

Design Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Augmented Reality Pada Materi Bentuk Molekul

Fahmi Pasaribu¹, Guspatni², Zhafira Fanmita³

¹²³Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang
e-mail: pasaribufahmi@gmail.com , guspatni@fmipa.unp.ac.id ,
zfanmita@gmail.com

Abstrak

Augmented Reality merupakan inovasi yang memadukan realitas fisik dengan elemen digital, mengaburkan perbedaan antara keduanya. Dalam konteks pendidikan, *Augmented Reality* dapat dimanfaatkan untuk mempelajari bentuk molekul. Teknologi 3D dalam *Augmented Reality* memungkinkan siswa untuk memahami representasi 2D dalam bentuk yang lebih nyata. Pengembangan aplikasi *Augmented Reality* ini melibatkan penggunaan Blender 3D untuk menciptakan model 3D sifat keperiodikan unsur, serta Vuforia SDK dan Unity 3D untuk pembangunan aplikasi dan pendeteksian marker. Metodologi pengembangan media mengadopsi model Plomp, yang sesuai dengan kebutuhan sekolah akan media pembelajaran interaktif yang menggabungkan animasi dan pertanyaan pemandu untuk membantu siswa menemukan konsep. Aplikasi pembelajaran ini dirancang untuk dapat digunakan baik di lingkungan sekolah maupun di luar sekolah sebagai alat bantu dalam pembelajaran kimia.

Kata kunci: *Desain Media Pembelajaran, Augmented Reality, Bentuk Molekul.*

Abstract

Augmented Reality is an innovation that combines physical reality with digital elements, blurring the distinction between the two. In the context of education, *Augmented Reality* can be utilized to study molecular structures. The 3D technology in *Augmented Reality* enables students to understand 2D representations in a more tangible form. The development of this *Augmented Reality* application involves the use of Blender 3D to create 3D models of periodic properties of elements, as well as Vuforia SDK and Unity 3D for application development and marker detection. The media development methodology adopts the Plomp model, which aligns with the school's needs for interactive learning media that incorporates animations and guiding questions to help students discover concepts. This learning application is designed to be used both in and outside the school environment as a tool in chemistry education.

Keywords : *Learning Media Design, Augmented Reality, Molecular Shape*

PENDAHULUAN

Teknologi pembelajaran di Indonesia telah mengalami kemajuan pesat dengan hadirnya beragam media pembelajaran. Media pembelajaran berfungsi sebagai sarana untuk mendemonstrasikan atau menyampaikan materi, memfasilitasi proses belajar mengajar. Konsep media pembelajaran tidak terbatas pada benda fisik, tetapi mencakup segala sumber yang memuat konten pendidikan, termasuk buku, modul, objek nyata, media cetak, video interaktif, dan sistem multimedia. Semua ini dapat digunakan secara sistematis untuk tujuan pembelajaran. Power Point sering menjadi pilihan utama sebagai media pembelajaran. Namun, presentasi yang didominasi teks dan gambar dalam banyak slide seringkali sulit dipahami siswa. Hal ini menimbulkan kebutuhan akan alternatif media pembelajaran yang lebih efektif. Salah satu solusi inovatif yang muncul adalah penggunaan teknologi Augmented Reality sebagai media pembelajaran interaktif (Supriono & Rozi, 2018).

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang mengintegrasikan konten digital seperti model 3D, gambar, video, dan audio ke dalam lingkungan nyata. Tujuan AR adalah menciptakan harmoni antara dunia nyata dan virtual, memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan elemen fisik maupun digital secara bersamaan. Dalam ranah pendidikan, pemanfaatan teknologi AR masih terbilang minim, membuka peluang luas bagi pengembangan media pembelajaran berbasis AR. Teknologi ini menawarkan solusi inovatif bagi pendidik untuk menyajikan materi pembelajaran yang informatif dan menarik. AR memungkinkan visualisasi objek virtual 3D dalam konteks dunia nyata secara real-time, mengubah konsep abstrak menjadi representasi yang lebih konkret dan mudah dipahami. Dengan kemampuannya menggabungkan elemen digital dengan lingkungan fisik, AR berpotensi mentransformasi pengalaman belajar, menjadikannya lebih interaktif dan mendalam. Teknologi ini membuka dimensi baru dalam penyampaian materi, memungkinkan siswa untuk menjelajahi dan berinteraksi dengan konsep-konsep kompleks (Aripin & Suryaningsih, 2019).

