E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pembuatan Aset Visual 2D dan 3D Untuk Game Edukasi Interaktif Berbasis Virtual Reality "MolekuLab"

Mira Rosalina[1], Sinantya Feranti Anindya[2], Dimas Muhammad Rizki[3], Yuliana[4], Amanda Firna[5], Geovanrivo Wibi Morisko Baay[6]
[1]Politeknik Negeri Jakarta , mira.rosalina@tik.pnj.ac.id
[2]Politeknik Negeri Jakarta , sinantya.feranti.anindya@tik.pnj.ac.id
[3]Politeknik Negeri Jakarta , dimas.muhammad.rizki.tik22@mhsw.pnj.ac.id
[4]Politeknik Negeri Jakarta , yuliana.tik22@mhsw.pnj.ac.id
[5]Politeknik Negeri Jakarta , amanda.firna.tik22@mhsw.pnj.ac.id
[6] Politeknik Negeri Jakarta , geovanrivo.wibi.morisko.baay.tik22@mhsw.pnj.ac.id

Abstrak

Pembelajaran kimia sering menjadi tantangan bagi peserta didik karena sejumlah konsep di dalamnya bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan secara langsung. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru, pembelajaran di sekolah masih didominasi penggunaan papan tulis dan spidol serta berpusat pada guru. Kondisi tersebut menjadi dasar perlunya pengembangan media pembelajaran inovatif yang mampu memvisualisasikan konsep ikatan kimia secara lebih interaktif. Game edukasi interaktif berbasis Virtual Reality (VR) dapat menjadi salah satu alternatif untuk mendukung proses visualisasi dan pemahaman konsep tersebut. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aset visual 2D dan 3D yang dirancang khusus untuk diintegrasikan ke dalam game edukasi berbasis VR pada materi ikatan kimia. Kontribusi penelitian terletak pada perancangan aset visual yang tidak hanya berfungsi sebagai elemen grafis dalam game, tetapi juga sebagai representasi visual konsep ikatan kimia untuk mendukung pengalaman belajar yang interaktif dan imersif. Penelitian menggunakan metode campuran dengan framework MDLC yang meliputi konsep, desain, pengumpulan material, pembuatan, pengujian, dan distribusi. Subjek penelitian terdiri atas 35 siswa kelas XI SMAS Muhammadiyah 23 Jakarta. Hasil beta testing oleh ahli media menunjukkan penilaian sebesar 91,67% dengan kategori sangat baik. Sementara itu, hasil respons pengguna memperoleh memperoleh skor 83,33% dan termasuk dalam kategori sangat baik pada aspek visual aset 2D, visual aset 3D, dan relevansi penggunaan game VR dalam pembelajaran konsep ikatan kimia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aset visual yang dikembangkan layak digunakan sebagai bagian dari game edukasi berbasis VR untuk mendukung visualisasi dan pembelajaran materi ikatan kimia.

Kata Kunci: *2D assets, 3D assets, chemical bonding, game, virtual reality.*

Abstract

Chemistry learning often poses challenges for students because several concepts are abstract and difficult to visualize directly. Based on interviews with teachers, classroom instruction is still predominantly conducted using whiteboards and markers and remains teacher-centered. This condition provides a basis for the need to develop innovative learning media that can facilitate a more interactive visualization of chemical bonding concepts. An interactive educational game based on Virtual Reality (VR) can serve as an alternative to support the visualization and understanding of these concepts. This study seeks to develop 2D and 3D visual assets specifically designed for integration into a VR-based educational game on chemical bonding. The contribution of this study lies in designing visual assets that function not only as graphical elements within the game but also as visual representations of chemical bonding concepts to support an interactive and immersive learning experience. The study employed a mixed-method approach using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) framework, which consists of the stages of concept, design, material collection, development, testing, and distribution. The research subjects consisted of 35 eleventh-grade students from SMAS Muhammadiyah 23

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Jakarta. Beta testing conducted by a media expert resulted in a score of 91.67%, categorized as very good. Meanwhile, user responses yielded an overall score of 83.33%, which was classified as very good in terms of the visual quality of the 2D and 3D assets and the relevance of using a VR-based game for learning chemical bonding concepts. These findings indicate that the developed visual assets are suitable for integration into a VR-based educational game to support the visualization and learning of chemical bonding concepts

