaran Tata Surya. Aplikasi ini dirancang untuk dapat berjalan pada sistem operasi *Android* dengan menggunakan perpustakaan (*library*) bernama *Vuforia engine*. Dalam pengembangannya, digunakan teknik *Markerless*, sehingga penggunaan aplikasi ini lebih mudah dan tidak memerlukan *marker* tertentu. Proyek ini dilakukan dengan menggunakan metode *System Development Life Cycle* (SDLC).

Dalam penelitian ketiga oleh Mita Septiani, Mohammad Muhyidin Nurzaelani, Muhammad Iqbal Pahlevi, Putri Eka Sevdiyuni [12] yang berjudul **“Media Pembelajaran *Augmented Reality* Berbasis *Android* untuk IPA di Sekolah Dasar”** yang memiliki sebuah proyek akhir yang bertujuan mengembangkan aplikasi yang memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk menyajikan simulasi objek 3D, termasuk planet-planet dalam sistem Tata Surya. Masalah yang ada di Sekolah Dasar Pondok Rumput Kota Bogor minimnya *visualisasi* gambar pada kebanyakan buku yang terlihat tidak jelas dan permasalahan lain dalam mengimplementasikan materi pembelajaran kurangnya inisiatif guru dalam memberikan metode pembelajaran yang tepat sehingga siswa merasa bosan dan kurang motivasi. Aplikasi ini dapat dioperasikan pada sistem operasi *Android* dengan menggunakan perpustakaan (*library*) *Vuforia engine*. Dalam pengembangannya, teknik yang digunakan adalah *Marker Based Tracking* dengan penggunaan kartu sebagai penanda lokasi objek dalam aplikasi. Proyek ini melibatkan penggunaan metode *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (ADDIE) sebagai pendekatan utama dalam pelaksanaannya.

Dalam penelitian keempat oleh Zahrotul Jannah, Nur Fauziah, Tri Nadia Ningsih, Rr. Fadila Kusumaning Ayu, Manilaturrohmah, Devaldi Akbar Suryadi, Rizqi Putri Nourma Budiarti, Fifi Khoirul Fitriyah [13] yang berjudul **“Planetarium Kaca Berbasis *Augmented Reality* untuk Meningkatkan Pengetahuan Literasi Sains di Sekolah Dasar Madura”** yang memiliki sebuah proyek akhir yang bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi yang

menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR) dengan tujuan meningkatkan literasi sains. Aplikasi ini akan menampilkan objek 3D yang lebih menarik dan interaktif sehingga dapat meningkatkan minat dan pemahaman terhadap sains. Masalah yang ada di Sekolah Dasar Patengteng 2 Kabupaten Bangkalan kurangnya guru dalam menciptakan media pembelajaran yang inovatif dan interaktif sehingga cenderung monoton dan membosankan. Aplikasi ini dapat dioperasikan pada sistem operasi *Android* dengan menggunakan perpustakaan (*library*) bernama *Vuforia engine*. Dalam pengembangannya, digunakan teknik *Marker Based Tracking* dengan menggunakan kartu sebagai penanda lokasi objek dalam aplikasi. Dalam pelaksanaan proyek ini menggunakan metode *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (ADDIE) digunakan sebagai pendekatan utama.

Dalam penelitian kelima oleh Yulia Fatma, Armen Salim, Regiolina Hayami [14] yang berjudul “***Augmented Reality Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Sistem Tata Surya***” yang memiliki tujuan proyek akhir tersebut bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi yang memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk memperlihatkan objek 3D berupa planet. Masalah yang dihadapi di SMP Negeri 1 Benai terletak pada buku pelajaran IPA. Materi pelajaran tersebut dinilai kurang terjelaskan dengan baik karena hanya ditampilkan dalam bentuk gambar 2D. Hal ini membuat pembelajaran terasa monoton dan kurang memadai dalam menjelaskan materi secara detail. Oleh karena itu, perlu adanya perubahan agar materi pelajaran dapat dijelaskan dengan lebih baik dan mudah dipahami oleh siswa. Aplikasi ini dapat dijalankan pada sistem operasi *Android* dengan menggunakan perpustakaan (*library*) bernama *Vuforia engine*. Dalam pengembangannya, digunakan teknik *Markerless*, sehingga penggunaan aplikasi ini lebih mudah dan tidak memerlukan *marker* tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC).