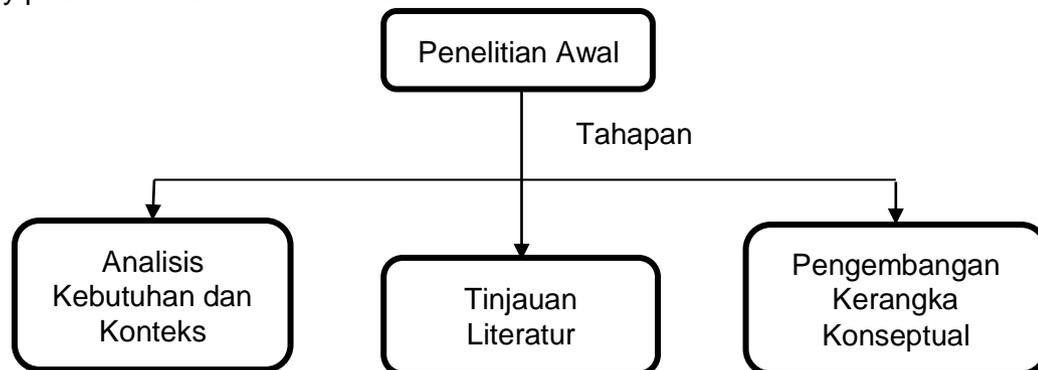
Pemanfaatan media pembelajaran seperti augmented reality tidak hanya membantu pendidik menyampaikan materi kompleks dan menciptakan suasana belajar yang menyenangkan, tetapi juga dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan spesifik yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Untuk memastikan media pembelajaran mencapai tujuan awalnya, diperlukan perencanaan yang cermat. Pengembangan media augmented reality seharusnya tidak hanya berfokus pada aspek teknologinya saja, tetapi juga mempertimbangkan cara merancang, mengimplementasikan, dan mengintegrasikannya ke dalam konteks pembelajaran formal maupun informal. Proses pengembangan media pembelajaran yang efektif harus didasarkan pada desain yang diawali dengan analisis mendalam. Tahap analisis merupakan langkah krusial dalam pengembangan media pembelajaran. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk merancang dan membuat media yang sesuai dengan kebutuhan pembelajar. Dengan pendekatan ini, media pembelajaran yang dikembangkan tidak hanya inovatif secara teknologi, tetapi juga relevan dan efektif dalam mencapai tujuan pendidikan yang diinginkan. Dengan penggunaan augmented reality dalam pendidikan bukan sekadar adopsi teknologi terkini, melainkan suatu

proses terencana yang mempertimbangkan aspek pedagogis, kebutuhan pembelajar, dan konteks pembelajaran secara menyeluruh (Elisa & Wiratmaja, 2019).

Untuk mengatasi tantangan dalam pembelajaran, penulis mengusulkan penggunaan teknologi Augmented Reality (AR) pada perangkat Android sebagai media pembelajaran inovatif. Pendekatan ini memungkinkan visualisasi molekul dalam bentuk tiga dimensi yang lebih nyata, yang dapat ditampilkan secara langsung. Integrasi antara konten kimia dari buku teks konvensional dan teknologi AR pada smartphone Android menciptakan solusi pembelajaran alternatif yang menjanjikan. Kombinasi ini berpotensi untuk meningkatkan efektivitas penyampaian materi oleh guru dan mempermudah pemahaman siswa terhadap konsep bentuk molekul yang kompleks. Dengan memvisualisasikan objek molekul secara konkret melalui AR. Selain itu, penggunaan teknologi interaktif ini diharapkan dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam mempelajari kimia. Pendekatan ini tidak hanya menawarkan cara baru dalam memahami konsep abstrak dalam kimia, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Dengan demikian, penggunaan AR dalam pembelajaran kimia berpotensi untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan mengakomodasi berbagai gaya belajar siswa.

METODE

Penelitian ini termasuk dalam kategori Penelitian Desain Pendidikan yang menggunakan model Plomp. Model Plomp dalam penelitian ini terdiri atas dua tahap, yaitu penelitian awal dan tahap pembuatan prototipe. Penelitian awal bertujuan untuk menentukan dan mendefinisikan persyaratan dalam pengembangan suatu produk. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada kegiatan evaluasi diri untuk menghasilkan prototipe. Tahap pembuatan prototipe merupakan tahap perancangan dengan melakukan intervensi terhadap produk yang dikembangkan. Subjek penelitian ini adalah tiga orang guru dari SMAN 3 Padang, SMAN 9 Padang, dan SMA 15 Padang, serta siswa dari Fase F SMAN 3 Padang, SMAN 9 Padang, dan SMA 15 Padang. Objek penelitian ini adalah aplikasi pembelajaran interaktif menggunakan Augmented Reality pada materi bentuk molekul.



Gambar 1. Tahapan Preliminary Research (Penelitian Awal)

