

IMPLEMENTASI MEDIA PEMBELAJARAN IKATAN KOVALEN KIMIA MENGGUNAKAN OCULUS QUEST

Dimas Wahyu Wibowo, Muhammad Shulhan Khairy, Khalimatus Sa'diyah,

Meuti Zari Annisa, Venny Meida Hersianty

Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang

Jalan Soekarno Hatta No.09, Malang, Indonesia

dimas.w@polinema.ac.id

ABSTRAK

Pembelajaran teori pada Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang masih menggunakan media pembelajaran konvensional seperti PowerPoint *slide* atau *e-book*. Oleh karena itu, dilakukanlah pengembangan aplikasi yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan media pembelajaran interaktif menggunakan teknologi *Virtual Reality* (VR) guna meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang ikatan kovalen kimia dengan Metode pengembangan bernama ADDIE. Platform yang digunakan adalah *Unity 3D* dan aplikasi akan dibangun ke perangkat *Oculus Quest 2* sebagai fokus utama. Landasan dari perancangan sistem ini adalah perspektif pembelajaran kognitif, dengan penekanan pada perhatian, pemetaan informasi, dan pengambilan informasi. Media pembelajaran yang dikembangkan memadukan elemen pemecahan masalah yang mendorong mahasiswa untuk membentuk ikatan kovalen dengan menggabungkan atom menjadi molekul dan tersedianya informasi atom untuk pemetaan informasi mahasiswa tersebut. Untuk mengevaluasi efektivitas media pembelajaran berbasis VR ini, dilakukan uji *pre-test* dan *post-test*. Hasil pengujian terhadap 21 mahasiswa yang menggunakan aplikasi menunjukkan selisih rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* sebesar 23,81. Sementara itu, pada 21 mahasiswa lain tanpa menggunakan aplikasi, selisih rata-rata nilai hanya sebesar 20,5. Dari hasil penelitian yang dianalisis, menghasilkan nilai yang dapat diartikan bahwa aplikasi berdampak positif terhadap pemahaman mahasiswa tentang ikatan kovalen kimia.

Kata kunci : *Virtual Reality, media pembelajaran interaktif, ikatan kovalen, perspektif pembelajaran kognitif, Oculus Quest 2, ADDIE*

1. PENDAHULUAN

Ikatan kimia merupakan salah satu landasan paling dasar dalam ilmu kimia yang menjelaskan konsep lain seperti molekul dan reaksi. Salah satu bentuk ikatan kimia yang penting untuk dipahami adalah ikatan kovalen, yaitu ikatan yang terbentuk akibat pemakaian pasangan elektron secara bersama oleh atom-atom nonlogam. Pemahaman konsep ini sangat krusial karena menjadi dasar bagi berbagai materi lanjutan seperti struktur molekul, sifat senyawa dan mekanisme reaksi kimia [1].

Namun pembelajaran tentang ikatan kimia terutama ikatan kovalen seringkali dianggap membosankan dan sulit dipahami mahasiswa. Banyak siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan bagaimana elektron dibagi antara atom dan bagaimana struktur molekul terbentuk. Hal ini diperparah dengan penggunaan media pembelajaran konvensional seperti buku teks dan *slide* presentasi belum dapat memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan bagi mahasiswa.

Pesatnya perkembangan teknologi membuat berbagai bidang merasakan kemudahan akibatnya, seperti bidang kesehatan, militer, perekonomian, dan tentunya dunia pendidikan. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, media pembelajaran yang digunakan dalam kegiatan belajar mengajar formal masih menggunakan metode konvensional yang menyebabkan kurangnya interaksi dimana mahasiswa hanya menyerap apa yang ada dalam media

pembelajaran. Dampak positif dari perkembangan teknologi ini mengakibatkan munculnya berbagai media pembelajaran interaktif untuk menunjang kegiatan belajar mengajar antara lain *video game*, *Augmented Reality*, dan *Virtual Reality*. *Virtual Reality* merupakan suatu media yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek yang ditampilkan secara virtual dengan bantuan sensor yang terpasang pada perangkat atau perangkat yang digunakan pengguna [2]. Dengan interaksi dua arah dimana pengguna dapat berinteraksi dengan objek dan langsung mendapatkan hasil atau umpan balik dari tindakan yang telah dilakukannya, kegiatan belajar mengajar menjadi lebih menarik dan interaktif dibandingkan dengan metode pembelajaran dengan interaksi satu arah seperti menggunakan buku, video, atau audio saja.