Keywords: *2D assets, 3D assets, chemical bonding, game, virtual reality.*

Corresponding Author:
Mira Rosalina

Politeknik Negeri Jakarta; mira.rosalina@tik.pnj.ac.id

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia sering menjadi tantangan bagi peserta didik karena sejumlah konsep di dalamnya bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan secara langsung sehingga sulit dipelajari [1], [2]. beberapa konsep reaksi kimia, struktur molekul, dan dinamika atom memerlukan visualisasi mendetail agar dapat lebih mudah dimengerti [3], [4]. Konsep-konsep mendasar dalam kimia seperti struktur atom, ikatan kimia, stoikiometri, hidrokarbon, serta reaksi redoks merupakan materi yang menuntut tingkat pemahaman konseptual yang lebih mendalam [5]. Pembelajaran kimia secara konvensional masih mengandalkan buku teks, gambar dua dimensi, serta percobaan laboratorium yang memiliki keterbatasan dalam menyajikan pengalaman visual dan interaktif secara mendalam [6].

Berdasarkan kondisi di lapangan yaitu hasil wawancara dengan salah satu guru kimia di SMAS Muhammadiyah 23 Jakarta, diketahui bahwa terdapat kendala dalam proses pembelajaran pada materi ikatan kimia. Peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep ikatan kimia, khususnya pada penyusunan struktur Lewis dan penentuan bentuk molekul. Media pembelajaran yang digunakan masih terbatas pada spidol dan papan tulis sehingga penjelasan bersifat abstrak. Selain itu, hasil wawancara dengan peserta didik mengindikasikan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh peran guru sebagai pusat kegiatan pembelajaran. Peserta didik merasa kesulitan untuk berkonsentrasi dan kurang memahami materi ikatan kimia karena minimnya kegiatan praktik serta visualisasi. Ketika tidak disertai gambaran yang jelas, siswa mengalami hambatan dalam memvisualisasikan bentuk atom maupun molekul. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang mampu mendukung pemahaman peserta didik terhadap materi yang diberikan.

Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah penggunaan game edukasi interaktif berbasis Virtual Reality dimana pada game edukasi interaktif ini lingkungan yang dibuat terasa lebih imersif dan dapat menampilkan level submikroskopik dari struktur molekul suatu ikatan kimia. Virtual Reality merupakan teknologi immersive yang menawarkan peluang untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Teknologi ini khususnya relevan diterapkan pada pembelajaran kimia yang memuat berbagai konsep kompleks dan membutuhkan bantuan visualisasi untuk mempermudah pemahaman peserta didik. [7], [8], [9], [10]

Pengembangan game edukasi interaktif berbasis Virtual Reality (VR) membutuhkan dukungan aset visual dalam bentuk 2D dan 3D. Keberadaan aset tersebut

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

berperan dalam merepresentasikan informasi dan konsep pembelajaran secara lebih konkret di dalam lingkungan game. Selain itu, penggunaan objek tiga dimensi dan animasi dapat memperkaya interaksi serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan imersif bagi peserta didik.[11].

Permasalahan yang menjadi fokus dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: Bagaimana proses pembuatan aset visual 2D dan 3D pada game edukasi interaktif berbasis Virtual Reality "MolekuLab" dengan tujuan menghasilkan aset visual 2D dan 3D untuk aplikasi game edukasi interaktif yang dapat memberikan pemahaman tentang pembentukan ikatan kimia yang terdiri atas ikatan ion dan ikatan kovalen.

Penelitian terdahulu dengan judul Pembuatan Aplikasi Pembelajaran Ikatan Kimia dengan AR dan Unity menyatakan bahwa pada aplikasi ini memanfaatkan objek 3D yang dapat diperbesar, diperkecil, dan diputar untuk membantu visualisasi ikatan kimia, dilengkapi keterangan unsur dan senyawa. Perbedaan dengan penelitian saat ini adalah Pengembangan aset 3D dengan dukungan teknologi virtual reality (VR) yang sangat realistis, termasuk pemodelan fisika yang akurat sehingga dapat menghadirkan pengalaman belajar yang lebih imersif dan kontekstual, selain itu menggabungkan visual 2D dan 3D dengan elemen audio, haptic feedback untuk membuat pengalaman belajar lengkap dan mendalam yang memanfaatkan berbagai indera.

METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan *mixed methods* yang mengintegrasikan data dan analisis kualitatif serta kuantitatif. Data awal dikumpulkan melalui metode kualitatif, kemudian diperkuat dengan analisis kuantitatif. Pada tahap kualitatif, peneliti melakukan studi literatur, wawancara, dan pengisian instrumen angket. Studi literatur dilaksanakan dengan menelusuri, menelaah, serta mengolah berbagai sumber yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian. Sementara itu, wawancara dilakukan kepada guru, dan pengisian angket studi pendahuluan dilakukan secara langsung dengan peserta didik untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam. Metode penelitian yang digunakan merupakan metode pengembangan (Research and Development) dengan framework MDLC (Multimedia Development Life Cycle) yang terdiri atas konsep, desain, pengumpulan material, pembuatan, pengujian, dan distribusi. [12], [13].

Pada tahap Konsep, dilakukan identifikasi kebutuhan dan perumusan konsep dasar game MolekuLab. MolekuLab dikembangkan menggunakan Unity dengan output untuk perangkat VR, yaitu WebGL yang dihosting secara online. AI dalam game ini menggunakan API Gemini, sehingga memerlukan koneksi internet untuk memproses jawaban dan merespons pertanyaan siswa secara dinamis.

Pada tahap Desain, di mana perancangan sistem dan antarmuka dilakukan untuk menciptakan pengalaman pengguna yang optimal. Desain meliputi pengembangan storyboard dan pembuatan wireframe. Pada tahap material collecting dilakukan pengumpulan referensi terhadap aset 2D dan 3D yang akan dibuat. Pada tahap assembly mencakup pembuatan UI/UX dan aset 3D yang akan digunakan untuk game berbasis VR. Tahap testing mencakup alpha testing yang melibatkan pihak internal yang melakukan penelitian dan beta testing yang ditujukan kepada ahli media, guru, dan peserta didik.

Penelitian dilakukan di SMAS Muhammadiyah 23 Jakarta kepada peserta didik kelas IX sebanyak 35 orang. Pengumpulan data menggunakan instrumen berupa wawancara dan angket dengan penilaian skala likert. Data penelitian dianalisis menggunakan statistik deskriptif yang dilengkapi dengan pengujian validitas dan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

realibilitas, serta uji kelayakan aset 2D dan 3D berdasarkan ahli media, guru, dan peserta didik [14], [15], [16].

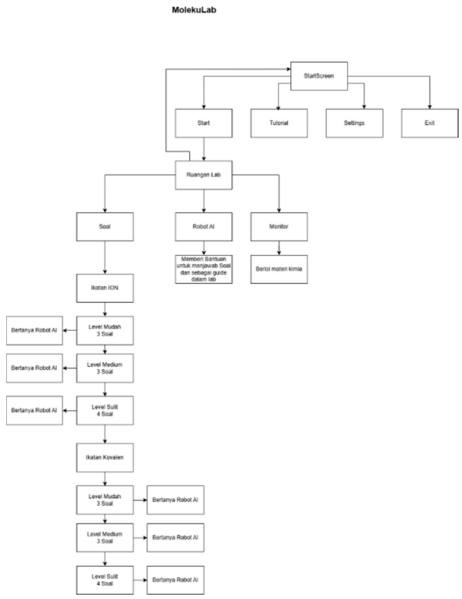
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap analisis kebutuhan (concept), dilakukan pemetaan terhadap kebutuhan pengguna, tujuan pengembangan produk, materi yang akan disajikan, serta platform dan bentuk keluaran yang akan dihasilkan. Hasil analisis kebutuhan tersebut disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Analisis Kebutuhan