Analisis Kebutuhan dan Konteks

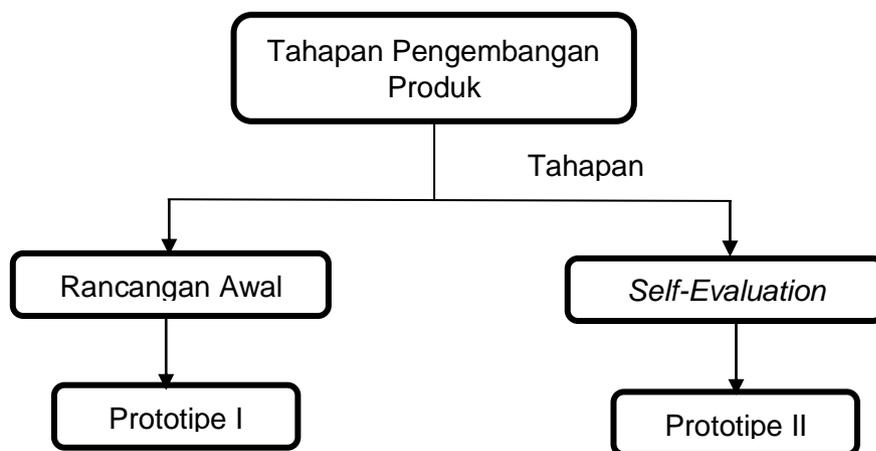
Analisis kebutuhan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pandangan guru dan siswa mengenai situasi terkini, yang meliputi aspek-aspek yang telah berjalan dengan baik, hal-hal yang perlu diubah, serta karakteristik situasi yang diharapkan. Analisis konteks dilakukan untuk mengeksplorasi lingkungan permasalahan dan memetakan ruang lingkup inovasi. Metode yang digunakan dalam analisis kebutuhan dan konteks adalah triangulasi, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas data dan menghindari bias peneliti tertentu. Metode ini menggabungkan penyebaran angket kepada guru dan siswa serta analisis dokumen. Data yang dianalisis diperoleh dari tiga orang guru dari SMAN 3 Padang, SMAN 9 Padang, dan SMA 15 Padang, serta siswa dari Fase F SMAN 3 Padang, SMAN 9 Padang, dan SMA 15 Padang.

Tinjauan Literatur

Tinjauan literatur bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang topik penelitian, mengidentifikasi kesenjangan dan peluang penelitian, mendukung argumen dan pendekatan penelitian, serta mengembangkan kerangka teori yang sesuai. Proses tinjauan literatur dilaksanakan dengan mencari referensi yang relevan dengan kegiatan penelitian. Sumber referensi yang digunakan adalah artikel dari jurnal terindeks.

Pengembangan Kerangka Konseptual

Hasil analisis kebutuhan dan konteks serta hasil studi literatur diintegrasikan ke dalam kerangka konseptual. Proses ini melibatkan identifikasi, perincian, dan penyusunan konsep-konsep utama yang diperlukan dalam perancangan aplikasi pembelajaran interaktif menggunakan augmented reality untuk materi bentuk molekul.



Gambar 2. Tahapan Pembentukan Produk

Rancangan Awal

Desain awal produk didasarkan pada hasil penelitian pendahuluan. Pada tahap ini, perancangan aplikasi dimulai dengan pemilihan perangkat lunak pengembang, perancangan antarmuka aplikasi, dan penyusunan sistematika program aplikasi. Rancangan ini diwujudkan dalam bentuk diagram alir yang merupakan hasil prototipe I.

Self-Evaluation

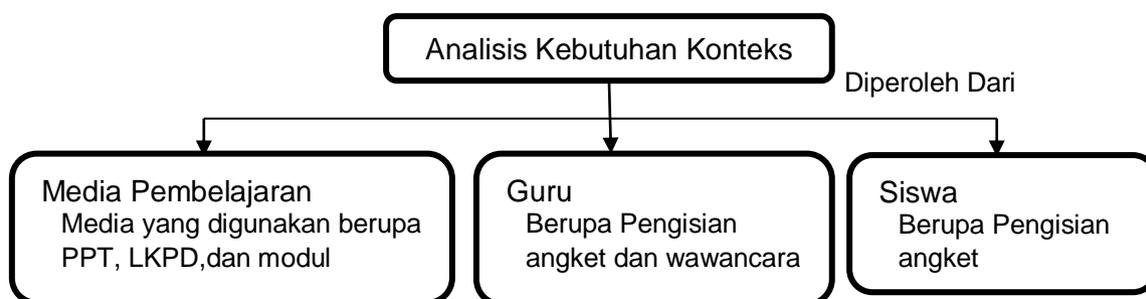
Tahap evaluasi mandiri pada prototipe I dilaksanakan dengan memeriksa komponen-komponen prototipe I menggunakan daftar periksa yang berisi komponen-komponen produk yang diperlukan. Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap desain media pembelajaran, jika masih terdapat bagian yang kurang, maka dilakukan revisi untuk menghasilkan prototipe II.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan aplikasi menggunakan model pengembangan Plomp dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan prototipe II. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi apakah rancangan aplikasi dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan rancangan yang didasarkan pada hasil analisis penelitian pendahuluan.

Analisis Kebutuhan dan Konteks

Analisis ini bertujuan untuk memahami sepenuhnya kebutuhan pengguna dan konteks di mana aplikasi augmented reality akan diterapkan. Dengan memahami kebutuhan dan konteks penggunaan ini, pengembang dapat merancang serta mengembangkan aplikasi augmented reality yang lebih sesuai, berfungsi dengan baik, dan menarik bagi pengguna. Data dikumpulkan melalui distribusi angket dan melakukan wawancara dengan tiga orang guru dari SMAN 3 Padang, SMAN 9 Padang, dan SMA 15 Padang, serta siswa dari Fase F SMAN 3 Padang, SMAN 9 Padang, dan SMA 15 Padang.