Dari sinilah timbul ide untuk membuat media pembelajaran simulasi ikatan kimia kovalen dengan menggunakan *Unity3D Game Engine* dan *Head Mounted Display (HMD)* bernama *Oculus Quest*. Aplikasi media pembelajaran ini dikembangkan dengan beberapa jurnal referensi dengan topik atau teknologi serupa, yaitu jurnal yang dikembangkan oleh Dimas Wahyu Wibowo dkk. pada tahun 2022 di Politeknik Negeri Malang tentang aplikasi berbasis *Mixed Reality* yang mengenalkan hewan di Indonesia yang aplikasinya dikembangkan menggunakan VR [3]. Lalu ada jurnal yang dikembangkan oleh Anggy Pradiftha Junfithrana dkk. pada tahun 2020 di

Universitas Nusa Putra. Penelitian ini merancang model pembelajaran kursus *online* pengenalan rangkaian listrik berbasis praktikum kelistrikan dengan menggunakan aset terkait seperti AVO meter, Ampere meter, generator sinyal, breadboard, blok komponen dan kabel interkoneksi. [4]. Lalu ada juga pengembangan aplikasi *Chemical Atom Virtual Reality* di Seamolec yang dikembangkan oleh Inna Novianty dkk. pada tahun 2020 dari Sekolah Vokasi IPB University. Aplikasi yang dikembangkan bernama VRChemistry yang berisi daftar atom yang tercantum pada tabel periodik. [5]. Namun dalam pengembangan media pembelajaran simulasi ini lebih fokus pada materi Kimia atau lebih tepatnya pada materi ikatan kovalen dan menggunakan teknologi Oculus Quest 2. Alasan penulis memilih topik ikatan kimia kovalen sebagai media pembelajaran adalah karena topik ini merupakan materi dasar yang menjadi fondasi bagi pemahaman konsep kimia lanjutan, namun sering dianggap abstrak dan sulit divisualisasikan. Oleh karena itu, penyajian materi ini dalam bentuk simulasi interaktif melalui *Virtual Reality* diharapkan dapat membantu siswa dalam membangun pemahaman konseptual secara lebih konkret dan menarik. Selain itu, pengembangan ini juga menjadi langkah awal pembuatan laboratorium *virtual* di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang. Diharapkan setelah adanya penelitian dan pengembangan media pembelajaran ada pengembangan lebih lanjut untuk variasi laboratorium *virtual*.

Dalam pengembangan media pembelajaran simulasi yang ditujukan untuk mahasiswa Teknik Kimia, pengembangan ini menggunakan metode ADDIE. Model ADDIE dikembangkan secara sistematis dan didasarkan pada teori desain pembelajaran. Model ini disusun dengan tahapan-tahapan yang terprogram secara teratur, mengikuti rangkaian kegiatan yang sistematis, guna memecahkan tantangan pembelajaran terkait pemilihan sumber belajar yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa [6]. Pengembangan konten pada media pembelajaran ini didasarkan pada perspektif pembelajaran kognitif yang dapat membantu pendidik dan siswa mengalami interaksi materi pembelajaran dua arah dengan bantuan teknologi. Hal ini mendukung pemahaman bahwa perubahan tingkah laku bukanlah hasil kegiatan belajar, melainkan perubahan struktur mental siswa seperti pengetahuan, keterampilan, atau kreativitas, yang memperluas kapasitasnya untuk menunjukkan perubahan tingkah laku. [7]. Dari sinilah tujuan pengembangan ini adalah menciptakan media pembelajaran berbasis *Virtual Reality* menurut sudut pandang pembelajaran kognitif dan mengetahui dampak media pembelajaran interaktif berbasis *Virtual Reality* terhadap pemahaman siswa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ikatan Kovalen Kimia

Ikatan kovalen adalah ikatan yang terbentuk ketika dua atau lebih nonlogam bergabung. Sebagai contoh, dalam kasus molekul hidrogen dan oksigen, yang keduanya merupakan nonlogam, kedua molekul yang digabungkan akan membentuk air dengan membentuk ikatan kovalen [8]. Berdasarkan modul pembelajaran kimia oleh Kemendikbud [9], dengan menggunakan teori VSEPR atau teori yang menggambarkan bentuk molekul berdasarkan tolakan pasangan elektron di sekitar atom pusat, maka bentuk atau jenis molekul ditentukan dari rumus molekul yang diperoleh dari buku Modul Pembelajaran Kimia SMA oleh Drs. H. I Gede Mendera, M.T. berikut ini

$$AX_nE_m \quad (1)$$

Dimana :

A = Atom Pusat

X = PEI (Pasangan Elektron Ikatan)

E = PEB (Pasangan Elektron Bebas)

n = Jumlah PEI (Pasangan Elektron Ikatan)

m = Jumlah PEB (Pasangan Elektron Bebas)

Pada contoh pembentukan air, oksigen sebagai atom pusat memiliki 6 elektron valensi. Jadi, jumlah ikatan yang terjadi dengan hidrogen adalah 2 yang membuat nilai PEI menjadi 2. Nilai PEB dapat ditentukan dengan rumus berikut yang diperoleh dari buku *Chemistry* oleh Raymond Chang dan Jason Overby.

$$\frac{(\text{central valence electron} - \text{PEI})}{2} \quad (2)$$

Jadi, nilai PEB air adalah 2. Yang membuat rumus molekulnya menjadi AX₂E₂.