Tabel 2.1 Perbandingan Referensi Penelitian Sebelumnya

Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan	Kesimpulan
Rekayasa <i>Augmented Reality</i> Planet dalam Tata Surya sebagai Media Pembelajaran Bagi Siswa SMP Negeri 57 Palembang [10]	<i>Rational Unified Process</i> (RUP)	Pada penelitian ini, peneliti menggunakan teknologi <i>Augmented Reality</i> untuk menampilkan objek 3D planet Tata Surya dengan memindai <i>QR code</i> . Pengujian aplikasi dilakukan melalui metode <i>black box</i> dalam dua tahapan, yaitu pengujian <i>alpha</i> dan <i>beta</i> . Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengatasi berbagai masalah seperti fungsi yang tidak berjalan dengan benar atau hilang, kesalahan dalam antarmuka, kesalahan dalam struktur data, dan masalah kinerja.	Penelitian yang dilakukan oleh peneliti tersebut memiliki sedikit perbedaan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis. Perbedaan yang signifikan adalah peneliti menggunakan <i>qr code</i> sebagai <i>marker</i> lokasi objek dalam aplikasi, sedangkan penulis menggunakan buku pelajaran Tema 9 kelas 6 sebagai <i>marker</i> lokasi objek dalam aplikasi dan yang membedakannya lagi penulis menguji fungsionalitas aplikasi dan <i>pre-test</i> dan <i>post-tes</i> kepada siswa/siswi. Sedangkan pada penelitian ini hanya menguji aplikasi menggunakan metode <i>black box</i> .	Hasil implementasi dan uji coba menunjukkan bahwa aplikasi ini memberikan dampak positif bagi siswa SMP Negeri 57, serta memudahkan guru dalam menjelaskan materi tentang Tata Surya. Dalam kondisi pencahayaan minim, <i>marker</i> tidak dapat terdeteksi, namun pada kondisi pencahayaan yang cukup, <i>marker</i> dapat terdeteksi dengan baik. Selain itu, aplikasi ini masih mampu mendeteksi <i>marker</i> dan menampilkan objek <i>augmented reality</i> dengan baik pada sudut kemiringan antara 45 derajat hingga 135 derajat. Untuk hasil pengujiannya dapat disimpulkan bahwa metode <i>black box</i> hasilnya sangat baik..

Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan	Kesimpulan
<p>Aplikasi Media Pembelajaran Interaktif 3D Tata Surya Menggunakan Teknologi <i>Augmented Reality</i> Berbasis <i>Android</i> [11]</p>	<p><i>System Development Life Cycle</i> (SDLC)</p>	<p>Penggunaan teknologi <i>Augmented Reality</i> dalam penelitian ini melibatkan implementasi rancangan <i>output</i> yang mencakup elemen <i>splash</i>, menu utama, menu jelajah, menu panduan aplikasi, menu kuis, menu tentang, dan menu keluar. Pengujian aplikasi dilakukan dengan metode <i>Black Box</i> untuk memastikan bahwa semua fungsi berjalan sesuai yang diharapkan.</p>	<p>Penelitian yang dilakukan hampir mirip dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis, namun ada sedikit perbedaan antara keduanya, yaitu metode penelitian yang digunakan. Peneliti ini menggunakan metode <i>System Development Life Cycle</i> (SDLC) sedangkan penulis menggunakan metode <i>Multimedia Development Life Cycle</i> (MDLC) dan teknik yang digunakan penelitian ini <i>Markerless</i> sedangkan penulis menggunakan teknik <i>Marker Based Tracking</i>.</p>	<p>Dengan memanfaatkan teknologi <i>Augmented Reality</i> dan objek 3D, aplikasi ini telah diimplementasikan dan diuji coba. Hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi ini dapat menjadi media interaktif yang membantu siswa dalam mempelajari materi tentang Tata Surya, serta dapat meningkatkan minat belajar mereka. Fungsionalitas aplikasi dalam pengujian ini dari <i>install apk</i>, <i>Button</i> “Mulai Jelajah” , sampai <i>Button</i> “Keluar” untuk hasil pengujiannya dapat disimpulkan bahwa metode <i>black box</i> hasilnya sangat baik.</p>

Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan	Kesimpulan
Media Pembelajaran <i>Augmented Reality</i> Berbasis <i>Android</i> untuk IPA di Sekolah Dasar [12]	<i>Analyze, Design, Development, Implementatio, dan Evaluation</i> (ADDIE)	Peneliti menggunakan teknologi <i>Augmented Reality</i> dengan memindai kartu yang akan tampil objek 3D planet Tata Surya. Untuk teknik pengumpulan data menyebarkan angket kepada para ahli dan siswa. Analisis data dilakukan dengan statistik sederhana dan deskriptif kualitatif. Pengujian pada aplikasi hanya menguji fungsi-fungsi apakah berjalan dengan lancar tanpa <i>bug</i> .	Penelitian yang dilakukan hampir serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis, namun terdapat beberapa perbedaan yang signifikan. Salah satunya adalah metode yang digunakan, penelitian ini, peneliti menerapkan metode <i>System Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation</i> (ADDIE), sementara penulis mengadopsi metode <i>Multimedia Development Life Cycle</i> (MDLC). Selain itu, perbedaan juga terdapat pada pengujian, dimana peneliti hanya menguji fungsi menu yang berjalan tanpa <i>bug</i> , sedangkan penulis melakukan pengujian yang lebih lengkap.	Media pembelajaran interaktif menggunakan <i>Augmented Reality</i> dapat memudahkan guru dan siswa dalam kegiatan belajar mengajar di Sekolah Dasar Pondok Rumput Kota Bogor. Pembelajaran media dikhususkan untuk mata pelajaran IPA tema 9 tentang Tata Surya sehingga minat belajar siswa semakin semangat. Dalam uji coba aplikasi terhadap siswa berdasarkan tingkat kemampuan siswa yang tinggi aplikasi ini sangat membantu guru dan siswa memahami pelajaran tentang Tata Surya. Ditahap pengujian pada aplikasi ini hanya menguji fungsi-fungsi menu tombol yang ada di aplikasi agar dapat berjalan.

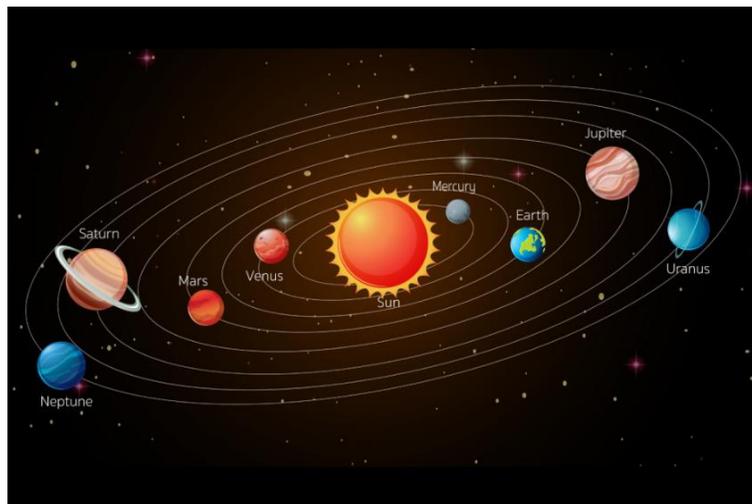
Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan	Kesimpulan
Planetarium Kaca Berbasis <i>Augmented Reality</i> untuk Meningkatkan Pengetahuan Literasi Sains di Sekolah Dasar Madura [13]	<i>Analyze, Design, Development, Implementatio, dan Evaluation</i> (ADDIE)	Peneliti menggunakan teknologi <i>Augmented Reality</i> dengan memindai kartu akan tampil objek 3D planet Tata Surya. Pengujian aplikasi ini diuji oleh <i>validator</i> yaitu siswa SDN Patengteng 2. Hasil uji validasi terhadap 22 siswa kelas 6 SDN Patengteng 2 menunjukkan bahwa presentase skor mencapai 80% yang artinya aplikasi ini layak digunakan sebagai media pembelajaran Tata Surya.	Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis, namun memiliki perbedaan pada metode dan pengujiannya. Perbedaan tersebut adalah penulis menggunakan metode <i>Multimedia Development Life Cycle</i> (MDLC), sedangkan peneliti menggunakan metode <i>System Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation</i> (ADDIE). Selain itu, untuk metode pengujiannya, peneliti menguji validasi terhadap siswa kelas 6 SDN Patengteng 2, sedangkan penulis tidak menyebutkan detail metode pengujiannya.	Media ini dirancang untuk mempermudah pemahaman siswa dalam memahami materi Tata Surya secara efektif dan efisien karena siswa dapat melihat langsung materi yang disampaikan melalui <i>smartphone</i> . Pada pengujian aplikasi ini hanya mengandalkan <i>validator</i> untuk menghasilkan validasi aplikasi yang layak sebagai media pembelajaran Tata Surya. Dengan berisikan 10 <i>kuesioner</i> dan hasil uji validasi aplikasi terhadap siswa SDN Patengteng 2 mencapai 80% bahwa aplikasi ini layak digunakan untuk media pembelajaran Tata Surya.

Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan	Kesimpulan
<p><i>Augmented Reality</i> Berbasis <i>Android</i> Sebagai Media Pembelajaran Sistem Tata Surya [14]</p>	<p><i>Multimedia Depelopment Life Cycle</i> (MDLC).</p>	<p>Aplikasi ini dirancang sebagai media pembelajaran Tata Surya berbasis <i>Android</i> yang memanfaatkan teknologi <i>Augmented Reality</i>. Dengan mengintegrasikan <i>Augmented Reality</i>, diharapkan dapat meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap materi. Penelitian ini mencakup dua tahap pengujian. Tahap pertama, yaitu pengujian <i>alpha</i>, dilakukan secara internal oleh pengembang dengan metode <i>Black Box Testing</i>.</p>	<p>Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis, namun terdapat sedikit perbedaan dimana penulis menguji perkembangan siswa dalam pelajaran Tata Surya dengan menggunakan <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i>. Sementara itu, dalam penelitian ini, pengujian <i>alpha</i> dilakukan dengan menguji secara <i>black box</i> dari sisi pengembang, dan pengujian <i>beta</i> dilakukan melalui kuesioner untuk menilai penerimaan pengguna terhadap aplikasi.</p>	<p>Penggunaan teknologi <i>Augmented Reality</i> dapat mengatasi masalah ketiadaan dan keterbatasan alat peraga yang sering menghambat proses belajar-mengajar tentang Tata Surya. Sebuah uji coba dilakukan pada 30 siswa untuk mengevaluasi aplikasi ini, dan hasilnya menunjukkan bahwa 86% siswa memberikan penilaian "Sangat Baik" terhadap kelayakan aplikasi tersebut. Oleh karena itu, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan aplikasi <i>Augmented Reality</i> dalam pembelajaran Tata Surya dapat meningkatkan pemahaman dan minat siswa terhadap materi tersebut.</p>

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Tata Surya

Di tingkat sekolah dasar, salah satu materi yang diajarkan dalam ilmu pengetahuan alam adalah mengenai Tata Surya. Tata Surya merupakan suatu sistem yang terdiri dari beberapa objek langit yang mengelilingi Matahari sebagai pusatnya. Sistem ini meliputi delapan planet, yakni Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Selain planet-planet tersebut, terdapat satelit, asteroid, planetoid, komet, dan meteoroid yang mengikuti hukum Dinamika Newton dan bergerak di sekitar Tata Surya [15]. Pada gambar 2.1 mengilustrasikan Tata Surya dengan matahari dan sejumlah objek yang terikat oleh gravitasi matahari.

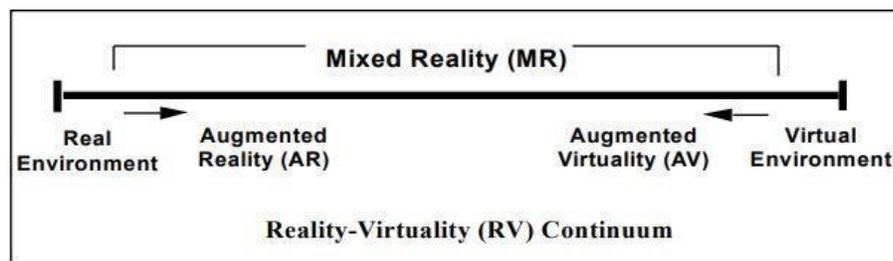


Gambar 2.1 Tata Surya [15]

2.2.2 *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang mengintegrasikan objek maya ke dalam dunia nyata untuk menciptakan pengalaman tambahan yang lebih kaya secara visual. Berbeda dengan *Virtual Reality* yang menggantikan realitas sepenuhnya, AR menambahkan informasi tambahan untuk meningkatkan

pengalaman dunia nyata yang ada. AR telah menjadi teknologi yang banyak digunakan di berbagai bidang kehidupan, memungkinkan pembuatan objek virtual yang sangat menyerupai dunia nyata yang dapat dilihat melalui kamera pada perangkat komputer atau *smartphone*. Dengan menggunakan *marker* sebagai titik acuan untuk kamera, objek dua dimensi atau tiga dimensi dapat ditampilkan di layar, memberikan kesan membawa objek mati menjadi hidup [16]. Dalam Gambar 2.2, terdapat ilustrasi yang menunjukkan perbedaan posisi antara AR dan VA. Pada posisi AR yang terletak di sebelah kiri, lingkungannya masih nyata namun benda yang ditampilkan bersifat maya. Sedangkan pada posisi AV yang terletak di sebelah kanan, lingkungan yang ditampilkan bersifat maya namun benda yang ditampilkan bersifat nyata.