Gambar 3. Analisis Kebutuhan Konteks

Materi pelajaran dalam mata pelajaran kimia memiliki tingkat kesulitan yang bervariasi. Karena itu pola pembelajaran harus bervariasi menyesuaikan dengan materi pembelajaran tersebut. Mata pelajaran kimia diklasifikasikan sebagai mata pelajaran yang cukup sulit bagi sebagian siswa SMA/MA (Aris et al., 2020). Kecenderungan siswa merasa kesulitan mempelajari materi yang bersifat teori abstrak dan mikroskopis. Materi bentuk molekul contohnya, siswa dituntut untuk berimajinasi dalam memahami bentuk molekul tersebut (Puji et al., 2014).

Untuk materi bentuk molekul siswa akan lebih mudah memahami materi dengan bantuan media pembelajaran yang menggunakan teknologi audio visual dengan demikian siswa lebih mudah memahami materi sehingga siswa tidak merasa kesulitan untuk mengikuti pelajaran. Melalui media pembelajaran hal-hal yang abstrak dapat dikongkretkan, hal-hal yang kompleks dapat disederhanakan (Puji et al., 2014). Dalam memahami bentuk molekul siswa harus memahami konsep dasar seperti konfigurasi elektron, elektron valensi, struktur lewis, dan lain sebagainya. Sehingga untuk mempelajari bentuk molekul ini dibutuhkan daya pandang ruang yang baik serta media pembelajaran yang mendukung (Ardian et al., 2021). Berdasarkan hasil penyebaran angket terhadap guru kimia yang dilakukan di tiga sekolah yaitu di SMAN 3 Padang, SMAN 9 Padang, SMAN 15 Padang, guru di tiga sekolah tersebut pada proses pembelajaran telah menggunakan kurikulum merdeka belajar. Keaktifan dan pemahaman peserta didik pada pembelajaran bentuk molekul masih kurang. Media yang digunakan oleh guru pada proses pembelajaran berupa buku cetak, modul cetak, lembar kerja peserta didik, dan powerpoint yang hanya menampilkan gambar dan model dimana belum menampilkan konsep 3D. Guru di tiga sekolah menyampaikan karakteristik media yang dibutuhkan pada pembelajaran bentuk molekul, adalah media memiliki gambar, video, audio, serta animasi. Dari segi kepraktisan dapat digunakan di mana saja, mudah digunakan dan diakses. Sedangkan augmented reality masih belum diketahui oleh para guru dan belum pernah digunakan pada saat pembelajaran.

Solusi yang dapat diambil untuk mengatasi masalah-masalah yang telah dijabarkan di atas, maka akan lebih baik jika bahan ajar yang digunakan dapat mengintegrasikan ketiga level representasi kimia dan mengaplikasikan bantuan teknologi dalam memvisualisasikan bentuk molekul pada level submikroskopis melalui citra 3D dibandingkan hanya sebatas gambar 2D yang disajikan dalam bahan ajar pada umumnya. Ketiga level representasi memiliki peran penting dalam mempelajari dan memahami konsep kimia. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran dan sumber belajar dapat berperan dalam memecahkan masalah belajar seperti lemahnya motivasi belajar dan konsep yang abstrak. Salah satu teknologi yang dapat disematkan dalam sumber belajar adalah *Augmented Reality* (Studi et al., 2022).