2.2. Perspektif Pembelajaran Kognitif

Berdasarkan buku Media dan Teknologi Pembelajaran [10], Perspektif belajar kognitif memiliki pengertian bahwa belajar tidak hanya dapat diamati melalui perubahan tingkah laku, tetapi juga perubahan struktur mental *internal* seseorang yang memberinya kapasitas untuk menunjukkan perubahan tingkah laku. Struktur mental yang dimaksud meliputi pengetahuan, keyakinan, keterampilan, harapan, dan mekanisme lain dalam otak manusia.

Proses belajar dari perspektif pembelajaran kognitif dimulai dari memperhatikan atau mengambil informasi, mengkode atau menerjemahkan informasi ke dalam bentuk yang dapat diingat kembali, dan mengingat kembali informasi untuk mengingat informasi yang telah disimpan sebelumnya. Proses ini didukung oleh peran pendidik, peserta didik, dan teknologi. Masing-masing pihak memiliki peran penting, misalnya peran pendidik adalah mengorganisasikan informasi baru dengan menggunakan teknologi yang berperan sebagai media penyampai informasi. Penyerapan dan penerjemahan informasi harus dilakukan secara aktif oleh peserta didik untuk mencapai hasil belajar yang maksimal.

2.3. Game Engine Unity

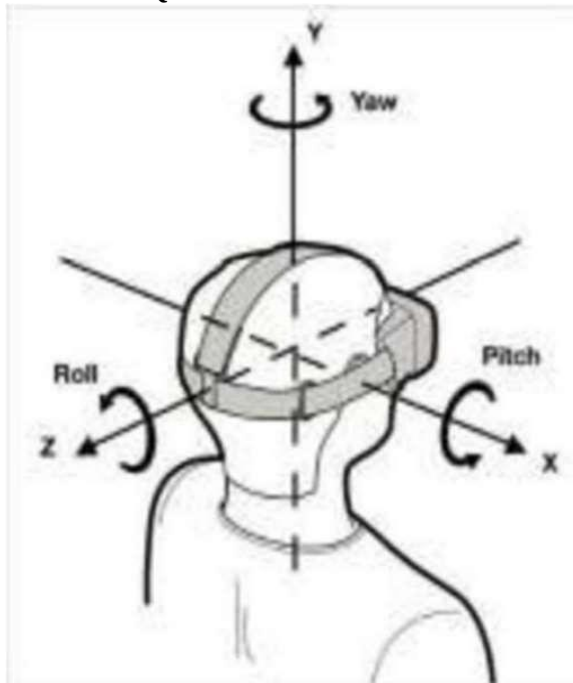
Pengembangan aplikasi dilakukan dengan menggunakan *Unity Editor* yang diinstall melalui *Unity Hub*, sebuah *software manager* untuk manajemen proyek, file *Unity Editor*, dan modul-modul untuk mengembangkan aplikasi di berbagai platform seperti WebGL, Android, iOS, Windows, Linux, dan MacOS.

Unity sendiri memiliki platform yang berisi banyak hal seperti *plug-in*, aset gambar, dan aset suara. Jadi pengguna tidak perlu membangun atau membuat mekanik, model 2D, model 3D, atau aset suara sendiri untuk belajar atau mencoba Unity [11].

2.4. Blender

Blender merupakan aplikasi pembuat 3D yang bersifat *open source* dan dapat diakses dari berbagai platform, baik dengan Windows, Linux, maupun MacOS. Aplikasi ini digunakan untuk pemodelan, *rigging*, animasi, simulasi, *rendering*, *editing video*, dan bahkan membuat *game*. Blender dikembangkan sebagai proyek berbasis komunitas yang dilisensikan di bawah lisensi GNU GPL atau *GNU General Public License*. Menurut laman Sistem Operasi GNU, GNU GPL adalah lisensi *copyleft* gratis untuk perangkat lunak dan jenis karya lainnya. Lisensi ini menjamin kebebasan untuk berbagi dan memodifikasi semua versi program-untuk memastikan bahwa program tersebut tetap menjadi perangkat lunak bebas bagi semua penggunanya [12].

2.5. Oculus Quest 2



Gambar 1. Orientasi VR

Oculus Quest 2 merupakan sebuah *headset virtual reality (VR)* yang dikembangkan dan diproduksi oleh Oculus, anak perusahaan Facebook. Oculus Quest 2 berbentuk *Head Mounted Display*

(HMD) yang nantinya akan digunakan layaknya sebuah *headset*. Dikutip dari halaman *website* Meta Quest [13], perangkat ini memiliki sejumlah komponen pelacakan berupa 6DOF atau 6 *Degree Of Freedom* yang memungkinkannya untuk menangkap orientasi secara mandiri. Mulai dari orientasi yang didapat dan diimplementasikan ke pergerakan tampilan pada perangkat, sehingga membuat kondisi di dunia *virtual* terlihat seperti nyata.

