

# CHEMISTRY EDUCATION PRACTICE

Available online at: [jurnalfkip.unram.ac.id](http://jurnalfkip.unram.ac.id)

## PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *AUGMENTED REALITY (AR)* BERBANTUAN APLIKASI *ASSEMBLR EDU* PADA MATERI BENTUK MOLEKUL

Fathoni Arif Pratama<sup>1</sup> \*, Jeckson Siahaan<sup>2</sup>, Nora Listantia<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Mataram. Jalan Majapahit No. 62  
Mataram, NTB 83112, Indonesia.

\* Coressponding Author. E-mail: arfatony9@gmail.com

Received: 4 September 2025 Accepted: 30 November 2025 Published: 30 November 2025  
doi: 10.29303/cep.v8i2.10144

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat validitas isi materi dan kelayakan media pembelajaran berbasis *augmented reality* (AR) yang dikembangkan menggunakan aplikasi *assemblr edu* pada materi bentuk molekul. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan *Design Based Research* (DBR) dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yang dimodifikasi hingga tahap pengembangan (*development*). Teknik pengumpulan data dilakukan dengan wawancara, angket validasi, dan angket kelayakan media. Teknik analisis data validitas menggunakan formula Aiken's V, sedangkan untuk mengukur kelayakan media menggunakan rumus persentase. Produk media pembelajaran telah diujicobakan kepada 28 peserta didik kelas XI SMAN 1 Wanasaba. Hasil uji validitas menunjukkan media mendapat kategori sangat valid dengan nilai Aiken's V sebesar 0,92. Hasil uji kelayakan menunjukkan bahwa media berada pada kategori sangat layak dengan persentase sebesar 86,86%. Media ini dinilai valid dan layak digunakan sebagai alternatif pembelajaran inovatif untuk meningkatkan pemahaman peserta didik dalam memahami konsep bentuk molekul. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi AR dalam pembelajaran dapat menjadi sarana yang strategis dalam mengoptimalkan visualisasi konsep abstrak secara kontekstual, menarik, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

**Kata Kunci:** Media Pembelajaran, *Augmented Reality*, Bentuk Molekul

### *Development of Augmented Reality (AR)-Based Learning Media Assisted by The Assemblr Edu Application for Molecular Shape Materials*

#### *Abstract*

*This study aims to determine the level of validity of the content and suitability of augmented reality (AR)-based learning media developed using the Assemblr Edu application for molecular structure material. This study employs the Design-Based Research (DBR) method with the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) model, modified up to the development stage. Data collection techniques include interviews, validity questionnaires, and media feasibility questionnaires. Data validity analysis uses Aiken's V formula, while media feasibility is measured using a percentage formula. The learning media product was tested on 28 eleventh-grade students at SMAN 1 Wanasaba. The validity test results showed that the media was highly valid with an Aiken's V value of 0.92. The feasibility test results showed that the media was highly feasible with a percentage of 86.86%. This media is deemed valid and suitable for use as an innovative learning alternative to enhance students' understanding of molecular structure concepts. This study demonstrates that integrating AR technology into learning can serve as a strategic tool for optimizing the visualization of abstract concepts in a contextual, engaging, and relevant manner aligned with 21st-century needs.*

**Keywords:** Learning Media, *Augmented Reality*, Molecular Structure.

## PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia mengalami perkembangan yang dinamis seiring dengan berbagai upaya peningkatan mutu untuk menghadapi tantangan kemajuan zaman. Dalam konteks ini, media pembelajaran memegang peranan penting sebagai salah satu komponen utama dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan media pembelajaran tidak hanya memberikan kemudahan bagi peserta didik dalam memahami materi, tetapi juga berkontribusi secara signifikan terhadap efektivitas proses pembelajaran. Media pembelajaran merupakan elemen esensial yang melengkapi dan menyatu dengan keseluruhan sistem pembelajaran, serta menjadi faktor penentu dalam pencapaian tujuan dan keberhasilan proses pembelajaran (Ramadani dkk., 2023).

Keberhasilan proses pembelajaran semakin dipengaruhi oleh kemajuan teknologi, terutama dalam era digitalisasi dan otomatisasi era revolusi industri 4.0 yang dilatarbelakangi oleh pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi digital. Perkembangan ini menuntut guru untuk memanfaatkan teknologi dalam menciptakan serta mengembangkan media pembelajaran yang inovatif. Oleh karena itu, guru perlu memiliki keterampilan dalam memilih, merancang, dan menggunakan media pembelajaran secara efektif. Penggunaan media yang tepat bukan sekedar membantu peserta didik memahami materi dengan mudah, tetapi juga menciptakan suasana belajar yang lebih interaktif dan menarik.

Hasil belajar yang optimal sangat dipengaruhi oleh efektivitas media pembelajaran yang digunakan, terutama dalam memahami konsep-konsep abstrak dalam pembelajaran kimia, salah satunya yaitu pada topik bentuk molekul. Untuk memahami bentuk molekul dengan baik, peserta didik perlu menguasai beberapa konsep dasar yang mendasari materi tersebut, seperti konfigurasi elektron, elektron valensi, struktur lewis, kestabilan molekul, dan pasangan elektron. Selain itu, kemampuan untuk membayangkan daya bayang ruang juga sangat diperlukan dalam memahami materi bentuk molekul (Sabekti dkk., 2014).

Kemampuan membayangkan atau daya bayang ruang (*spatial ability*) dalam pembelajaran kimia sangat penting dalam memahami bentuk molekul karena siswa perlu memproduksi, memelihara, dan memanipulasi citra visual abstrak untuk memahami representasi

tingkat submikroskopik seperti molekul (Rahmawati dkk., 2021). Dalam pembelajaran kimia, keterampilan spasial memiliki peranan penting karena secara langsung berhubungan dengan keberhasilan siswa dalam merepresentasikan konsep-konsep pada tingkat molekuler. Menurut (Al-Balushi dkk., 2017), rendahnya kemampuan spasial berdampak negatif terhadap kemampuan siswa dalam merepresentasikan fenomena kimia pada level molekuler.