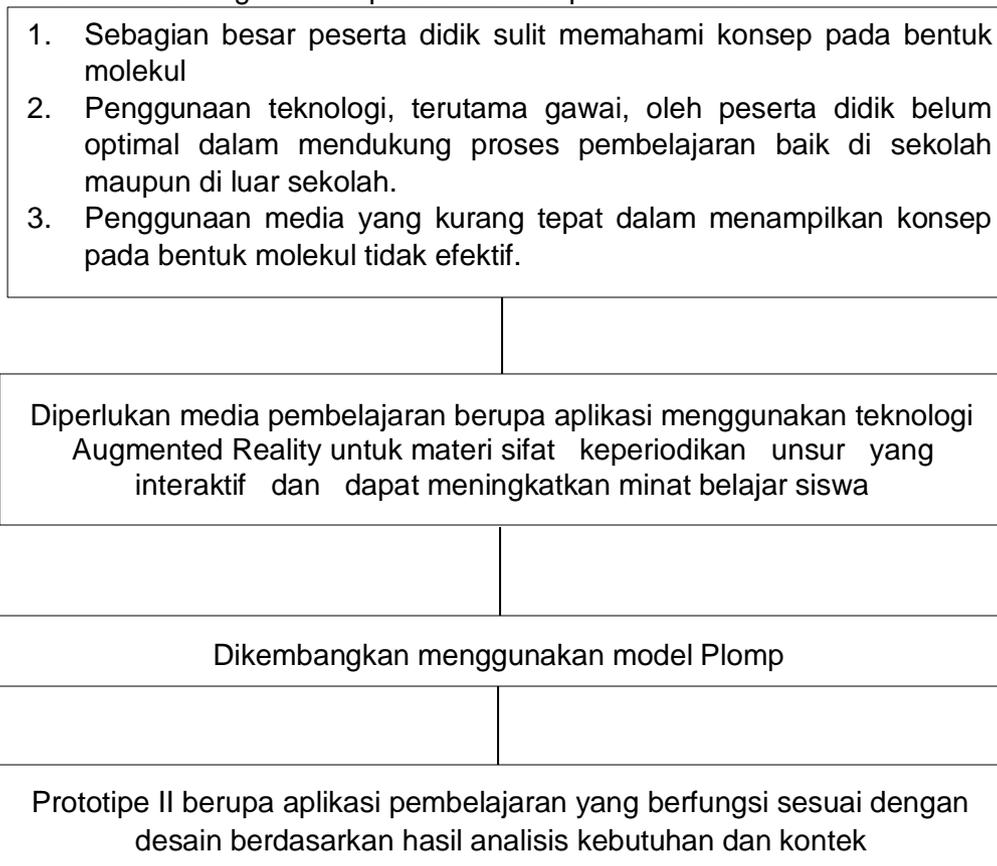
Tinjauan Literatur

Tujuan dari kajian pustaka adalah mengeksplorasi dan mendalami referensi yang relevan dengan proyek pengembangan yang sedang dijalankan. Proses ini melibatkan penelusuran sumber-sumber yang berkaitan dengan perancangan alat bantu pembelajaran interaktif, khususnya yang memanfaatkan teknologi Augmented Reality untuk menyajikan materi pelajaran bentuk molekul.

Penggunaan teknologi Augmented Reality sebagai alat bantu pembelajaran terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konsep di kalangan pelajar. Temuan ini diperkuat oleh studi yang dilakukan (Ariska et al., 2023), yang mengungkapkan dampak positif Augmented Reality dalam meningkatkan antusiasme siswa. Lebih lanjut, dalam konteks pembelajaran kimia, media Augmented Reality menunjukkan potensi untuk mengembangkan keterampilan 4C siswa, yang meliputi Berpikir Kritis, Berpikir Kreatif, Kolaborasi, dan Komunikasi.

Kerangka Konseptual

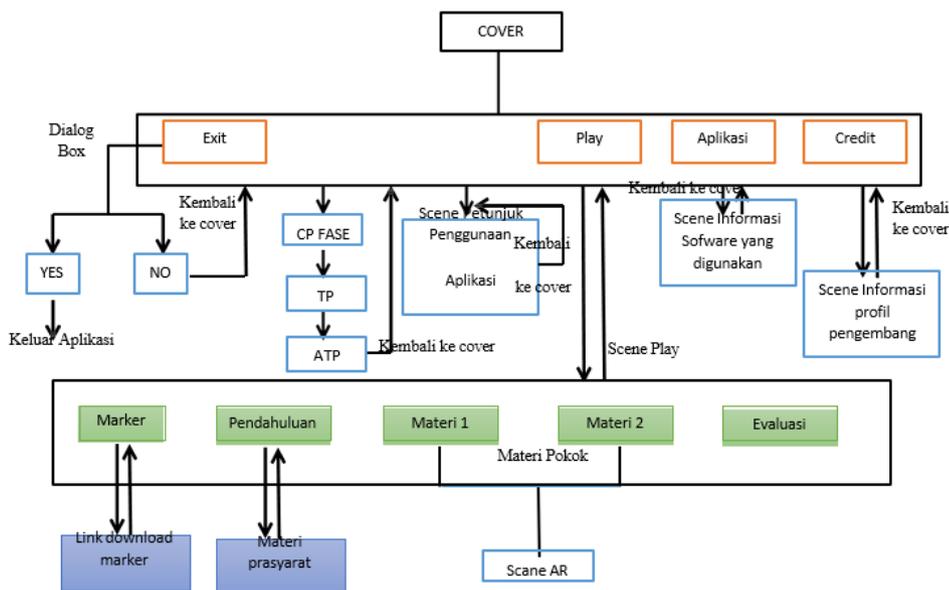
Kerangka teori disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan konteks serta tinjauan literatur. Kerangka konseptual diberikan pada Gambar 4



Gambar 4. Kerangka Konseptual

Rancangan Awal

Pengembangan aplikasi menggunakan Augmented Reality ini melibatkan beberapa software diantaranya Blender, Unity 3D, Visual Studio dan Vuforia. Blender yaitu aplikasi yang digunakan untuk membuat objek 3D, unity 3D digunakan sebagai studio pengembangan aplikasi utama, visual studio yaitu software yang digunakan untuk menulis kode skrip C#, dan vuforia digunakan untuk mendaftarkan marker yang akan digunakan. Flowchart aktifitas aplikasi disajikan pada gambar 5.