Tampilan HMD berada tepat di depan mata pengguna. Antarmuka dan seluruh tampilan akan diproyeksikan dengan bantuan lensa yang berada tepat di depan mata. Pengguna dapat mengatur jarak antara kedua mata dengan menggeser salah satu lensa yang akan mengubah jarak antara kedua lensa.



Gambar 2. Lensa HMD

Kemudian sebagai alat yang menangani input atau masukan adalah sebuah controller seperti pada Gambar 3. Controller ini menggunakan baterai sebagai sumber energinya. Untuk berinteraksi dengan objek dan *user interface* yang ada, controller ini dilengkapi dengan beberapa macam tombol sebagai berikut [14].

- Tombol Jempol (Kiri dan Kanan): Thumbstick digunakan untuk gerakan halus dan navigasi menu.
- Tombol A, B, X, Y: Tombol-tombol ini terletak di sisi kanan *controller* dan digunakan untuk berbagai tindakan dalam *game*, seperti berinteraksi dengan objek atau menjalankan perintah tertentu.
- Tombol Menu: Tombol menu terletak di atas stik ibu jari pada *controller* sebelah kanan. Tombol ini terutama digunakan untuk mengakses menu, pengaturan, dan menjeda *game*.
- Tombol Oculus: Tombol ini terletak di bagian tengah *controller* kanan dan berfungsi sebagai tombol sistem. Tombol ini digunakan untuk menampilkan antarmuka *Oculus Home*, mengakses Menu Utama, *Library*, dan fungsi sistem lainnya.
- Tombol Pegangan: Tombol pegangan diposisikan di sisi setiap pegangan *controller*. Ketika ditekan, tombol ini akan aktif, yang sering digunakan untuk mengambil dan menjatuhkan objek di dalam *game*.
- Tombol Pemicu: Tombol pemicu terletak di bagian depan *controller*, tepat di bawah tombol grip. Tombol ini digunakan untuk tindakan seperti

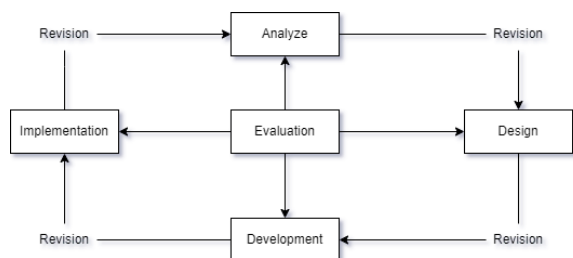
- menembak, mengambil, atau berinteraksi dengan objek, tergantung pada konteks permainan.
- g. Tombol Sentuh Oculus: Tombol ini terletak di permukaan bagian dalam setiap *controller*, di seberang *thumbstick*. Tombol ini digunakan untuk tindakan tertentu dalam game atau aplikasi.



Gambar 3. Pengontrol Oculus Quest 2

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pengembangan ini adalah metode ADDIE. ADDIE adalah model desain pembelajaran yang merupakan singkatan dari *Analyze*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluate*. Skema metode ini divisualisasikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Skema Metode ADDIE

3.1. Analyze

Penelitian mengembangkan media pembelajaran ikatan kovalen dengan menganalisis data kualitatif hasil wawancara dengan dosen Teknik Kimia dan melakukan tinjauan pustaka. Tujuannya adalah untuk menciptakan sumber teori dasar bagi mahasiswa teknik kimia, yang memungkinkan mereka mensimulasikan ikatan kimia dan mengakses informasi tentang molekul yang terlibat. Ide-ide yang dihasilkan akan dianalisis lebih lanjut untuk mengatasi tantangan manufaktur dan persyaratan sistem.

3.2. Design

Perancangan sistem media pembelajaran memanfaatkan Analisis Masalah dan prinsip pembelajaran kognitif. Ini mencakup kegiatan pemecahan masalah dan simulasi ikatan kimia kovalen. Siswa dapat menggabungkan atom untuk membuat ikatan dan menerima deskripsi bentuk

molekul. Simulasi ini dapat diakses melalui Oculus Quest 2, menawarkan interaksi interaktif. Ini memberikan informasi molekul dan instruksi untuk mengidentifikasi atom dalam molekul yang diinstruksikan, meningkatkan pemahaman tentang struktur molekul.

3.3. Development

Setelah perancangan aplikasi selesai, tahap selanjutnya adalah pengembangan aplikasi. Prosesnya dimulai dengan pembuatan aset menggunakan aplikasi pemodelan 3D Blender. Meja dan rak ditempatkan di ruang laboratorium, dirancang khusus untuk simulasi ikatan kimia kovalen. Tabel ini berisi laci terbuka, panel, dan objek yang diperlukan untuk simulasi. Selain itu, karakter yang tidak dapat dimainkan (NPC) dalam bentuk objek 3D digabungkan menggunakan *ReadyPlayerMe*. Model NPC diekspor dalam format glb dan diintegrasikan ke dalam aplikasi menggunakan Unity.