Gambar 2.2 *Reality Virtuality Continuum* [16]

AR mempunyai dua metode yang berkembang sampai saat ini yaitu:

a. *Marker Based Tracking*

Penggabungan teknologi penglihatan komputer dan pemrosesan gambar dalam *Marker Based Tracking* memungkinkan pengambilan informasi secara langsung dari sebuah gambar. Penerapan teknologi AR pada aplikasi memungkinkan *marker* untuk dikenali oleh aplikasi. Agar dapat menggunakan metode *Marker Based Tracking* pada aplikasi, langkah-langkah berikut harus diikuti: *marker* harus dimasukkan ke dalam *database Vuforia* dan diubah menjadi format *unitypackage* agar dapat terdeteksi oleh AR Camera pada aplikasi *Unity 3D*. Proses diawali dengan mengakses

kamera untuk mendeteksi *marker* sebagai masukan *input* yang akan mengaktifkan perintah. Setelah *marker* berhasil terdeteksi, sistem akan membandingkan *marker* dengan *database* yang telah dibuat di *Vuforia*. Apabila *marker* cocok dengan entri dalam *database*, objek 3D yang sesuai akan ditampilkan berdasarkan *marker* yang terdeteksi [17].

b. *Markerless*

Markerless adalah salah satu metode terbaru yang sedang dikembangkan dalam teknologi AR. Metode ini tidak memerlukan *barcode* yang harus dipindai oleh pengguna dalam pembuatan aplikasi. Perusahaan pengembang teknologi AR saat ini telah mengembangkan berbagai metode, termasuk di antaranya *markerless tracking*, *face tracking*, *3D object tracking*, serta metode-metode lainnya. [18].

2.2.3 Unity 3D

Unity 3D merupakan suatu program yang dibuat untuk mempermudah proses pengembangan permainan yang bisa dijalankan di beberapa platform. Program ini menyediakan antarmuka pengguna yang mudah dan nyaman digunakan [19]. *Unity 3D* adalah *game engine* yang terkenal di industri *game* dan dikembangkan oleh *Unity Technologies*. Perlu juga dicatat bahwa *Unity 3D* adalah lintas platform, yang berarti pengguna dapat menggunakan *Unity 3D* untuk mendesain dan mengembangkan *game* apa pun yang mereka inginkan. Diproduksi, seperti 2D Atau 3D, bahkan *unity* memiliki kemampuan untuk mempublikasikan *game* ke beberapa platform terkenal seperti *Windows*, *Android*, *Xbox*, *Unity Web*, dan *Playstation 3* serta masih banyak lagi untuk beberapa platform terkenal lainnya [20].

Unity 3D memiliki sejumlah kelebihan yang cukup signifikan, antara lain[21]:

1. *Unity 3D* dapat berjalan pada komputer dengan spesifikasi rendah, tidak harus membutuhkan spesifikasi yang tinggi.

2. Terdapat fitur aset *store*, di mana para pengguna dapat mengakses aset 2D dan 3D secara gratis, namun juga tersedia opsi aset berbayar.
3. *Game* yang dibuat dengan *Unity* dapat diunggah ke berbagai platform terkenal, sehingga dapat digunakan secara lintas platform.
4. Penggunaan antarmuka pengguna (*UI*) pada *Unity* relatif mudah, sehingga cocok bagi para pemula.
5. Dalam hal *coding game*, tersedia fitur *text editor* seperti *Mono Develop* yang terintegrasi langsung dengan *Unity Engine*.
6. Dengan keberadaan alat seperti *Terrain Editor* dan *Responsive UI*, proses desain *level game* menjadi lebih mudah.
7. *Unity Free* memungkinkan pengguna untuk membuat *game* secara gratis tanpa perlu membayar biaya apa pun.

2.2.4 Vuforia SDK

Perangkat lunak *Augmented Reality* yang dikenal sebagai *Vuforia Software Development Kit (SDK)* telah dikembangkan oleh *Qualcomm*. Perangkat lunak ini berfokus pada teknologi *computer vision* dengan tujuan mengenali gambar (*image recognition*). *Vuforia* menawarkan beragam fitur dan kemampuan yang dapat membantu pengembang *game* mengatasi masalah teknis ketika mewujudkan ide-ide mereka. *Vuforia SDK* memiliki kemampuan untuk memproses teknologi *AR*, yang dapat mengenali dan melacak *marker* gambar (*image target*) serta objek 3D secara *real-time* [22].