Kesulitan dalam memahami bentuk dan kepolaran molekul umumnya muncul karena sifat materi yang abstrak, sehingga menuntut keterampilan spasial yang memadai agar dapat dipahami secara tepat. Pemahaman bentuk molekul pada dasarnya juga memerlukan keterlibatan prinsip *triplet* dalam pembelajaran kimia, mencakup keterkaitan antara level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Ketiga level ini perlu dipahami secara terpadu agar peserta didik mampu merepresentasikan fenomena kimia secara menyeluruh. Pada konteks materi bentuk molekul di kelas XI, keterampilan spasial dalam membayangkan dan memvisualisasikan struktur molekul menjadi aspek penting yang harus dikuasai. Namun, keterbatasan dalam menghubungkan representasi tersebut sering kali menimbulkan kesulitan konseptual dan berimplikasi pada rendahnya pemahaman konsep peserta didik terhadap materi.

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru kimia kelas XI SMAN 1 Wanasaba, bahwa kesiapan peserta didik dalam menerima materi pembelajaran kimia di kelas masih rendah. Hal tersebut terlihat dari kesulitan yang dialami peserta didik dalam memahami materi, terutama topik bentuk molekul yang kerap kali dianggap kurang menarik oleh peserta didik. Hal tersebut mengakibatkan guru lebih dominan berperan aktif dalam proses pembelajaran dibandingkan dengan peserta didik. Sebagian besar peserta didik cenderung menghafal namanya bentuk molekul tanpa memahami lebih lanjut tentang molekul yang dipelajari tanpa memahami representasi bentuk 3D-nya secara visual. Buku-buku ajar pun umumnya hanya menyajikan ilustrasi dalam bentuk 2D, sehingga kemampuan imajinatif peserta didik dalam mengkonversi bentuk 2D ke bentuk 3D menjadi terbatas dan menjadi salah satu hambatan utama dalam memahami konsep bentuk molekul. Oleh sebab itu, pemanfaatan media pembelajaran menarik dan transformatif diperlukan untuk

mendorong peningkatan pemahaman dan partisipasi aktif peserta didik dalam mempelajari kimia, khususnya pada topik bentuk molekul.

Keterbatasan media pembelajaran dan tantangan dalam memahami konsep abstrak pada materi bentuk molekul dapat diatasi melalui pemanfaatan teknologi, salah satunya *augmented reality* (AR). Penggunaan teknologi AR dalam pembelajaran kimia merupakan inovasi yang mengintegrasikan teknologi modern dengan metode pembelajaran konvensional. Penerapan teknologi AR dalam proses pembelajaran mampu mengimplementasikan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif dengan mengintegrasikan visualisasi terhadap konsep abstrak, simulasi, dan praktik secara langsung dalam proses pembelajaran (Aditama dkk., 2019). Pendekatan ini terbukti efektif dalam mendorong peningkatan motivasi belajar melalui keterlibatan aktif peserta didik, sehingga mampu memperkuat ketertarikan mereka terhadap materi pembelajaran. Menurut (Bau dkk., 2022), pemanfaatan media pembelajaran ineteraktif berbasis *augmented reality* tidak hanya mendukung penguasaan konsep kimia secara lebih komprehensif, tetapi juga berperan untuk menumbuhkan motivasi belajar peserta didik. Selain itu, penerapan media berbasis teknologi seperti AR sesuai dengan kebutuhan kurikulum merdeka, yang mengutamakan sumber ajar relevan, efektif, dan mudah digunakan dalam memperbaiki kualitas pembelajaran.

Sebagai salah satu bentuk intervensi yang dapat diberikan yaitu dengan merancang media atau bahan ajar pada materi bentuk molekul berbasis AR dengan bantuan aplikasi *assemblr edu*. Bahan ajar ini diharapkan menjadi alternatif yang ideal bagi peserta di Fase F (SMA/MA) untuk mendukung pembelajaran yang lebih bermakna, sekaligus membantu implementasi kurikulum merdeka secara optimal.

*Assemblr Edu* memiliki keunggulan sebagai media pembelajaran yang efektif dalam menarik perhatian dan meningkatkan rasa ingin tahu, terutama di kalangan peserta didik. Keunggulan ini didukung oleh kemampuannya menampilkan gambar, ilustrasi, dan animasi 3D yang mempermudah pemahaman konsep-konsep kompleks dan abstrak dengan cara sederhana dan langsung diterapkan di lingkungan kelas (Nugrohadi & Anwar, 2022). Keunggulan teknologi ini juga yaitu kemampuannya dalam menyajikan visualisasi yang lebih realistik, sehingga materi pembelajaran menjadi lebih mudah dipahami. Tak hanya itu, akses media

melalui aplikasi ini memberikan fleksibilitas bagi guru dan peserta didik untuk belajar kapan pun dan di mana pun sesuai kebutuhan.

Sebagai respon terhadap permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, peneliti menyusun suatu penelitian berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis AR (*Augmented Reality*) Berbantuan Aplikasi *Assemblr Edu* pada Materi Bentuk Molekul” sebagai alternatif solusi atas kendala yang ada di lingkungan sekolah, dan sebagai sarana untuk memperkuat pemahaman peserta didik terhadap konsep bentuk molekul melalui penggunaan teknologi *augmented reality* dengan *platform assemblr edu* sebagai media pembelajaran.

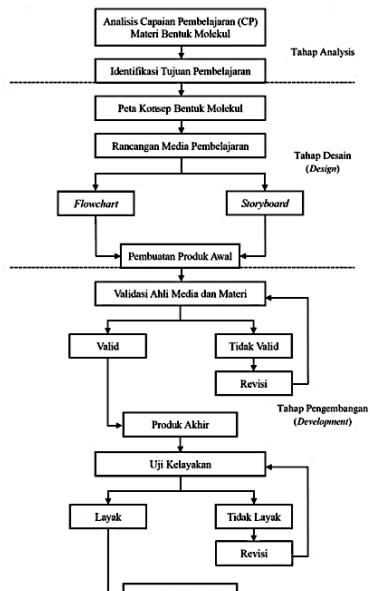
## METODE

### Metode Penelitian

Pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality* ini dirancang dan dikembangkan dengan menerapkan pendekatan *Design Based Research* (DBR), yaitu pendekatan penelitian yang berorientasi pada perancangan suatu produk spesifik disertai dengan pengujian terhadap efektivitasnya. Metode ini menekankan integrasi teknologi untuk mendukung proses pembelajaran, dengan menggunakan atau memanfaatkan model pengembangan ADDIE. Relevansi ADDIE karena adaptabilitas yang tinggi dalam berbagai kondisi, fleksibilitas dalam menjawab permasalahan, dan mencakup kerangka kerja yang terorganisasi untuk merancang intervensi instruksional dengan penekanan pada evaluasi dan revisi di setiap tahapan prosesnya (Tegeh & Kirna, 2013). Gabungan kedua metode ini memastikan bahwa pengembangan pembelajaran tidak hanya terstruktur dan logis tetapi juga empiris dan responsif terhadap kebutuhan siswa, serta menghasilkan pembelajaran yang efektif dan relevan (Safitri & Aziz, 2022).