3.4. Implementation

Setelah pengembangan aplikasi, tahap implementasi meliputi pengujian aplikasi media pembelajaran. Pengujian berfokus pada kesesuaian materi, presentasi, dan pengalaman pengguna. Metode blackbox digunakan untuk pengujian program, evaluasi alur kerja sistem. Kelompok sampel yang terdiri dari mahasiswa Teknik Kimia dan Teknik Informatika dilibatkan untuk menilai efektivitas pendidikan bagi pengguna dengan pengetahuan ikatan kimia kovalen yang terbatas.

Penilaian pra-tes dan pasca-tes dilakukan untuk mengukur tujuan program. Pengguna menyelesaikan pra-tes untuk menilai pengetahuan awal mereka, kemudian menjelajahi program sebelum menyelesaikan pasca-tes. *Post-test* meliputi angket evaluasi dan soal-soal terkait ikatan kimia kovalen. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan aplikasi dalam meningkatkan pengetahuan dan memfasilitasi studi ikatan kimia kovalen, sesuai dengan tujuan yang dimaksudkan.

3.5. Evaluation

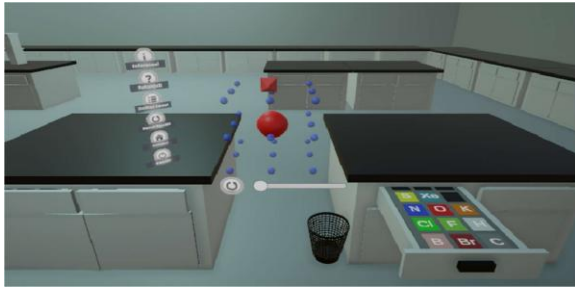
Tahap evaluasi merupakan tahap akhir dalam pembuatan media pembelajaran berbasis VR. Peneliti akan melakukan modifikasi produk berdasarkan saran dan masukan dari responden dan akademisi pada tahap ini agar media pembelajaran yang dibuat dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh mahasiswa.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka pada aplikasi "*Chemulation*" dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang interaktif kepada pengguna. Antarmuka ini dibangun menggunakan *Unity 3D* dengan pendekatan *World Space UI*, sehingga elemen-elemen antarmuka dapat muncul langsung di

lingkungan 3D dan berinteraksi dengan pengguna melalui perangkat *Oculus Quest 2*.



Gambar 5. Antarmuka Utama

Pada Gambar 5. menunjukkan antarmuka utama yang ditampilkan saat pengguna mulai masuk ke dalam lingkungan *virtual* laboratorium. Antarmuka ini meliputi tombol – tombol tindakan yang terintegrasi dengan objek di sekitar pengguna, seperti panel kontrol, informasi, daftar level, tombol untuk menghapus atom atau keluar aplikasi dan berbagai fitur lainnya yang dijelaskan pada Tabel 1.

Untuk menampilkan antarmuka utama pengguna pada *Chemulation* dimana *User Interface* akan tampil menempel pada layar menggunakan *World Space* agar pemain dapat berinteraksi menggunakan VR. Kecuali pada transisi canvas, karena antarmuka tersebut digunakan untuk menampilkan transisi dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Berikut ini pada Tabel 1. adalah daftar tampilan yang telah diimplementasikan.

Tabel 1. Daftar Antarmuka yang Diimplementasikan

Nama	Antarmuka
Transisi	
Cara Memegang Panel Kontroler	
Halaman Judul	
Panel Informasi Pengembang	

Nama	Antarmuka
Halaman Keluar dari Permainan	
Halaman Ucapan Selamat Datang	
Pilih Panel Bahasa	
Panel Tutorial	
Panel Status	
Tombol Tindakan	
Panel Daftar Level	
Panel Deskripsi Molekul	

4.2. Hasil Pengujian

Aplikasi yang telah selesai dibuat, diuji dengan menggunakan *Blackbox*, *User Acceptance Testing*, dan *Pre-test Post-test*. *Blackbox testing* digunakan untuk mengetes apakah hasil yang diharapkan pada sistem sesuai dengan hasil sesungguhnya. *Chemulation* memiliki beberapa fitur utama yang akan diujikan dengan menggunakan *black box testing*, yaitu sebagai berikut.