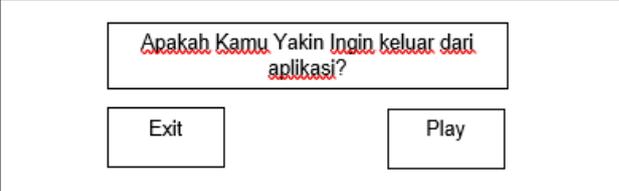
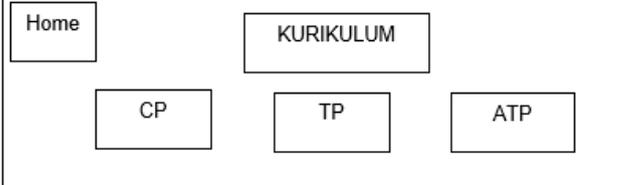
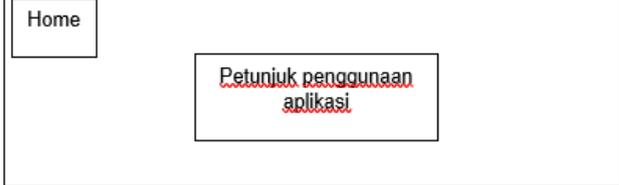
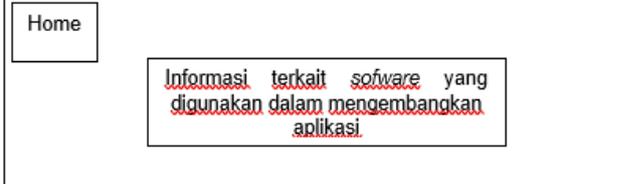
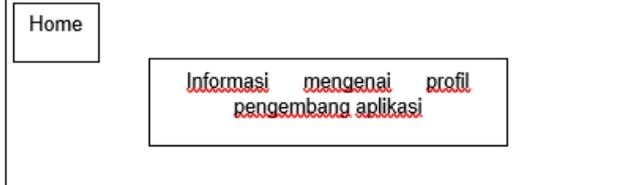


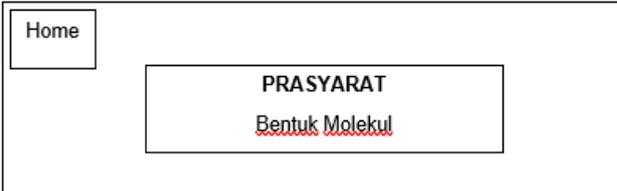
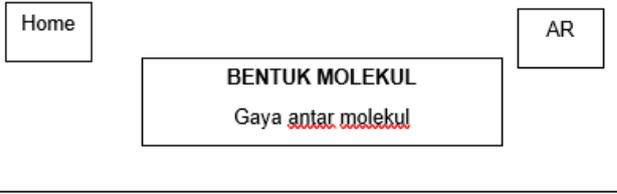
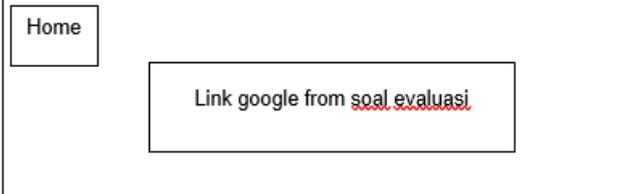
Gambar 5. Flowchart Aktivitas Aplikasi

Dalam proses pengembangan aplikasi, flowchart berperan penting sebagai alat yang membantu tim dalam merencanakan, mengembangkan, dan menguji alur kerja aplikasi secara efisien. Selain itu, flowchart juga berfungsi untuk mengidentifikasi potensi masalah dan mendokumentasikan proses kerja aplikasi dengan sistematis. Sebagai pelengkap flowchart, tahap perencanaan awal juga melibatkan pembuatan storyboard aplikasi. Storyboard ini memiliki beberapa fungsi krusial, yaitu memvisualisasikan konsep aplikasi, mengatur alur narasi atau pengalaman pengguna, mengidentifikasi kebutuhan desain, serta memfasilitasi kolaborasi antar anggota tim pengembang. Lebih jauh lagi, storyboard juga berfungsi sebagai dokumen referensi yang dapat digunakan selama proses pengembangan aplikasi. Untuk mendukung proses ini, storyboard aplikasi telah disertakan sebagai bagian dari dokumentasi pengembangan.

Tabel 1. Storyboard Aplikasi

Halaman	Tampilan	Keterangan
Cover		Cover pada aplikasi ini terdapat topik materi, button play, dan exit

Exit		<p>Jika mengklik button exit maka akan keluar dari aplikasi, sedangkan button play tetap pada aplikasi</p>
Play		<p>Berisikan button petunjuk, profil, kurikulum, materi, aplikasi, dan home</p>
Kurikulum		<p>Berisikan button kurikulum, CP, TP, ATP, dan home untuk kembali ke play</p>
Petunjuk		<p>Berisikan petunjuk penggunaan aplikasi dan fungsi-fungsi dari button yang terdapat pada aplikasi dan button home untuk kembali ke play</p>
Aplikasi		<p>Berisikan aplikasi pendukung dalam pembuatan aplikasi ini, dan button home untuk kembali ke play</p>
Profil		<p>Berisikan profil pengembang dalam aplikasi ini, dan button home untuk kembali ke play</p>