Aspek	Deskripsi
Target Audiens	Siswa SMA Kelas IX
Tujuan Produk	Menghasilkan aset 2D dan 3D untuk game edukasi interaktif Berbasis Virtual Reality "MolekuLab"
Konten	Pembahasan Ikatan Ion dan Ikatan Kovalen di Lab Kimia, Konten aplikasi mencakup aset 2D berupa elemen UI dan aset materi, Aset 3D berupa aset 3D molekul unsur, molekul senyawa,contoh implementasi senyawa dalam kehidupan sehari-hari, ruangan laboratorium, dan alat-alat laboratorium yang mendukung suasana pembelajaran kimia serta komponen interaktif, seperti monitor digital dan tampilan holografis
Output Produk	Aset 2D dalam format .png atau .jpeg, dan 117 aset 3D dalam format .fbx
Platform Produk	Desktop/Laptop, Perangkat VR Quest 2
Software yang digunakan	Canva untuk pembuatan aset 2D, dan Blender untuk pembuatan aset 3D

Pada tahap design, dilakukan perancangan block diagram dan storyboard. Block diagram pada Gambar 1 menunjukkan alur interaksi pengguna selama menjalankan game MolekuLab.



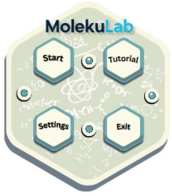
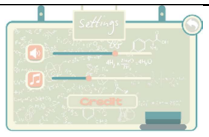
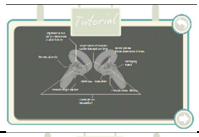
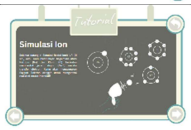
Gambar 1. Block Diagram MolekuLab

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

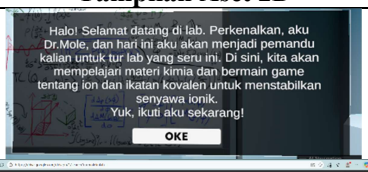
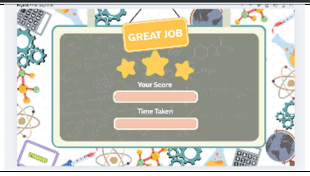
Ketika game dijalankan, pengguna akan diarahkan ke Start Screen yang menyediakan empat menu utama, yaitu Start, Tutorial, Settings, dan Exit. Pemilihan menu Start membawa pengguna menuju Lab Room sebagai lingkungan utama untuk melaksanakan aktivitas pembelajaran. Pada area tersebut, pengguna dapat berinteraksi dengan tiga komponen utama, yakni Soal, Robot AI, dan Monitor. Monitor menyediakan materi kimia yang dapat digunakan sebagai sumber referensi selama proses pembelajaran. Sementara itu, Robot AI berfungsi sebagai asisten virtual yang memberikan bantuan dalam menyelesaikan soal sekaligus memandu pengguna selama berada di lingkungan laboratorium.

Pada tahap Pengumpulan data dilakukan pengumpulan referensi untuk pembuatan aset 2D dan 3D. Pada tahap Assembly, dijelaskan proses pembuatan asset visual 2D dan asset visual 3D kemudian outputnya diintegrasikan ke dalam aplikasi game edukasi interaktif. Pada pembuatan aset 2D menggukan software canva sebanyak 20 aset yang terdiri atas tampilan menu sebagai halaman utama dengan tombol navigasi ke fitur lain, tampilan setting untuk mengatur audio dan music, UI Tutorial Game yang berisi petunjuk dasar cara bermain, Tutorial Simulasi Ikatan Ion, Tutorial Simulasi Ikatan Kovalen serta aset materi dirancang sebagai bagian edukatif yang menyajikan teori mengenai ikatan ion dan kovalen secara ringkas dan menarik. Pada Tabel 2 ditunjukkan beberapa hasil asset 2D yang sudah dibuat yaitu:

Tabel 2. Hasil Aset 2d

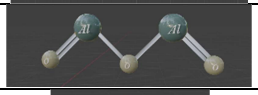
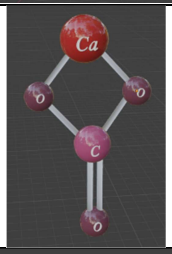
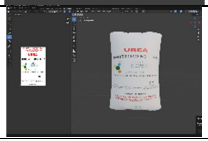
Deskripsi	Tampilan Aset 2D
Menu Utama	
Tampilan Setting	
Tutorial Controller	
Tutorial Simulasi Ion	
Tutorial Ikatan Kovalen	
Penjelasan materi	