Tabel 2. Daftar Fitur Yang Diujikan

No	Nama Uji Fitur	Hasil Yang diharapkan
1	<i>Start</i>	Dapat masuk ke laboratorium
2	Tutorial Simulasi	Dapat memulai tutorial simulasi ikatan kimia kovalen
3	<i>Spawn Atom</i>	Dapat melakukan <i>spawn atom</i>
4	<i>Grab Atom</i>	Dapat melakukan <i>grab atom</i>
5	<i>Open List Level panel</i>	Dapat membuka menu list level
6	<i>Open Molecule Information</i>	Dapat membuka informasi level
7	<i>Load Level</i>	Dapat load level lain
8	<i>Destroy Atom</i>	Dapat melakukan <i>destroy atom</i>
9	<i>Back to Home</i>	Dapat kembali ke <i>home</i> awal
10	<i>Exit</i>	Dapat keluar dari simulasi

Setelah pengembangan media pembelajaran *Chemulation* selesai, dilakukan *black box testing* untuk menguji apakah *Chemulation* telah berjalan dengan baik. Dari daftar fitur yang ada di Tabel , dilakukan pengujian terhadap fitur-fitur tersebut dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Fitur Start

Nama Fitur yang Diuji	Start
Hasil yang diharapkan	Dapat masuk ke laboratorium
Cara Pengujian	1. <i>User</i> memasuki aplikasi <i>Chemulation</i> . 2. <i>User</i> memilih tombol “Mulai”
Hasil yang terjadi	<i>User</i> berpindah ke dalam laboratorium
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Tabel 4. Hasil Pengujian Fitur Tutorial Simulasi

Nama Fitur yang Diuji	Tutorial Simulasi
Hasil yang diharapkan	Dapat memulai tutorial simulasi ikatan kimia kovalen
Cara Pengujian	1. <i>User</i> masuk ke laboratorium 2. <i>User</i> memilih tombol “Ikatan Kimia Kovalen” 3. Panel Tutorial ditampilkan
Hasil yang terjadi	<i>User</i> dapat melihat dan berinteraksi dengan Panel Tutorial simulasi ikatan kimia kovalen
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Tabel 5. Hasil Pengujian Fitur *Spawn Atom*

Nama Fitur yang Diuji	Spawn Atom
Hasil yang diharapkan	Dapat melakukan <i>spawn atom</i>
Cara Pengujian	1. <i>User</i> memulai simulasi ikatan kimia kovalen 2. <i>User</i> mengarahkan laser raycast ke huruf sesuai nama atom pada laci meja sebelah kanan 3. <i>User</i> menekan tombol grip pada <i>controller</i>
Hasil yang terjadi	Atom muncul di atas meja
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Tabel 6. Hasil Pengujian Fitur *Grab Atom*

Nama Fitur yang Diuji	Grab Atom
Hasil yang diharapkan	Dapat melakukan <i>grab atom</i>
Cara Pengujian	1. <i>User</i> melakukan <i>spawn atom</i> 2. <i>User</i> mengarahkan laser raycast ke atom yang sudah <i>dispawn</i> 3. <i>User</i> menahan tombol grip pada <i>controller</i>
Hasil yang terjadi	Atom akan menempel pada <i>controller</i>
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Tabel 7. Hasil Pengujian Fitur *Open List Level Panel*

Nama Fitur yang Diuji	Open List Level Panel
Hasil yang diharapkan	Dapat membuka menu list level
Cara Pengujian	1. <i>User</i> memulai simulasi 2. <i>User</i> mengarahkan laser raycast pada tombol Daftar Level pada <i>Action Buttons</i> 3. <i>User</i> menekan tombol trigger pada <i>controller</i>
Hasil yang terjadi	Panel daftar level muncul
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Tabel 8. Hasil Pengujian Fitur *Open Molecule Information*

Nama Fitur yang Diuji	Open Molecule Information
Hasil yang diharapkan	Dapat membuka informasi molekul
Cara Pengujian	1. <i>User</i> membuka panel daftar level 2. <i>User</i> mengarahkan laser raycast dan memilih tombol “i” di samping tombol nama molekul 3. <i>User</i> menekan tombol trigger pada <i>controller</i>
Hasil yang terjadi	Muncul panel informasi molekul
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Tabel 9. Hasil Pengujian Fitur *Load Level*

Nama Fitur yang Diuji	Load Level
Hasil yang diharapkan	Dapat load level lain
Cara Pengujian	1. <i>User</i> membuka panel daftar level 2. <i>User</i> mengarahkan laser raycast dan memilih tombol nama molekul 3. <i>User</i> menekan tombol trigger pada <i>controller</i>
Hasil yang terjadi	Level sesuai nama molekul akan dimuat, panel status akan berubah sesuai nama molekul yang dipilih
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Tabel 10. Hasil Pengujian Fitur *Destroy Atom*

Nama Fitur yang Diuji	<i>Destroy Atom</i>
Hasil yang diharapkan	Dapat menghapus atom yang sudah <i>dispawn</i>
Cara Pengujian	1. User melakukan <i>spawn atom</i> 2. User melakukan <i>grab atom</i> 3. User membawa atom menuju tempat sampah
Hasil yang terjadi	Atom akan <i>terdestroy</i>
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Tabel 11. Hasil Pengujian Fitur *Back to Home*

Nama Fitur yang Diuji	<i>Back to Home</i>
Hasil yang diharapkan	Dapat kembali ke <i>home page</i>
Cara Pengujian	1. User memulai simulasi 2. User mengarahkan laser <i>raycast</i> dan memilih tombol Kembali pada <i>Action Buttons</i>
Hasil yang terjadi	User berpindah ke halaman <i>home</i>
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Tabel 12. Hasil Pengujian Fitur *Exit*

Nama Fitur yang Diuji	<i>Exit</i>
Hasil yang diharapkan	Dapat keluar dari aplikasi
Cara Pengujian	1. User memulai simulasi 2. User mengarahkan laser <i>raycast</i> dan memilih tombol Keluar pada <i>Action Buttons</i>
Hasil yang terjadi	User keluar dari aplikasi
Kesesuaian Hasil	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian dari Tabel hingga Tabel 12, fitur-fitur yang diuji memiliki hasil yang sesuai dengan hasil yang diharapkan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik.