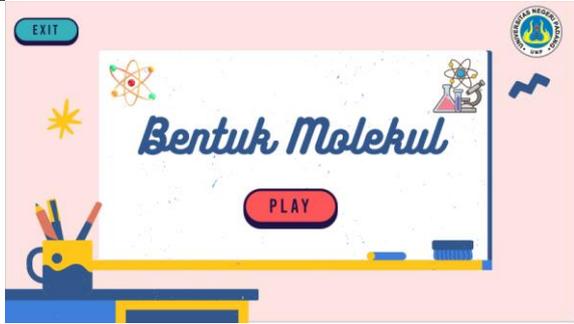
Prasyarat		Berisikan materi prasyarat sebelum masuk pada materi inti, dan button home untuk kembali ke play
Materi 1		Berisikan materi bentuk molekul tentang teori VSEPR (gambar,video, animasi, kuis), button AR untuk melihat objek 3D, dan button home untuk kembali ke play
Materi 2		Berisikan materi bentuk molekul tentang gaya antar molekul (gambar,video, animasi, kuis), button AR untuk melihat objek 3D, dan button home untuk kembali ke play
Evaluasi		Berisikan link google form untuk melaksanakan evaluasi, dan button home untuk kembali ke play

Self- Evaluation

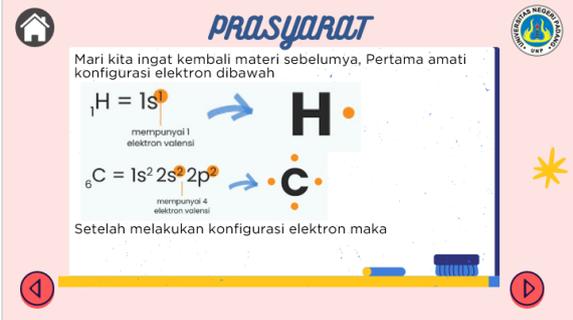
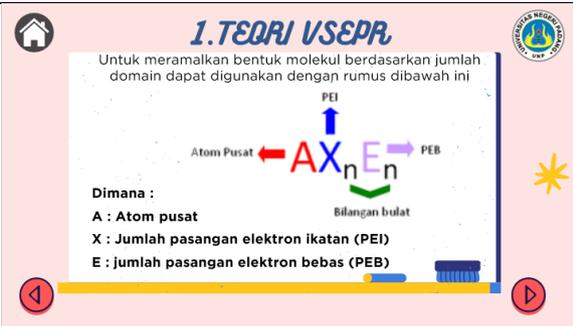
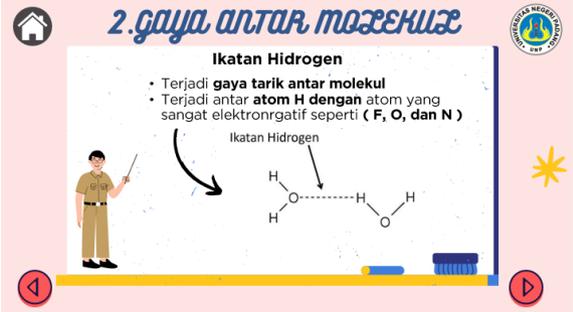
Setelah menyelesaikan tahap perancangan yang diperlukan untuk mengembangkan aplikasi *Augmented Reality* dalam konteks pembelajaran bentuk molekul, dilakukan proses evaluasi mandiri atau self-evaluation. Metode yang digunakan dalam evaluasi ini adalah sistem checklist, yang bertujuan untuk memastikan kelengkapan prototipe I. Dalam proses pengembangan ini, berbagai fitur aplikasi dirancang dengan mempertimbangkan hasil analisis yang diperoleh dari studi pendahuluan, dengan fokus pada kebutuhan pengguna. Secara umum, struktur aplikasi mencakup tiga komponen utama: bagian yang menyajikan materi

pembelajaran, fitur *Augmented Reality*, serta bagian yang berisi kuis untuk menguji pemahaman pengguna. Pendekatan ini memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan selaras dengan kebutuhan dan ekspektasi target penggunanya.

Dalam upaya meningkatkan efektivitas pembelajaran, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi pembelajaran inovatif. Aplikasi tersebut dirancang dengan fitur-fitur khusus, termasuk materi yang menggunakan metode prompting untuk memandu siswa dalam menemukan konsep, kuis interaktif, serta kemampuan untuk mengamati objek 3D secara langsung tanpa memerlukan spidol. Pengembangan aplikasi ini mengadopsi model Plomp, yang menempatkan pentingnya proses evaluasi mandiri atau self-evaluation. Dalam konteks ini, self-evaluation dilaksanakan menggunakan instrumen checklist, yang memungkinkan pengembang untuk menilai secara sistematis berbagai aspek aplikasi. Hasil dari proses evaluasi mandiri ini telah didokumentasikan dan disajikan sebagai bagian integral dari laporan pengembangan, memberikan wawasan mendalam tentang kualitas dan kelengkapan aplikasi yang dikembangkan.