Vuforia SDK memiliki berbagai kelebihan sebagai perangkat lunak pengembangan untuk membuat *Augmented Reality* pada perangkat seluler *Mobile Augmented Reality (MAR)*, seperti [23]:

1. Dapat dengan cepat mengenali target lokal.
2. Menggunakan teknologi yang mendukung pengenalan ribuan target.
3. Memiliki kemampuan pelacakan target yang handal.
4. Lebih efektif dibandingkan dengan SDK *Augmented Reality* lainnya, dan dapat mengenali pola dalam kondisi cahaya redup dan target yang sebagian tertutup.

2.2.5 Blender 3D

Blender 3D adalah sebuah aplikasi kreatif untuk membuat objek 3D yang tersedia secara gratis dan bersifat *open source*. Program ini menawarkan berbagai alat dan fitur yang dibutuhkan dalam proses pembuatan objek 3D seperti *modeling*, *rigging*, *animasi*, simulasi, *rendering*, *compositing*, *motion tracking*, pengeditan video, serta pembuatan *game*. *Blender* sangat berguna untuk individu atau studio kecil dalam proyek 3D dan dapat berjalan di *Linux*, *Windows*, dan *MacOS*. Walaupun terdapat banyak program animasi 3D lainnya, *Blender* masih dianggap sebagai perangkat lunak 3D terbaik yang tersedia, karena berbagai elemen menarik yang ditawarkan *Blender* kepada penggunanya dan kepopulerannya sebagai program animasi 3D terkenal di seluruh dunia [24].

2.2.6 Adobe Photoshop

Adobe Photoshop adalah perangkat lunak pengeditan gambar yang dikembangkan oleh *Adobe Systems*. *Software* ini difokuskan untuk mengedit foto dan gambar, serta untuk menciptakan efek visual. *Adobe Photoshop* sangat umum digunakan oleh fotografer profesional, desain grafis, dan agensi periklanan. *Adobe Photoshop* merupakan perangkat lunak yang menawarkan berbagai fitur yang mengesankan dan fungsionalitas yang efisien, sehingga menjadi alat yang penting bagi pencipta visual. Dengan kemampuannya untuk menyimpan banyak dokumen, *Adobe Photoshop* banyak digunakan dalam dunia desain visual. Kemampuan dan fitur yang luas menjadikannya perangkat lunak yang ideal bagi para pencipta, dan

antarmukanya yang mudah digunakan memungkinkan untuk pengoperasian yang sederhana. Oleh karena itu, *Adobe Photoshop* sangat direkomendasikan bagi mereka yang ingin memasuki bidang desain visual, dan berbagai alat dan fungsi yang tersedia menjadikannya perangkat lunak yang ideal untuk desainer dari berbagai tingkat keahlian [25].

Adobe Photoshop memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

1. Mampu menghasilkan gambar yang memuaskan.
2. Mudah digunakan.
3. Menyediakan banyak fitur yang luar biasa.
4. Dapat digunakan untuk membuat teks dengan efek yang ideal.
5. Berguna untuk perencanaan dan pengeditan gambar.
6. Dapat membuat berbagai jenis materi.
7. Dapat digunakan untuk desain foto.
8. Kapasitas penyimpanan beragam format, termasuk *PSD*, *JPEG*, *PNG*, dan lainnya.
9. Kinerja *Photoshop* yang lebih cepat.

Secara singkat, *Adobe Photoshop* memiliki berbagai kelebihan seperti kemampuan menghasilkan gambar yang memuaskan, mudah digunakan, beragam fitur yang luar biasa, dan mampu memproses berbagai jenis materi. Selain itu, *Adobe Photoshop* juga dapat mengedit teks dan foto, serta memiliki kapasitas penyimpanan yang luas untuk berbagai jenis format. Keunggulan lainnya adalah kinerja yang lebih cepat, memudahkan pengguna dalam menghasilkan desain dengan waktu yang lebih efisien.

2.2.7 Figma

Figma adalah sebuah aplikasi desain grafis yang biasa digunakan oleh para desainer *UI/UX* untuk membuat tampilan antarmuka untuk *website* dan aplikasi *mobile*. Aplikasi ini berbasis *web* dan memungkinkan pengguna untuk

berkolaborasi dalam waktu nyata, memberikan komentar, saran, bahkan mengubah desain yang ada secara bersamaan untuk menghemat waktu dalam proses verifikasi desain.[26].