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

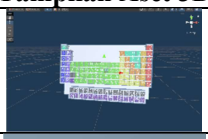
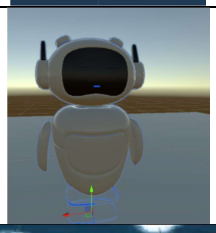
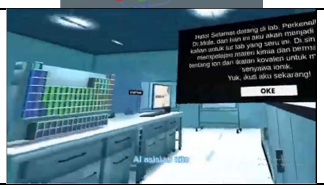
Deskripsi	Tampilan Aset 2D
Tampilan Textbox atau pop up game	
Tampilan game	
Apresiasi	

Pada pembuatan aset 3D menggunakan aplikasi blender. Untuk pembuatan unsur kimia seperti Cl, O, Br, S, F, N, Si, H, C, serta variasi lainnya seperti Atom Merah X dan Atom Biru, digunakan pendekatan dengan teknik yang seragam, yaitu membentuk setiap unsur sebagai objek bola tiga dimensi (UV Sphere). dengan warna dan label simbol tertentu sesuai karakteristik unsur tersebut. Setelah setiap unsur kimia berhasil dibuat sebagai objek bola tiga dimensi, tahap berikutnya adalah menyusun gabungan antar unsur untuk membentuk molekul senyawa. Penggabungan ini dilakukan dengan mengatur posisi bola unsur secara presisi dan menghubungkannya menggunakan objek silinder sebagai representasi ikatan kimia antar atom. Tabel 3 menunjukkan beberapa hasil asset 3D sebagai contoh.

Tabel 3. Hasil Aset 3d

Deskripsi	Tampilan Aset 3D
Senyawa MgO	
Senyawa Al_2O_3	
Senyawa $CaCO_3$	
Senjata pistol	
Pupuk Urea	

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Deskripsi	Tampilan Aset 3D
Tabel Periodik	
Robot AI	
Environment Lab	

Pada tahap testing dilakukan alpha testing dan beta testing. Berikut hasil alpha testing pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Alpha Testing

Komponen	Masukan	Hasil yang diperoleh	Kesimpulan
Aset Atom/Molekul	Menyusun model 3D atom seperti Na, Cl, Mg, O, K, Br, dll. untuk 20 soal	Model 3D atom disiapkan sesuai kebutuhan masing-masing soal	Aset atom tersedia lengkap untuk seluruh soal
Aset Hasil Ikatan	Membuat model hasil ikatan seperti NaCl, MgO, KBr, dll.	Setiap ikatan berhasil divisualisasikan dalam bentuk molekul 3D	Visualisasi hasil reaksi tersedia dan siap digunakan
Aset Penerapan Senyawa	Menambahkan representasi penggunaan senyawa (contoh: NaCl sebagai garam)	Penerapan disiapkan dalam bentuk ikon atau ilustrasi pendukung	Penerapan senyawa membantu mengaitkan soal dengan dunia nyata
Desain Lab Virtual	Mendesain laboratorium virtual berisi meja, monitor, Robot AI, dan area interaksi	Tata letak ruangan selesai dirancang sesuai kebutuhan pembelajaran VR	Lingkungan mendukung eksplorasi belajar interaktif

Pengujian pada tahap beta testing oleh media, terdapat 3 ahli untuk menilaikan kualitas media yang telah dikembangkan yaitu ahli dari PT Sembilan Matahari, Polargate, dan Mochie Mitten. Hasil beta testing ahli media dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Beta Testing Ahli Media

No	Pernyataan	Persentase rata-rata
1	Desain menu utama dan tombol navigasi mudah dipahami	75 %
2	Tata letak antarmuka mendukung alur interaksi yang jelas	83,33 %
3	Pemilihan warna dan tipografi memudahkan keterbacaan	91,67%
4	Ukuran elemen UI sesuai standar dan tidak mengganggu	83,33%
5	Tampilan antarmuka konsisten dan mendukung tema edukatif	91,67%
6	Model 3D atom, molekul, dan laboratorium tampak	100%