### Prosedur Penelitian

Penelitian ini dirancang mengikuti alur model pengembangan ADDIE yang dimodifikasi dengan cakupan hingga tahap pengembangan (*Development*).



**Gambar 1.** Prosedur Penelitian

Tahap *analysis* dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu analisis kurikulum, analisis materi, dan analisis alat (*software*) yang dipilih dalam mengembangkan produk media.

**Tabel 1.** *Software* pendukung pembuatan media pembelajaran

No	Software	Kegunaan (Fungsi)
1.	Aplikasi Assemblr Edu	Sebagai kelas dalam pembelajaran, untuk mengakses materi dalam 3D
2.	Assemblr Studio	Sebagai platform tempat pembuatan media <i>augmented reality</i> nya
3.	Microsoft Word	Pembuatan <i>flowchart</i> dan <i>storyboard</i>
4.	Blender 3D	Pembuatan objek 3 dimensi tambahan karena Objek 3 dimensi yang disajikan oleh aplikasi Assemblr Studio masih terbatas. <i>Software</i> untuk memaksimalkan bentuk molekul, dengan pembuatan <i>polyhedral</i> dan PEB
5.	Jmol	Platform tempat pembuatan objek 2 dimensi tambahan
6.	Canva Design	

Tahap desain (*design*) dilakukan dengan perancangan *flowchart* dan *storybook*. *Flowchart* digunakan memberikan gambaran mengenai alur penggunaan aplikasi dari awal hingga akhir, serta menyajikan pandangan sistematis tentang interaksi pengguna dengan media *augmented reality* yang akan dikembangkan. *Storyboard* menampilkan gambaran visual aplikasi secara lebih jelas dan

rinci, mencakup objek serta elemen-elemen penting yang akan ditampilkan dalam aplikasi.

Tahap pengembangan (*development*) dilakukan dengan beberapa tahap, dimulai dari persiapan alat (*software/hardware*), dan berbagai pendukung lainnya. Proses pengembangan dimulai setelah produk awal dibuat, yang mencakup materi, objek 3D, serta *flowchart* dan *storybook* yang telah disiapkan pada tahap desain. Produk media yang dihasilkan akan di uji terkait kevalidan dan kelayakannya dalam mendukung proses pembelajaran melalui uji coba terbatas.

### Subjek dan Objek Penelitian

Subjek uji coba skala terbatas dalam penelitian ini terdiri atas 28 peserta didik kelas XI Fase F SMAN 1 Wanasaba. Objek penelitian adalah produk media yang dikembangkan, yakni media pembelajaran berbasis *augmented reality* dengan bantuan aplikasi *assemblr edu*.

### Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua kategori data, yakni kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil penyusunan dan analisis *flowchart* serta *storybook*, yang dianalisis secara sistematis di setiap tahapan perancangan dan produksi media pembelajaran berbasis AR. Data kuantitatif diperoleh berdasarkan pengolahan instrumen uji validasi terhadap produk yang dikembangkan dan divalidasi menggunakan skala Likert, serta jumlah nilai responden melalui uji terbatas. Instrumen penelitian meliputi tahapan analisis konsep, penyusunan *flowchart* dan *storybook*, lembar angket uji validasi, dan lembar uji kelayakan.

Proses pengumpulan data diawali pada tahap desain dan produksi media pembelajaran dengan tujuan memahami tampilan media yang telah dibuat dan langkah-langkah dalam prosedur pembuatan media *augmented reality* (AR). Angket validasi ahli digunakan untuk mengevaluasi media AR, sehingga dapat diperoleh tingkat kevalidan serta masukan perbaikan dari tiga validator ahli. Tingkat kelayakan produk media *augmented reality* diperoleh dari respons peserta didik melalui angket setelah media diuji coba pada subjek penelitian.

### Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada validasi media pembelajaran interaktif berbasis *Augmented*

*Reality* bertujuan untuk menilai kelayakan media yang telah dikembangkan. Proses validasi dilaksanakan dengan menggunakan rumus Aiken's V untuk menghitung indeks validitas berdasarkan penilaian dari para ahli. Rumus perhitungan koefisien validitas Aiken's V dalam (Retnawati, 2016) sebagai berikut :

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

Keterangan :

V= Indeks kesepakatan validator terhadap konten  
 s = Skor yang ditetapkan  
 r = Skor yang diberikan penilai  
 n = Jumlah responden  
 lo = Jumlah kategori nilai terendah  
 c = Jumlah kategori nilai tertinggi

Hasil perhitungan nilai V yang diperoleh selanjutnya dikonversikan ke pernyataan penilaian yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Validitas Uji Ahli

No	Rerata Skor	Tingkat Validitas
1.	0,8 < V ≤ 1,00	Sangat Valid
2.	0,4 < V ≤ 0,8	Cukup Valid
3.	0 < V ≤ 0,4	Kurang Valid

(Retnawati, 2016)

Analisis data mengenai respons peserta didik dilakukan melalui uji coba terbatas dengan angket skala Likert. Hasil dari perhitungan uji kelayakan akan menghasilkan persentase yang merepresentasikan tingkat kelayakan aspek-aspek yang dinilai terhadap produk media yang dikembangkan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Hasil} = \frac{\text{skor hasil pengumpulan data}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

(Ernawati, 2017)

Kriteria kelayakan mencakup berbagai aspek penting yang digunakan untuk menilai kelayakan dan efektivitas media AR. Nilai yang dihasilkan dari analisis akan diukur dan disesuaikan dengan kriteria sesuai dengan kesimpulan pada tabel 3.