Untuk UAT dilakukan dengan dua dosen dan dua puluh satu mahasiswa sehingga penerapannya sangat dapat diterima. Hasil masing-masing dosen dan mahasiswa adalah sebagai berikut.

Tabel 13. Hasil Tes UAT Dosen

No	Daftar Fitur	Kesesuaian Hasil	
		Dosen 1	Dosen 2
1	Masuk ke laboratorium	✓	✓
2	Multi Bahasa (Bahasa Indonesia dan Inggris)	✓	✓
3	Memuat tutorial	✓	✓
4	Memunculkan atom	✓	✓
5	Menghapus atom	✓	✓
6	Memegang atom	✓	✓
7	Menempatkan atom di placeholder	✓	✓
8	Ada atom yang terikat tunggal dan ganda	✓	✓
9	Rotasi atom	✓	✓
10	Membuka daftar level	✓	✓
11	Lihat deskripsi molekulnya	✓	✓

No	Daftar Fitur	Kesesuaian Hasil	
		Dosen 1	Dosen 2
12	Memuat level (molekul) lainnya	✓	✓
13	Memberikan petunjuk	✓	✓

Berbeda dengan UAT dosen, UAT mahasiswa menggunakan 5 skala Skala Likert yang mewakili skor sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Hasil skala likert akan dijumlahkan, kemudian diubah menjadi persentase, dan hasil seluruh persentase tersebut akan dirata-rata untuk menentukan apakah aplikasi ini diterima atau tidak oleh pengguna.

Tabel 14. Hasil Tes UAT Mahasiswa

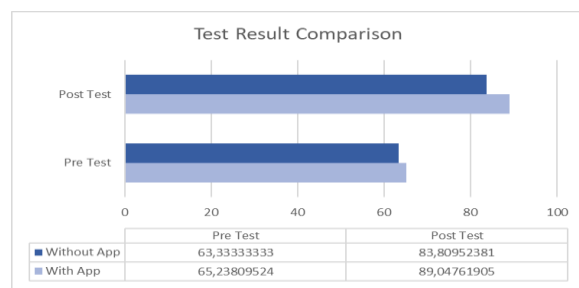
No	Pertanyaan	Total Skor	Persentase (%)
1	Apakah Chemulation cukup akurat untuk mensimulasikan ikatan kovalen antara dua atom atau lebih?	96	91%
2	Apakah jenis ikatan kovalen (tunggal dan rangkap) terwakili secara akurat dalam aplikasi?	100	95%
3	Betapa mudahnya menavigasi antarmuka dan melakukan simulasi	90	85%
4	Apakah aplikasi memberikan informasi yang cukup tentang unsur-unsur yang disimulasikan dalam pembentukan ikatan kovalen?	89	84%
5	Apakah aplikasi memberikan nilai edukasi yang cukup untuk membantu dosen mengajarkan konsep ikatan kovalen?	93	88%
6	Apakah kontrol aplikasi mudah dikendalikan?	90	85%
7	Apakah semua menu dan tombol berfungsi dengan baik?	97	92%
Rata-rata			89.11%

Rata-rata persentase tersebut dikelompokkan dalam 5 interval dari 0% - 100%. Berdasarkan Tabel 14, hasil persentase rata-rata adalah 89,11% yang merupakan interval terakhir yang dinilai “sangat diterima” oleh pengguna.

Selain UAT, juga dilakukan *pre-test* dan *post-test* untuk mengetahui apakah penerapannya meningkatkan pemahaman siswa tentang ikatan kovalen kimia.

Pada Gambar 6. Hasil *pre-test* dan *post-test* dihitung berdasarkan rata-rata hasil. Ada dua kelompok yang terdiri dari 21 siswa yang akan diuji. Kelompok pertama menggunakan aplikasi dan kelompok kedua menggunakan materi file pdf. Hasilnya selisih *pre-test* dan *post-test* yang

menggunakan aplikasi adalah 23,81 dan tanpa aplikasi adalah 20,5. Jadi, dapat disimpulkan bahwa penerapan cenderung membantu siswa dalam belajar dan meningkatkan pemahaman siswa tentang ikatan kovalen kimia.