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

No	Pernyataan	Persentase rata-rata
	realistis	
7	Detail tekstur, bentuk, dan proporsi mendukung pemahaman	100%
8	Warna dan bentuk antar elemen mudah dibedakan	91,67%
9	Elemen visual konsisten di seluruh bagian game	91,67%
10	Identitas visual game sesuai dengan tujuan edukatif	100%
11	Desain mendukung brand edukasi yang profesional	100%
Persentase rata-rata keseluruhan		**91,67%**

Tabel 5 menunjukkan persentase rata-rata keseluruhan 91,67% dengan kategori sangat baik berdasarkan penilaian skala likert yang menunjukkan bahwa kualitas desain UI, estetika visual, dan elemen 3D pada game berada dalam kategori sangat baik berdasarkan penilaian ahli media. Pada uji beta testing ahli materi dilakukan kepada guru kimia SMAS Muhammadiyah 23 Jakarta, Pada aspek aset visual (UI dan desain antarmuka), indikator "Pemilihan warna dan tipografi memudahkan keterbacaan" memperoleh persentase 91,67%, menunjukkan bahwa warna, font, dan gaya tampilan antarmuka dianggap tepat dan nyaman dilihat oleh pengguna. Selain itu, tata letak dan navigasi juga dinilai efektif, dengan indikator "Tata letak antarmuka mendukung alur interaksi yang jelas" serta "Ukuran elemen UI sesuai standar dan tidak mengganggu" masing-masing memperoleh nilai 83,33%. Nilai-nilai tersebut mengindikasikan bahwa penyusunan menu, tombol navigasi, serta komponen visual telah mampu memfasilitasi pengalaman penggunaan yang mudah dan terstruktur. Konsistensi visual pada keseluruhan tampilan juga dinilai baik dengan persentase 91,67%, sehingga dapat disimpulkan bahwa desain UI mendukung tema edukatif yang diusung media pembelajaran.

Sementara itu, pada aspek aset 3D, penilaian menunjukkan hasil yang sangat memuaskan. Indikator "Model 3D atom, molekul, dan laboratorium tampak realistis" serta "Detail tekstur, bentuk, dan proporsi mendukung pemahaman" masing-masing memperoleh skor sempurna yaitu 100%. Hal ini menunjukkan bahwa objek 3D yang digunakan tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga informatif dan membantu siswa memahami konsep yang disajikan. Kemudahan membedakan antar elemen 3D melalui warna dan bentuk turut mendapat nilai tinggi sebesar 91,67%, menandakan bahwa desain objek berhasil meminimalkan kebingungan pengguna. Selain itu, aspek konsistensi visual 3D pada seluruh bagian game memperoleh nilai 91,67%, sedangkan relevansi identitas visual terhadap tujuan edukatif serta profesionalisme desain brand edukasi mendapatkan penilaian sempurna 100%. Secara keseluruhan, rata-rata penilaian terhadap kualitas aset visual dan aset 3D mencapai 91,67%, yang dikategorikan sangat baik. Hasil ini menunjukkan bahwa desain UI, elemen grafis, serta objek 3D telah mampu mendukung tujuan pembelajaran dan memberikan pengalaman visual yang menarik, informatif, serta sesuai dengan karakteristik media edukatif. Tabel 6 menunjukkan data beta testing respon pengguna:

Tabel 6. Beta Testing Pengguna

No	Pernyataan	Rata-rata (%)
Aspek Visual 2D		
1	Antarmuka (menu, tombol, tampilan) mudah dipahami	83.33
2	Tata letak, warna, dan desain mendukung kenyamanan saat bermain	84.03