Tabel 3. Interpretasi Kelayakan Media AR

No	Nilai	Kategori	Kesimpulan
1.	81 – 100%	Sangat Layak	Media sudah memenuhi standar dan siap digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran

2.	61 – 80%	Layak	Media sudah siap digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran
3.	41 – 60%	Cukup Layak	Media dapat digunakan, tetapi perlu dilakukan perbaikan
4.	21 – 40%	Kurang Layak	Melakukan perbaikan dan penelitian kembali terhadap produk
5.	< 21%	Tidak Layak	Media tidak berhasil dan tidak dapat digunakan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahapan awal dalam model pengembangan ADDIE adalah tahap analisis. Tahap ini dilakukan dengan beberapa langkah yaitu, analisis kebutuhan, penentuan materi, merumuskan tujuan instruksional. Hasil analisis pada tahap ini dikontekstualisasikan dengan kondisi dan permasalahan yang ditemukan secara langsung di lapangan bahwa guru mata pelajaran hanya mengandalkan buku paket sebagai sumber belajar. Hal ini disebabkan karena tidak adanya media belajar khusus yang berperan dalam memfasilitasi peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Proses pembelajaran masih didominasi oleh metode konvensional serta minimnya pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi.

Permasalahan ini berkaitan erat dengan kurangnya kompetensi pendidik dalam mengintegrasikan teknologi secara efektif ke dalam kegiatan pembelajaran, serta didukung oleh keterbatasan sarana dan prasarana pendukung di lingkungan sekolah. Kondisi ini juga dijelaskan dalam penelitian (Setiawan dkk., 2023) yang mengungkapkan bahwa meskipun sebagian besar guru kimia di Indonesia telah menyadari pentingnya keterampilan abad ke-21, termasuk penguasaan teknologi, namun implementasinya masih terkendala oleh keterbatasan waktu, sumber daya, dan fasilitas yang kurang memadai.

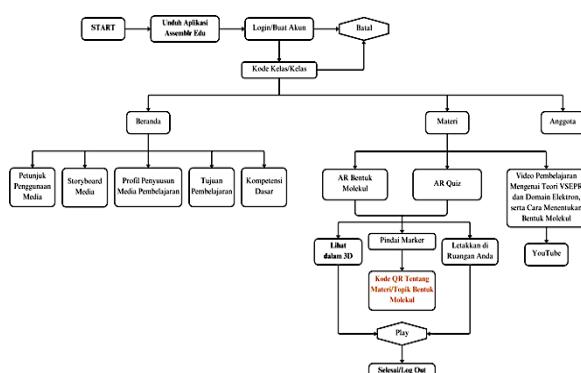
Pengembangan media pembelajaran berbasis AR berbantuan *Assemblr Edu* pada materi bentuk molekul dimulai dengan tahap analisis materi dari pelajaran kimia kelas XI IPA pada kompetensi dasar 3.6 dan 4.6, yaitu menentukan bentuk molekul dengan menggunakan teori tolakan pasangan elektron

kulit valensi (VSEPR) atau teori domain elektron dan membuat model bentuk molekul menggunakan perangkat lunak kimia. Selain itu, dilakukan analisis orientasi representasi ganda pada materi bentuk molekul, pembuatan analisis konsep, penentuan tujuan pembelajaran, dan pemilihan *software* yang akan digunakan dalam pengembangan media AR.

Tahap analisis kebutuhan memiliki signifikansi tinggi dalam menentukan arah perancangan media pembelajaran yang tepat sasaran. Tujuannya adalah untuk menciptakan media pembelajaran yang relevan untuk kebutuhan peserta didik dan mendukung kebutuhan mengajar guru, sehingga mampu menunjang terciptanya interaksi pembelajaran yang optimal.

### Tahap Desain (*Design*)

Proses perancangan desain awal dari media yang dibuat dilakukan dengan menyusun alur penggunaan (*flowchart*) dan sketsa awal tampilan (*storyboard*). *Flowchart* memuat rancangan alur logis dari media pembelajaran yang akan dikembangkan, mencakup bagian awal (*start*), penyajian konten inti, hingga tahap akhir berupa keluar program (*exit/quit*). Adapun *flowchart* media yang sudah dirancang tertera pada gambar 2.



**Gambar 2.** *Flowchart* Media Pembelajaran

Setelah *flowchart* disusun sebagai langkah awal perancangan, tahap selanjutnya adalah pembuatan *storyboard*. *Storyboard* disusun sebagai representasi detail dari *flowchart*, mencakup elemen informasi pembelajaran, tahapan prosedural, serta instruksi yang mendukung pelaksanaan pembelajaran (Darmawan, 2014). *Storyboard* memuat elemen-elemen penting seperti tombol navigasi, ikon, teks, ilustrasi, dan animasi yang mendukung interaksi pengguna. Setiap elemen disertai keterangan mengenai fungsi, posisi, dan keterkaitannya, sehingga memudahkan

pemahaman alur kerja antar tampilan. *Storyboard* yang telah disusun ditampilkan pada gambar 3.

FRAME (MATERI)		
Tampilan Frame	Kendali Program	Keterangan
	Buat dalam 3D	Tampilkan dalam 3D
	Pindai Marker	Tampilkan dalam AR dengan cara memindai QR code yang telah dibagikan oleh pengajar
	Letakkan di Ruangan Anda	Tombol untuk menampilkan materi AR dengan meletakkannya langsung di area yang dingin (Tanpa scan QR Code)
	Back	Tombol navigasi yang digunakan untuk kembali ke beranda kelas
	Menyukai	Tombol yang digunakan oleh peserta didik untuk menyukai suka tidak suka terhadap materi yang ditampilkan
	Share	Tombol untuk berbagi konten AR dalam bentuk link, kode QR, dan opsi lainnya

FRAME (MATERI)		
Tampilan Frame	Kendali Program	Keterangan
	Previous	Navigasi ini digunakan untuk kembali ke halaman sebelumnya
	Next	Navigasi ini digunakan untuk menuju ke halaman selanjutnya
	Linear	Nama Molekul
	Molekul	Navigasi untuk pindah scene ke contoh molekul
	Back	Jika molekul di klik, maka akan berputar (sesuai animasi)
	Home	Navigasi yang digunakan oleh peserta didik untuk kembali ke halaman pertama
	Informasi	Navigasi ini berfungsi untuk melihat informasi tentang materi
	Karakter (animasi)	Karakter ini jika di klik, maka akan memunculkan suara (perintah) untuk lebih mempermudah memahami isi materi