Halaman	Keterangan	Menampilkan	Kesimpulan
Cover	Pada cover berhasil ditampilkan topik aplikasi, dan button play, exit dapat digunakan dengan berhasil		Berhasil
Play	Pada play berhasil ditampilkan button kurikulum, profil, petunjuk, materi, aplikasi, dan button home untuk kembali ke home		Berhasil

Kurikulum	Pada kurikulum berhasil ditampilkan CP,ATP, dan ATP, serta button home untuk kembali ke play		Berhasil
Petunjuk	Pada petunjuk berhasil ditampilkan petunjuk penggunaan, serta button home untuk kembali ke play		Berhasil
Aplikasi	Pada aplikasi berhasil ditampilkan aplikasi pendukung dalam pembuatan aplikasi ini, serta button home untuk kembali ke play		Berhasil
Profil	Pada profil berhasil ditampilkan keterangan profil pengembang, serta button home untuk kembali ke play		Berhasil

<p>Prasyarat</p>	<p>Pada prasyarat berhasil ditampilkan materi yang harus dipahami sebelum memasuki materi bentuk molekul serta button home untuk kembali ke play</p>		<p>Berhasil</p>
<p>Materi 1</p>	<p>Setelah halaman prasyarat dapat dilanjutkan untuk materi 1 (Teori VSEPR) berhasil di tampilkan. serta button AR berhasil ditampilkan untuk melihat object 3D serta button home untuk kembali ke play</p>		<p>Berhasil</p>
<p>Materi 2</p>	<p>Setelah halaman materi 1 dapat dilanjutkan untuk materi 2 (Gaya Antar molekul)</p>		<p>Berhasil</p>

	<p>berhasil di tampilkan. serta button AR berhasil ditampilkan untuk melihat object 3D serta button home untuk kembali ke play</p>		
<p>Evaluasi</p>	<p>Setelah halaman materi 2 dapat dilanjutkan untuk evaluasi berhasil di tampilkan untuk pengguna menguji pemahaman terhadap materi yang telah disajikan dengan mengklik link google form. serta button AR berhasil ditampilkan untuk melihat object 3D serta button home untuk kembali ke play</p>		<p>Berhasil</p>

Aplikasi ini dirancang dengan mempertimbangkan penelitian yang telah ada sebelumnya. Fitur utamanya meliputi menu pokok yang terbagi menjadi beberapa

submenu: kurikulum, petunjuk, aplikasi, dan menu utama yang mengarahkan ke halaman pemilihan materi. Di halaman pemilihan materi, pengguna dapat mengakses berbagai topik pembelajaran. Konten disajikan dengan pendekatan yang berpusat pada siswa, mendorong mereka untuk menemukan konsep secara mandiri. Proses pembelajaran terstruktur mencakup kuis dan pengamatan objek 3D melalui teknologi Augmented Reality, tanpa perlu menggunakan spidol fisik.

SIMPULAN

Berdasarkan data penelitian awal dan tahap pembentukan produk, dapat disimpulkan bahwa aplikasi pembelajaran yang dirancang menggunakan model Plomp telah mencapai prototipe II. Prototipe ini telah beroperasi sesuai harapan, mengikuti desain yang didasarkan pada analisis awal penelitian. Aplikasi ini menawarkan solusi sebagai alat bantu pembelajaran yang efektif. Tujuannya adalah membantu pengguna memperoleh pemahaman lebih mendalam tentang sifat keperiodikan unsur. Metode pembelajaran yang digunakan mengedepankan penemuan konsep secara mandiri, didukung oleh teknologi Augmented Reality dan dilengkapi dengan kuis untuk setiap subtopik yang dibahas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardian, Z., Pratiwi, E. A., & Raudhatun, N. Z. (2021). Pembuatan Aplikasi Ar Geokul Sebagai Media Pembelajaran Bentuk Molekul Pada Mata Pelajaran Kimia Di Sma Menggunakan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android. *Journal of Informatics and Computer Science*, 7(2), 68. <http://jurnal.uui.ac.id/index.php/jics/article/view/1641/858#>
- Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Menggunakan Teknologi Augmented Reality (AR) Berbasis Android pada Konsep Sistem Saraf Development of Biology Learning Media Using Augmented Reality (AR) Technology Based Android in the Concept of Nervous Systems. *Jurnal Sainsmat*, VIII(2), 47–57. <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>
- Aris, A., Fitria, A., & Ihtisyamuddin, L. (2020). Chemistry Structure Sheet sebagai Media Pembelajaran Kimia Berbasis Augmented Reality pada Materi Struktur Atom. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 8(2), 77–81.
- Ariska, N. N., Sholeh, M. I., & Laksono, P. J. (2023). Pengembangan E-Book Kimia Berbasis Augmented Reality (AR) pada Materi Bentuk Molekul. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 7(2), 197–207. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v7i2.20159>
- Elisa, E., & Wiratmaja, Ig. (2019). Augmented reality: Analisis Pengembangan Media Pembelajaran Kimia untuk Meningkatkan Keterampilan 4C Mahasiswa. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 11(2), 73–81. <https://doi.org/10.22437/jisic.v11i2.8124>
- Puji, K. M., Gulo, F., & Ibrahim, A. R. (2014). Pengembangan Multimedia Interaktif untuk Pembelajaran Bentuk Molekul di SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia: Kajian Hasil Penelitian Pendidikan Kimia*, 1(1), 59–65.
- Studi, P., Kimia, P., & Tanjungpura, U. (2022). *Pengembangan E-Modul Berbasis*

- Multipel Representasi Dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Pembelajaran Materi Bentuk Molekul Rody Putra Sartika Pendahuluan.* 10(1), 89–114. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i1.22579>
- Supriyono, N., & Rozi, F. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Bentuk Molekul Kimia Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 3(1), 53–61. <https://doi.org/10.29100/jipi.v3i1.652>