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

No	Pernyataan	Rata-rata (%)
3	Teks dan gambar terlihat jelas, tidak terlalu kecil atau buram	77.78
4	Terdapat petunjuk, instruksi, atau tutorial di awal permainan yang jelas dan membantu	86.81
Aspek Visual 3D		
5	Bentuk model 3D atom dan molekul terlihat realistis dan proporsional	79.86
6	Perbedaan warna dan bentuk antar atom/molekul mudah dikenali	83.33
7	Animasi pergerakan objek (elektron, molekul) berjalan halus dan lancar	79.86
8	Objek pendukung (papan, alat lab, latar belakang) terlihat lengkap dan mendukung suasana	86.11
9	Keseluruhan objek 3D yang dihasilkan menarik	83.33
Aspek Pembelajaran Game Edukasi VR		
10	Saya merasa Game VR Edukasi ini menyenangkan untuk dipelajari	90.97
11	Navigasi dan kontrol dalam permainan mudah digunakan	80.56
12	Game menambahkan atau mengurangi elektron melalui tembakan terasa logis dan mudah dilakukan	84.72
13	Game memberikan tantangan yang seru saat harus menembak elektron secara tepat agar atom membentuk molekul	85.42
14	Saya dapat mempelajari ikatan ion dan ikatan kovalen menggunakan game VR edukasi	84.03
15	Lingkungan laboratorium virtual terasa nyata dan imersif	84.72
16	Objek di dalam VR dapat diakses, dipilih, dan digerakkan dengan mudah	78.47
Persentase Rata-rata Keseluruhan		**83,33**

Berdasarkan hasil analisis angket yang diberikan kepada pengguna, diperoleh rata-rata penilaian keseluruhan sebesar 83,33%, yang termasuk dalam kategori "Sangat Baik". Hal ini menunjukkan bahwa game VR edukasi yang dikembangkan telah memenuhi ekspektasi pengguna baik dari sisi tampilan visual maupun manfaat pembelajaran.

Pada aspek Visual 2D, diperoleh rata-rata sebesar 81,25%, yang termasuk kategori Sangat Baik. Nilai ini mencerminkan bahwa antarmuka yang meliputi menu, tombol, warna, teks, dan desain tampilan telah dinilai mudah dipahami dan mendukung kenyamanan pengguna selama bermain. Meskipun demikian, indikator mengenai kejernihan teks dan gambar memperoleh nilai relatif lebih rendah dibandingkan indikator lain, yaitu sebesar 77,78%. Artinya, terdapat ruang untuk peningkatan dalam aspek keterbacaan teks dan ketajaman visual agar tampilan semakin optimal bagi seluruh pengguna.

Aspek Visual 3D mendapatkan nilai rata-rata sebesar 83,89%, juga berada pada kategori Sangat Baik. Hal ini menunjukkan bahwa model 3D atom, molekul, objek pendukung, serta animasi pergerakan telah dianggap menarik, realistis, dan mudah dikenali. Keseluruhan objek dinilai sudah mampu menciptakan pengalaman visual yang imersif dan mendukung suasana pembelajaran di lingkungan virtual. Walaupun demikian, animasi objek dan realisme model masih dapat disempurnakan agar semakin meningkatkan pengalaman visual pengguna.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Sementara itu, aspek Pembelajaran memperoleh nilai paling tinggi dengan rata-rata 84,13%, termasuk kategori Sangat Baik. Temuan ini mengindikasikan bahwa game VR edukasi dinilai menyenangkan, interaktif, dan mampu membantu pemain dalam memahami materi ikatan kimia khususnya ikatan ion dan kovalen. Selain itu, responden juga menilai bahwa game memberikan tantangan yang seru, navigasi mudah digunakan, serta mampu menciptakan pengalaman belajar yang bermakna melalui lingkungan laboratorium virtual yang terasa nyata dan imersif.

Secara keseluruhan, hasil penilaian menunjukkan bahwa desain visual 2D dan 3D serta penerapan unsur pembelajaran dalam game telah berhasil tersampaikan dengan sangat baik kepada pengguna. Dengan beberapa peningkatan minor pada aspek keterbacaan teks dan peningkatan detail visual 3D, media ini berpotensi menjadi sarana pembelajaran berbasis VR yang lebih efektif dan menarik bagi siswa.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aset visual 2D dan aset visual 3D untuk digunakan pada game edukasi interaktif berbasis Virtual Reality (VR) pada materi ikatan kimia dengan tahapan Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Hasil alpha testing menunjukkan bahwa aset yang dikembangkan telah sesuai dengan spesifikasi dan rancangan yang telah ditetapkan. Pada tahap berikutnya, evaluasi beta testing yang dilakukan oleh ahli media menghasilkan persentase penilaian sebesar 91,67% dengan kategori sangat baik, respon pengguna memberikan nilai penilaian keseluruhan sebesar 83,33%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Baik” pada aspek visual aset 2D, visual aset 3D , dan pembelajaran dengan game VR relevan dengan konsep ikatan kimia. Pengembangan selanjutnya adalah aset 3D yang dibuat akan dianimasikan untuk menjelaskan pembuatan ikatan kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan dukungan dalam mendukung terlaksananya penelitian ini. Penelitian ini memperoleh pendanaan melalui Skema Penelitian Asisten Ahli (PAA) dengan nomor kontrak 217/PL3.A.10/PT.00.06/2025.