**Gambar 3.** *Storyboard* beranda dan isi materi pada kelas bentuk molekul

Pada tahap perancangan (*design*) juga dilakukan proses persiapan semua *software* yang dibutuhkan untuk mendukung pengembangan media, seperti *assemblr edu*, *assemblr studio*, *blender 3d*, *jmol*, dan *canva*. Selain itu, dilakukan proses pengumpulan berbagai komponen pendukung media *Augmented Reality*, yang meliputi elemen visual berupa gambar, elemen audio seperti suara, animasi, materi pembelajaran, soal-soal, serta jenis huruf (*font*) yang akan digunakan dalam proses pengembangan media pembelajaran. Perancangan elemen atau komponen AR termasuk AR pada materi bentuk molekul, teks pendukung, gambar, objek 3D, *sound*, dan soal kuis di unggah ke *platform* utama dalam pembuatan media AR ini, yaitu *Assemblr Edu* dan *Assemblr Studio*.

### Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahapan ini dimulai dengan mengembangkan media setelah menyelesaikan produk awal yang mencakup materi, objek 3D, serta *flowchart* dan *storyboard* yang sebelumnya telah disusun pada tahap desain. Pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality* pada materi bentuk molekul ini menggunakan berbagai perangkat lunak (*Software*), antara lain:

### Assemblr Edu

*Assemblr Edu* ini berperan sebagai aplikasi utama dalam penggunaan media pembelajaran berbasis *augmented reality* pada topik bentuk molekul ini. Aplikasi ini digunakan sebagai ruang kelas digital untuk mengakses materi dalam bentuk tiga dimensi (3D).

### Assemblr Studio

*Assemblr Studio* sebagai tempat atau studio untuk merancang kelas dan menyusun materi pembelajaran dalam bentuk 3D. Aplikasi ini dimanfaatkan untuk mengembangkan media berbasis *augmented reality* pada materi bentuk molekul.

### Blender 3D

*Blender* digunakan dalam proses pengembangan media untuk membuat berbagai komponen visual, mulai dari animasi hingga model 3D yang interaktif. Perangkat lunak ini bersifat *open-source* dan *software blender* digunakan untuk membuat model 3D dari bentuk-bentuk molekul.

### Jmol

*Jmol* adalah penampil struktur molekul sumber terbuka dan gratis yang berguna bagi pelajar, pendidik, dan peneliti dalam bidang kimia, biokimia, dan bidang lain yang berhubungan dengan struktur molekul. Pada pengembangan media ini, *console Jmol* digunakan untuk membuat *polyhedral* dan pasangan elektron bebas (PEB) dari bentuk molekul.

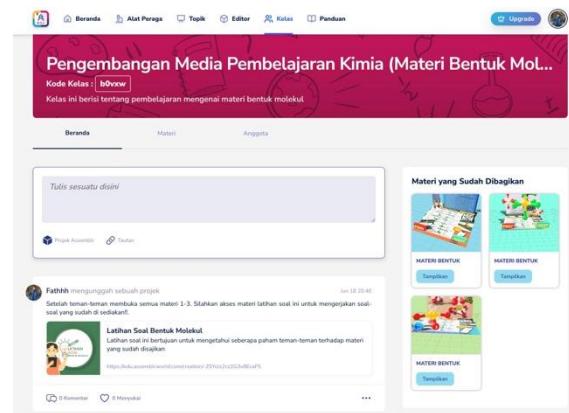
### Canva Design

*Canva* digunakan untuk membuat beberapa kebutuhan desain dari produk media pembelajaran, *Canva* digunakan sebagai perangkat desain untuk menghasilkan berbagai komponen media pembelajaran, meliputi pembuatan *storyboard*, *thumbnail* materi, konten visual, marker, dan elemen grafis pendukung lainnya. Aplikasi ini juga dimanfaatkan dalam perancangan buku panduan berbasis *booklet* yang bertujuan memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengakses media *augmented reality* (AR) melalui aplikasi *assemblr.edu*.

### Tampilan Kelas

Tampilan dalam kelas menyediakan akses ke berbagai fitur, termasuk beranda yang berisi informasi penting seperti petunjuk penggunaan, *storybook*, profil pengembang media, tujuan pembelajaran, dan kompetensi dasar. Selain itu, terdapat bagian materi yang menampilkan konten

pembelajaran berbasis AR mengenai bentuk molekul.



Gambar 4. Tampilan Menu Kelas

### Tampilan Menu Materi

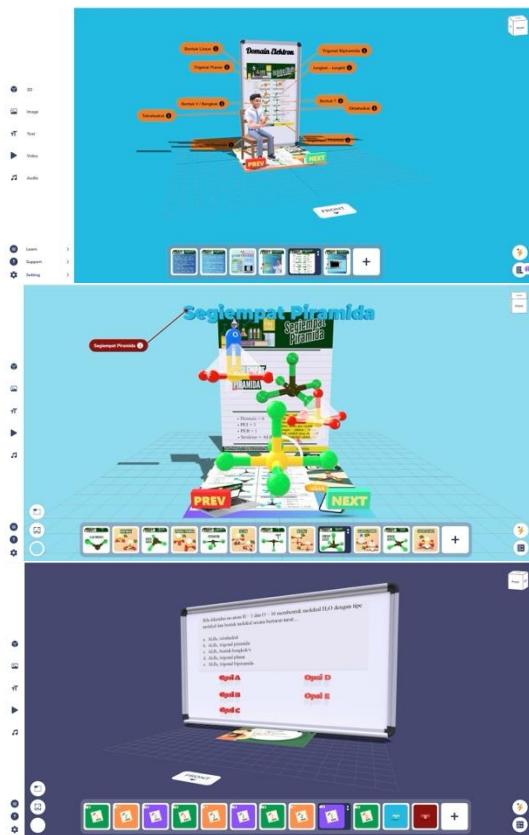
Menu materi dalam produk media pembelajaran ini dirancang untuk menyajikan berbagai submateri yang saling berkaitan dan mencakup topik utama mengenai bentuk molekul. Setiap *scene* atau tampilan visual disusun secara sistematis dan kontekstual, sehingga mampu menampilkan halaman-halaman materi yang relevan sesuai dengan alur dan tujuan pembelajaran yang telah dirancang. Penyajian ini bertujuan untuk memfasilitasi pemahaman konseptual peserta didik secara bertahap dan mendalam melalui pemanfaatan media yang interaktif dan representatif terhadap konten bentuk molekul yang bersifat abstrak.