Gambar 6 Perbandingan Rata-Rata Hasil

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengembangan aplikasi media pembelajaran ikatan kovalen berbasis VR pada Oculus Quest 2 menggunakan Unity menunjukkan bahwa desain aplikasi telah selaras dengan perspektif pembelajaran kognitif, dengan memperhatikan proses atensi, pengkodean, dan pengambilan informasi melalui simulasi penggabungan atom sebagai ikatan kimia kovalen, sehingga dapat meningkatkan daya ingat dan pemahaman siswa. Aplikasi ini dirancang dengan menyertakan tantangan untuk mensimulasikan penggabungan tiga atom atau lebih sebagai ikatan kimia kovalen, guna melatih siswa dalam mengingat kembali informasi yang telah mereka miliki serta menyajikan informasi baru secara lebih efektif. Hasil pengujian *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa aplikasi "Chemulation" memberikan dampak positif dengan efektivitas yang sedikit lebih tinggi dibandingkan media konvensional, ditunjukkan oleh selisih rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* yang lebih besar. Pada 21 siswa yang menggunakan aplikasi, selisih antara nilai *pre-test* dan *post-test* sebesar 23,81 sementara pada 21 siswa tanpa menggunakan aplikasi, selisih hanya sebesar 20,5. Ini menunjukkan bahwa aplikasi "Chemulation" lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep ikatan kovalen. Meski demikian, terdapat berbagai saran dari responden yang perlu dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut, seperti perbaikan fitur rotasi, penambahan variasi soal dan jenis ikatan, fitur skor, informasi berbasis *audio-visual*, hingga integrasi kecerdasan buatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Chapman, M. Molinari, S. Rana, and P. Goswami, "Chapter 9 - Chemical bonding," in *Handbook of Nonwovens*, 2nd ed., S. J. Russell, Ed. Oxford, UK: Woodhead Publishing, The Textile Institute Book Series, 2022, pp. 395–440. doi: 10.1016/B978-0-12-818912-2.00010-0.
- [2] X. Wu, "A review of virtual reality technology," *Applied and Computational Engineering*, vol. 38, pp. 1–6, 2024.
- [3] D. W. Wibowo, M. S. Khairy, and S. E. Sukmana, "Mixed Reality Based User Acceptance Measurement on Primary School Age Children (Case Study: Introduction to Indonesian Native Fauna)," *Journal of Applied Intelligent System*, vol. 7, no. 1, Article 1, 2022. doi: 10.33633/jais.v7i1.5328
- [4] A. P. Junfithrana, A. Suryana, M. Mahmud, Edwinanto, and J. Asian, "Practical Learning Application Program to Enhance Online Course Using Oculus Quest Virtual Reality," in *Proc. 2020 6th Int. Conf. on Computing Engineering and Design (ICCED)*, 2020, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICCED51276.2020.9415791
- [5] I. Novianty, W. Sholihah, and Y. Aditama, "Aplikasi Virtual Reality Atom Kimia di Seamolec," *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, vol. 19, no. 2, Article 2, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.30812/matrik.v19i2.718>.
- [6] R. Oktoviandry, M. A. Arianto, and R. Arni, "Developing Virtual Reality-Based Learning Media in Introduction to Psycholinguistics Class," *Journal of English Language Teaching*, vol. 12, no. 1, Article 1, 2023.
- [7] Alisia Zahroatul Baroroh, Diyah Andini Kusumastuti, and Rahmat Kamal, "Pemanfaatan Teknologi dalam Pembelajaran," *Perspektif*, vol. 2, no. 4, pp. 269–286, Dec. 2024.
- [8] S. Habtemariam, "Chapter 1: Introduction to Organic Compounds and Covalent Bonding," in *Basic Chemistry for Life Science Students and Professionals: Introduction to Organic Compounds and Drug Molecules*, Royal Society of Chemistry, 2023, pp. 1–32. doi: 10.1039/9781839168086-00001.
- [9] I. G. Mendera, *Modul Pembelajaran Kimia Bentuk Molekul*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2020.
- [10] Yaumi M. Media dan teknologi pembelajaran edisi kedua. Prenada Media; 2021 Sep 1.
- [11] Singh S, Kaur A. Game development using unity game engine. In 2022 3rd International Conference on Computing, Analytics and Networks (ICAN) 2022 Nov 18 (pp. 1–6). IEEE.
- [12] *The GNU General Public License v3.0—GNU Project—Free Software Foundation*, [Online]. Available: <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.en.html> [Accessed: Jan. 24, 2023].
- [13] *Meta Quest 2: Immersive All-In-One VR Headset* | Meta Store, [Online]. Available: <https://www.meta.com/quest/products/quest-2/> [Accessed: Jan. 24, 2023].
- [14] Carnevale A, Mannocchi I, Sassi MS, Carli M, De Luca G, Longo UG, Denaro V, Schena E. Virtual reality for shoulder rehabilitation: accuracy evaluation of oculus quest 2. *Sensors*. 2022 Jul 23;22(15):5511.