DAFTAR PUSTAKA

Prasetiyo, A. S., Wibowo, S. A., & Orisa, M. (2020). Augmented Reality Senyawa Kimia Sebagai Media Pembelajaran Bagi Siswa Sma Berbasis Android. JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 4(1), 332–340. https://doi.org/10.36040/jati.v4i1.2354

Sevian, H., & Talanquer, V. (2022). Rethinking chemistry education research on student thinking. Chemistry Education Research and Practice, 23(2), 263–272. https://doi.org/10.1039/D1RP00270B

T. Mahaffy, “Molecular visualization in the classroom: Improving student understanding of molecular geometry,” *J. Chem. Educ.*, vol. 91, no. 9, pp. 1401–1407, 2014. [Online]. Available: https://doi.org/10.1021/ed400513p

S. Samon and S. T. Levy, “Interactions between reasoning about complex systems and conceptual understanding in learning chemistry,” Journal of Research in Science Teaching, vol. 57, no. 1, pp. 58–86, 2020. doi:10.1002/tea.21585

Stieff, M., & Flynn, A. B. (2021). How does visualization support students’ understanding of molecular structure? Journal of Chemical Education, 98(5), 1501–1513. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01232

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

A. Chusna, "Implementasi Funing (Fun Learning): Game-Based," Jurnal Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA, vol. 1, no. 2, pp. 72–79, 2021. [Online]. Available: https://journal.ittelkom-sby.ac.id/lkti/article/download/149/72

Anatasya, V., & Putra, N. (2024). Pengembangan Virtual Reality Chemistry Berbasis Kearifan Lokal Alam Kalimantan Tengah Untuk Meningkatkan Kemampuan 4C Mahasiswa. 15(2), 324–331

R. van Dinther, L. de Putter, and B. Pepin, "Features of immersive virtual reality to support meaningful chemistry education," *J. Chem. Educ.*, vol. 100, no. 4, pp. 1537-1546, Apr. 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01069

E. Echeverri-Jimenez et al., "A roadmap to support the development of chemistry virtual reality learning environments merging chemical pedagogy and educational technology design," *J. Chem. Educ.*, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01205

S. A. Ahmady Falah, "Effects of virtual and augmented reality in chemistry education: systematic literature review," *Int. J. Arts Soc. Sci.*, vol. 7, no. 1, pp. 228-240, Jan. 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.5296/ije.v15i4.21372

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). Immersive virtual reality and learning: A meta-analysis. Educational Psychology Review, 33(3), 937–966.https://doi.org/10.1007/s10648-020-09568-6

R. M. P. Siregar and E. Sudarmilah, "Rancang bangun virtual reality educational game penanggulangan sampah berbasis Android untuk anak usia sekolah dasar," *JUITA*, vol. VII, no. 1, pp. 49–54, May 2019. [Online]. Available: https://media.neliti.com/media/publications/441564-none-06f85948.pdf

Zuhdi, A. I. et al. (2024). Implementation Multimedia Development Life Cycle in Interactive Multimedia Design for Traditional Indonesian Music Instruments Introduction. JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer), 7(1), 43–50. https://doi.org/10.33387/jiko.v7i1.7640

Dini, D.R., Fahlevi, M.R., & Putry, F.A. (2023). "Implementation of the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) Method on Multimedia System Learning Website." Tunas Bangsa University.

Field, A. (2021). Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (5th ed.). SAGE Publications. https://doi.org/10.4135/9781529798790

Siregar, E., & Nara, H. (2021). Teori Belajar dan Pembelajaran. Ghalia Indonesia.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2021). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (5th ed.). SAGE Publications. https://doi.org/10.4135/9781071817944