Gambar 5. Tampilan Menu Materi

- View in 3D* digunakan untuk melihat materi dalam bentuk tiga dimensi tanpa perlu memindai atau *scan marker*.
- Scan Marker* berfungsi untuk mengakses materi bentuk molekul dalam bentuk AR dengan cara memindai marker yang tersedia.
- Place it in your room* berfungsi untuk memungkinkan pengguna menampilkan materi AR tanpa meng-*scan marker* dan

- d) menempatkan objek di sekitar ruangan atau meja.



Gambar 6. Contoh tampilan 3D Materi

Menu materi dibagi menjadi empat bagian yang saling terhubung secara konseptual, khususnya materi 1 hingga 3 yang membahas bentuk molekul. Materi pertama berfokus pada teori VSEPR dan domain elektron, serta dilengkapi dengan video pembelajaran yang menjelaskan cara menentukan bentuk molekul berdasarkan teori tersebut. Pendekatan ini sesuai dengan prinsip *multimedia learning* yang menyatakan bahwa penggabungan teks, gambar, dan video dapat meningkatkan pemahaman konsep abstrak seperti bentuk molekul (Epinur & Miharti, 2024).

Materi kedua dan ketiga menampilkan molekul dalam bentuk 3D yang dapat dianimasikan secara interaktif oleh peserta didik, mulai dari bentuk linear hingga segiempat planar. Fasilitas animasi 3D ini menyajikan pengalaman belajar imersif dan memungkinkan peserta didik mengeksplorasi bentuk molekul secara dinamis, yang sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa visualisasi 3D dapat meningkatkan pemahaman konsep kimia yang abstrak (Purnamasari dkk., 2015). Setiap bentuk molekul yang ada dalam media berbasis *augmented reality* ini dilengkapi dengan

informasi deskriptif yang mendukung pemahaman konseptual peserta didik.

Materi keempat berisi latihan soal mengenai bentuk molekul yang juga dilengkapi animasi, sehingga peserta didik dapat menguji pemahaman mereka secara interaktif. Penggunaan animasi dalam latihan soal ini mendukung prinsip pembelajaran aktif dan *self-regulated learning*, yang memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri dan memperkuat konsep yang telah dipelajari. Selain itu, setiap materi dapat diakses melalui tiga pilihan tampilan, yaitu melihat dalam bentuk 3D, memindai marker, dan meletakkan objek di ruangan (*augmented reality*), yang memberikan fleksibilitas dan inovasi dalam metode pembelajaran, sekaligus meningkatkan motivasi belajar peserta didik melalui teknologi interaktif. Peserta didik dapat memilih cara untuk mengakses materi dari ketiga pilihan tersebut. Setiap bagian materi atau *scene* menyajikan informasi terstruktur mengenai bentuk molekul, termasuk jumlah dan susunan domain elektron, rumus struktur, serta deskripsi bentuk molekul yang divisualisasikan melalui model 3D.

Pembelajaran berbasis visualisasi tiga dimensi (3D) merupakan inovasi media pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep yang bersifat abstrak dan dinamis. Media visual tiga dimensi memungkinkan representasi objek secara lebih realistik dan konkret, sehingga dapat menghadirkan pengalaman belajar yang mendekati situasi sebenarnya. Melalui penyajian multi-representasi, peserta didik memiliki kesempatan untuk mengevaluasi serta memahami konsep dari beragam arah pandang yang saling melengkapi. Hal ini akan meningkatkan keterlibatan dan konsentrasi siswa selama proses pembelajaran serta dapat memberikan dampak positif terhadap hasil belajar (Zakiyah & Firdausiyah, 2023). Selain itu, media *assemblr edu* yang dikembangkan memanfaatkan keterlibatan multisensorik, seperti penglihatan, pendengaran, dan sentuhan, untuk memperkuat pemahaman dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran, serta mendukung pelaksanaan pembelajaran secara kolaboratif dan interaktif dari berbagai sudut pandang, serta implementasi AR memiliki pengaruh lebih tinggi terhadap kemampuan pemecahan masalah dibandingkan implementasi alat peraga (Mukti, 2019).

Setelah media pembelajaran berbasis AR dengan bantuan aplikasi *assemblr edu*

dikembangkan sebagai *prototipe* awal yang menekankan berbagai bentuk representasi pada materi bentuk molekul, langkah berikutnya adalah melakukan uji validasi untuk menilai kelayakan produk. Hasil validasi produk media digunakan sebagai dasar untuk merevisi dan menyempurnakan produk agar layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Hasil validasi yang telah dilakukan dianalisis menggunakan rumus atau penilaian Aiken's V. Hasil validasi produk media *augmented reality* ditampilkan pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek pertama yaitu tampilan media visual mencakup kesesuaian gambar 3D dengan bentuk molekul, kejelasan teks, pemilihan warna dan desain, kesesuaian tata letak teks dan gambar, kualitas tampilan media, dan petunjuk penggunaan media. Berdasarkan hasil penilaian ahli, aspek tampilan media visual memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,94 dan termasuk dalam kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa secara visual, media telah memenuhi standar kualitas yang tinggi, baik dari segi estetika maupun fungsionalitas, sehingga dapat mendukung penyampaian materi pembelajaran secara lebih efektif dan menarik bagi peserta didik.

Aspek kedua yaitu visibilitas yang terdiri dari kombinasi warna pada template media yang dirancang sedemikian rupa agar nyaman dipandang. Selain itu, terdapat proporsi yang seimbang antara teks dan elemen grafis pendukung dan ukuran *tools* atau elemen interaktif yang digunakan dalam media juga disesuaikan secara proporsional untuk memastikan kemudahan dalam pengoperasian dan navigasi media. Penataan visibilitas akan meningkatkan kenyamanan visual dan membantu pengguna fokus pada konten pembelajaran. Berdasarkan hasil penilaian dari valiadator, aspek visibilitas memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,92 yang termasuk dalam kategori sangat valid. Kelayakan aspek visual pada media menunjukkan bahwa visibilitas elemen pembelajaran telah dirancang secara efektif dan

sesuai dengan kebutuhan pengguna dan dapat mendukung proses penyampaian materi secara jelas.