Figma merupakan aplikasi desain yang berbasis *cloud* dan *prototyping* yang digunakan untuk proyek digital. Aplikasi ini dapat diakses melalui sistem operasi *Windows*, *Linux*, dan *Mac* dengan koneksi internet yang terhubung. *Figma* biasanya digunakan oleh para profesional yang bekerja di bidang *UI/UX*, desain *web*, dan bidang sejenisnya [27].

2.2.8 Android

Sistem operasi *Android* telah dirancang berdasarkan kernel *Linux* untuk digunakan pada perangkat ponsel cerdas dan tablet. Asalnya, *Android* dibangun oleh perusahaan bernama *Android Inc*, yang kemudian diakuisisi oleh *Google Inc*. Peluncuran sistem operasi ini dilakukan pada tanggal 5 November 2007 oleh *Google*. Selain itu, *Android* juga menyediakan platform khusus untuk para pengembang aplikasi [28].

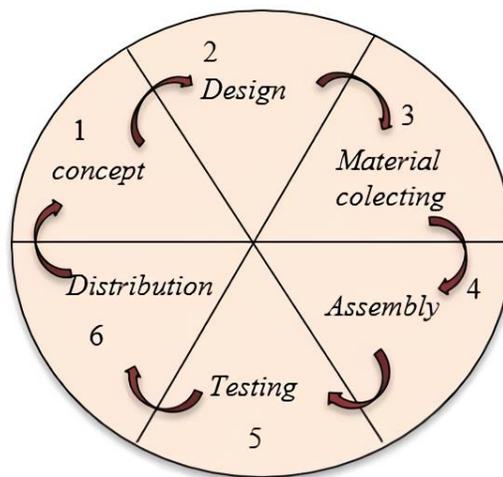
Kelebihan *Android* adalah [29] :

1. Kustomisasi: *Android* memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan perangkat mereka sesuai kebutuhan dan preferensi mereka. Ini termasuk menyesuaikan layar utama, menginstal aplikasi yang berbeda, dan mengubah tema perangkat.
2. Beragam perangkat: *Android* tersedia pada berbagai perangkat, termasuk *smartphone*, tablet, dan perangkat yang dikenakan. Ini berarti bahwa ada perangkat yang tersedia untuk setiap anggaran dan preferensi.
3. Ekosistem aplikasi yang besar: *Android* memiliki ekosistem aplikasi yang besar, dengan jutaan aplikasi yang tersedia di *Google Play Store*. Ini berarti bahwa pengguna dapat menemukan aplikasi untuk hampir setiap tujuan, mulai dari produktivitas hingga hiburan.

4. Pembaruan reguler: *Google* merilis pembaruan reguler untuk *Android*, yang berarti bahwa pengguna dapat memanfaatkan fitur-fitur baru dan peningkatan keamanan secara teratur.
5. Sumber terbuka: *Android* adalah sistem operasi sumber terbuka, yang berarti bahwa para pengembang dapat mengakses kode sumber dan membangun versi kustom sistem operasi. Ini memungkinkan tingkat inovasi dan kustomisasi yang tinggi.

2.2.9 Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC)

MDLC adalah metode pengembangan produk multimedia yang menempatkan model sebagai elemen penting dalam seluruh proses pengembangan. Pendekatan yang terstruktur dan terorganisir diadopsi dalam metode ini untuk menghasilkan produk multimedia berkualitas tinggi dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Terdapat enam tahapan dalam pengembangan produk multimedia menggunakan metode MDLC, yaitu Konsep, Desain, Pengumpulan Materi, Perakitan, Pengujian, dan Distribusi. Setiap tahapan dalam MDLC dapat dilihat dalam Gambar 2.3 [30].



Gambar 2.3 Tahapan Metode MDLC [31]

Metode MDLC memiliki penjelasan dalam tahapan sebagai berikut [31]:

a. Concept

Dalam tahap ini, ditentukan tujuan, konsep, manfaat, dan sasaran pengguna media pembelajaran untuk menciptakan pengaruh yang diinginkan atau nuansa yang ingin ditampilkan dalam produk multimedia yang sedang dibuat. Tujuan pengembangan multimedia dalam penelitian ini adalah untuk memperkenalkan planet melalui teknologi AR dengan target pengguna anak sekolah dasar. Oleh karena itu, nuansa media pembelajaran yang dibuat adalah interaktif, santai, menarik, dan memiliki animasi serta gambar yang menarik perhatian anak-anak sekolah dasar.