Aspek ketiga yaitu elemen grafis yang mencakup desain media dengan grafis yang menarik, simbol *tools* yang dipilih sesuai kebutuhan penggunaannya, serta kelengkapan *tools* yang mempermudah pengoperasian media. Aspek elemen grafis memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,89 dan dikategorikan sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa elemen grafis pada media sudah mencukupi kriteria validitas yang baik, dimana desain yang menarik mampu meningkatkan minat pengguna, simbol tools sudah sesuai sehingga memudahkan pemahaman fungsi, dan kelengkapan *tools* cukup memadai untuk mendukung kemudahan penggunaan media dalam proses pembelajaran.

Aspek keempat yaitu rekayasa perangkat lunak yang terdiri dari usabilitas (kemudahan dalam penggunaan aplikasi), kompatibilitas (mampu berjalan di berbagai *hardware*), serta keefektifan dan efisiensi (ukuran file yang kecil, fitur yang sederhana, dan kelancaran saat aplikasi dijalankan). Hasil validasi pada aspek rekayasa perangkat lunak memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,86 dan termasuk dalam kategori sangat valid. Hal ini memperlihatkan bahwa perangkat lunak yang dikembangkan memiliki kualitas yang baik dari segi usabilitas, kompatibilitas, serta keefektifan dan efisiensi. Kemudahan penggunaan aplikasi (usabilitas) memastikan pengguna dapat mengoperasikan aplikasi tanpa ada kesulitan, sehingga proses untuk akses media dapat berjalan dengan lancar. Selain itu, kompatibilitas yang tinggi menandakan aplikasi dapat diakses dengan baik di berbagai *hardware*, seperti laptop dan *smartphone*.

Aspek kelima yaitu materi yang mencakup kesesuaian kompetensi dasar (KD) dengan tujuan pembelajaran, kesesuaian isi materi (bentuk molekul) dengan tujuan pembelajaran, kesesuaian video cara menentukan bentuk molekul dengan gambar molekul 3D, kesesuaian bentuk 3D (bentuk molekul) dengan materi, kesesuaian gambar 3D dari bentuk molekul, kesesuaian informasi terhadap bentuk molekul. Hasil validasi aspek materi memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,92 dan masuk dalam sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan dalam media pembelajaran telah dirancang dengan sangat baik dan sesuai dengan KD dan tujuan pembelajaran yang diharapkan. Isi materi yang relevan dan sistematis mempermudah peserta didik dalam memahami

kONSEP bentuk molekul, baik secara teoritis maupun visual. Adanya video interaktif juga memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan menarik. Hasil validasi yang cukup tinggi pada aspek ini menandakan bahwa materi yang digunakan dalam media pembelajaran telah memenuhi unsur kelayakan isi, keakuratan konsep, dan kesesuaian media pendukung yang digunakan.

Aspek keenam yaitu pemahaman yang meliputi kemudahan mempelajari materi bentuk molekul, kejelasan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, serta kesesuaian molekul 3D dan media dengan konsep yang dibahas. Hasil validasi menunjukkan bahwa aspek pemahaman ini memperoleh nilai rata-rata sebesar 0,97 dan dikategorikan sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa media memberikan informasi yang mudah diakses dan dipahami siswa.

Aspek yang terakhir atau ketujuh yaitu kebahasaan. Hasil validasi pada aspek ini mendapatkan nilai rata-rata sebesar 0,85 dan aspek ini dapat dikategorikan sangat valid, sama seperti aspek-apek sebelumnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa media AR yang dikembangkan menggunakan kalimat yang tidak menimbulkan makna ganda, bahasanya yang komunikatif dan mudah dipahami, serta penggunaan istilah yang konsisten.

Setelah media *augmented reality* divalidasi, peneliti perlu melakukan revisi terkait media yang telah dikembangkan. Perbaikan dilakukan dengan mengacu pada saran dan masukan yang diberikan oleh masing-masing validator. Hal ini bertujuan untuk menyempurnakan media *augmented reality* agar lebih layak dan sesuai untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Adapun saran dari validator yaitu mencakup penataan ulang tampilan informasi bentuk molekul agar tidak terjadi tumpang tindih (*overlapping*), serta penambahan fitur kuis atau latihan soal untuk memperkaya fungsi media sebagai sarana pembelajaran yang interaktif.

Tahapan perbaikan diawali dengan peninjauan ulang terhadap penyajian informasi pada setiap molekul. Pada versi sebelumnya, visualisasi molekul 3D saling bertumpang tindih dengan teks informasi yang muncul di layar, sehingga mengganggu tampilan animasi dan menyebabkan peserta didik kesulitan dalam mengamati struktur molekul secara jelas karena sebagian animasi tertutup oleh teks informasi yang berada di depan objek molekul 3D. Sebagai solusi untuk mengatasi kendala tumpang tindih

antara informasi dan visualisasi 3D tersebut, perbaikan dilakukan dengan penyesuaian posisi elemen yang berada dalam tampilan *scene*. Setiap teks informasi mengenai molekul ditempatkan di samping objek molekul 3D, agar visualisasi bentuk molekul tetap terlihat jelas dan tidak saling menutupi seperti yang terlihat pada gambar 8.



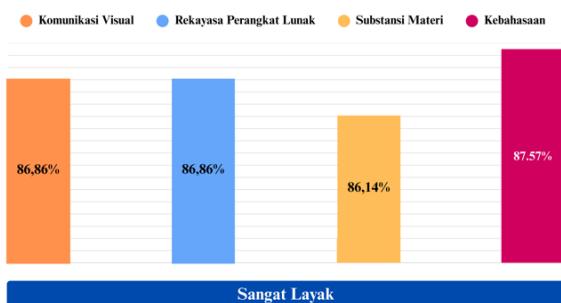
Gambar 8. Tampilan 3D molekul setelah revisi

Perbaikan kedua dilakukan dengan menambahkan menu latihan soal pada beranda materi berdasarkan saran validator. Menu ini berisi 10 soal pilihan ganda yang disusun sesuai indikator pencapaian kompetensi, dilengkapi dengan animasi umpan balik benar atau salah sehingga siswa dapat mengetahui hasil jawabannya secara langsung. Penambahan ini bertujuan untuk meningkatkan interaktivitas media sekaligus memperkuat pemahaman siswa terhadap materi. Implementasi perbaikan ditunjukkan pada Gambar 9.