b. Design

Pada tahap awal perancangan aplikasi, langkah pertama adalah menentukan spesifikasi arsitektur program, gaya, tampilan, serta bahan atau material yang dibutuhkan. Setelah spesifikasi tersebut ditetapkan, maka dilakukan desain antarmuka tampilan menu aplikasi menggunakan aplikasi *Unity*.

c. Material Collecting

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan bahan yang sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan pada tahap awal. Bahan-bahan yang dimaksud meliputi materi yang akan ditampilkan, foto, animasi, *video*, dan *audio* yang akan disisipkan ke dalam aplikasi. Proses pengumpulan bahan dapat dilakukan secara simultan dengan tahap *assembly*.

d. Assembly

Bahan-bahan multimedia yang telah dikumpulkan sesuai dengan kebutuhan aplikasi media pembelajaran akan digunakan dalam pembuatan menggunakan aplikasi *Unity*. Namun, dalam proses pembuatannya, konsep yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya harus tetap diperhatikan dan diikuti.

e. *Testing*

Setelah tahap *assembly* selesai, tahap pengujian aplikasi dilaksanakan. Pada tahap ini, aplikasi dijalankan dan diperiksa untuk memastikan tidak ada kesalahan. Proses pengujian terdiri dari dua tahap, yaitu tahap *alpha* yang dilakukan oleh pengembang atau lingkungan pengembangan, dan tahap *beta* yang melibatkan pengguna secara lebih luas sebagai tahap pengujian akhir. Tahap *alpha* dilakukan oleh pengembang sendiri untuk menguji keandalan aplikasi, kemudian tahap *beta* dilakukan untuk menguji aplikasi dengan melibatkan pengguna secara luas.

f. *Distribution*

Distribusi merupakan tahap terakhir dalam proses pengembangan aplikasi media pembelajaran menggunakan metode MDLC. Tahap distribusi melibatkan pemasangan aplikasi di lingkungan produksi dan pemberian dukungan kepada pengguna yang dapat dilakukan setelah aplikasi dinyatakan layak pakai.

2.2.10 Black Box Testing

Black Box Testing adalah suatu teknik pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fitur atau fungsionalitas aplikasi, tanpa memperhatikan bagaimana aplikasi tersebut bekerja secara internal. Tidak memerlukan pengetahuan tentang kode aplikasi atau pemrograman secara umum. Dalam metode ini, deskripsi eksternal perangkat lunak seperti spesifikasi, persyaratan, dan desain digunakan sebagai acuan untuk membuat skenario pengujian. *Black Box Testing* dapat mencakup pengujian fungsional atau non-fungsional, tetapi umumnya lebih fokus pada pengujian fungsionalitas. Tujuan dari *Black Box Testing* adalah untuk mengevaluasi sistem atau komponen sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan, mencari *bug* atau kegagalan, dan memastikan bahwa sistem atau komponen tersebut bekerja sesuai dengan kebutuhan pengguna[32].

Keunggulan *Black Box Testing* adalah [33]:

1. Tidak memerlukan pengetahuan tentang implementasi internal sistem yang diuji, sehingga dapat dilakukan oleh penguji yang tidak memahami bagaimana sistem tersebut bekerja.
2. Dapat menguji sistem secara objektif, karena penguji tidak terpengaruh oleh desain atau implementasi internal sistem.
3. Dapat menguji sistem secara efektif dengan menggunakan teknik-teknik pengujian yang telah teruji, seperti teknik *equivalence*, *partitioning* dan *boundary value analysis*.
4. Dapat menguji sistem dengan cepat karena tidak perlu memahami implementasi internal sistem yang diuji.
5. Dapat digunakan untuk menguji sistem yang kompleks dengan cepat karena penguji hanya perlu memasukkan input dan mengevaluasi *output* tanpa perlu memahami cara kerja sistem secara detail.

2.2.11 Pre-Test dan Post-Test

Pre-test dan *post-test* adalah dua bentuk evaluasi yang digunakan dalam proses pengukuran kemajuan siswa. *Pre-test* dilakukan sebelum materi pembelajaran diberikan kepada siswa, sedangkan *post-test* dilakukan setelah siswa belajar materi tersebut. *Pre-test* bertujuan untuk mengukur pengetahuan awal siswa sebelum pembelajaran dilakukan, sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan kemajuan dan pemahaman siswa setelah pembelajaran selesai melalui *post-test*. Dengan demikian, *pre-test* dan *post-test* merupakan alat yang relevan untuk memperoleh informasi sebelum dan setelah pembelajaran, yang dapat membantu guru dalam menilai efektivitas metode dan konten pembelajaran yang diberikan [34].