Gambar 9. Menu quiz (latihan soal)

Tahap terakhir yaitu uji kelayakan, dengan tujuan untuk memperoleh tingkat kelayakan media dan dapat menggambarkan kemudahan penggunaan dan potensi penerapannya dalam mendukung proses belajar mengajar. Uji kelayakan ini melibatkan 28 responden peserta didik yang telah mempelajari materi bentuk molekul. Responden diarahkan untuk mencoba produk AR pada *assemblr.edu* dan memberikan tanggapan melalui angket uji kelayakan.

Kelayakan media berbasis augmented reality dinilai melalui empat indikator. Penilaian pada aspek komunikasi visual memperoleh rata-rata 86,86% dengan kategori layak, sedangkan rekayasa perangkat lunak menunjukkan persentase yang sama dan masuk kategori sangat layak. Substansi materi mencapai nilai rata-rata 86,14% dengan kategori sangat layak, sementara aspek kebahasaan memperoleh 87,57% dan juga tergolong sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan dari dimensi visual, teknis, materi, dan bahasa. Rincian penilaian keempat indikator disajikan pada grafik berikut.



**Gambar 10.** Grafik Kelayakan Media AR Berbantuan *Assemblr Edu*

Berdasarkan hasil penilaian responden, rata-rata uji kelayakan mencapai 86,86% dan masuk kategori sangat layak. Media pembelajaran berbasis *augmented reality* melalui aplikasi *assemblr edu* dinyatakan sesuai untuk digunakan sebagai sarana pembelajaran yang efektif dan menarik pada materi bentuk molekul. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Supriono & Rozi, 2018) yang menunjukkan bahwa media AR mampu memberikan visualisasi struktur molekul secara jelas sehingga memudahkan siswa SMA dalam memahami konsep.

Media AR mampu visualisasikan konsep abstrak, simulasi dan praktik secara langsung. Tak hanya itu, integrasi media AR dalam pembelajaran memberikan stimulasi visual dan interaktif yang mampu menarik perhatian peserta didik, meningkatkan motivasi belajar, serta memperkuat pemahaman terhadap konsep-konsep abstrak, terutama dalam mempelajari materi pembelajaran molekul kimia (Putra dkk., 2021).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality* berbantuan aplikasi *assemblr edu* pada materi bentuk molekul, maka dapat disimpulkan bahwa jenis *software* yang digunakan untuk mendesain media pembelajaran AR dalam penelitian ini adalah *assemblr edu*, *Assemblr Studio*, *Canva*, *Blender 3D*, dan *Jmol*. Semua *software* digunakan untuk membuat elemen-elemen yang saling melengkapi satu sama lain. Tingkat validitas media pembelajaran berbasis *augmented reality* berbantuan aplikasi *assemblr edu* yang dikembangkan memperoleh nilai rata-rata V untuk keseluruhan aspek penilaian sebesar 0,91 yang dapat dikategorikan sangat valid. Tingkat kelayakan media pembelajaran berbasis AR berbantuan aplikasi *assemblr edu* pada materi bentuk molekul memperoleh nilai persentase rata-rata 86,86% dan termasuk dalam kategori sangat layak.

Proses pengembangan media pembelajaran berbasis *augmented reality* menggunakan aplikasi *assemblr edu* pada materi bentuk molekul dalam penelitian ini dilaksanakan hingga tahap *development* (pengembangan) yang mencakup uji coba terbatas, tanpa dilanjutkan ke tahap implementasi secara luas. Oleh karena itu, diharapkan kepada peneliti selanjutnya untuk melanjutkan pengembangan media ini hingga tahap akhir, agar diperoleh data yang lebih komprehensif mengenai efektivitas media. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi atau acuan awal dalam merancang media pembelajaran berbasis teknologi AR dan perlu dilakukan pengembangan lanjutan berupa optimalisasi ukuran file agar lebih ringan, serta penyediaan versi lintas *platform* agar dapat diakses oleh lebih banyak pengguna. Selain itu, integrasi media dalam pembelajaran juga perlu disertai dengan strategi pedagogis yang mengaitkan visualisasi molekul dengan konsep-konsep kimia secara lebih kontekstual, agar pemahaman siswa terhadap materi semakin mendalam. Selain itu, diharapkan dapat menghasilkan media yang lebih baik dengan melakukan perbaikan berdasarkan kesalahan yang ditemukan dalam penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Al-Balushi, S. M., Al-Musawi, A. S., Ambusaidi, A. K., & Al-Hajri, F. H. (2017). The effectiveness of interacting with scientific animations in chemistry using mobile devices on grade 12 students' spatial ability and scientific reasoning skills. *Journal of Science Education and Technology*, 26(1), 70-81.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10956-016-9652-2>
- Aditama, P. W., Adnyana, I. N. W., & Ariningsih, K. A. (2019). Augmented Reality dalam Multimedia Pembelajaran. *Seminar Nasional Desain dan Arsitektur (SENADA)*. 2, 176-182.
- Darmawan, D. (2014). *Inovasi Pendidikan*. Bandung : PT.Remaja Rosdakarya.
- Epinur., & Miharti, I. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputasional Pada Materi Bentuk Molekul. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*, 6(1), 49-58.  
[https://doi.org/10.25299/jrec.2024.vol6\(1\).17558](https://doi.org/10.25299/jrec.2024.vol6(1).17558)
- Ernawati, I. (2017). Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Administrasi Server. *Journal Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 2(2), 204–210.  
<https://doi.org/10.21831/elinvo.v2i2.17315>
- Mukti, F. D. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Augmented Reality (AR) di Kelas V MI Wahid Hasyim. *Elementary: Islamic Teacher Journal*, 7(2), 299-322.  
<http://dx.doi.org/10.21043/elementary.v7i2.6351>
- Nugrohadi, S., & Anwar, M. T. (2022). Pelatihan Assemblr Edu untuk Meningkatkan Keterampilan Guru Merancang Project-based Learning Sesuai Kurikulum Merdeka Belajar. *Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan dan Pengajaran*, 16(1), 77–80.  
<https://doi.org/10.26877/mpp.v16i1.11953>
- Purnamasari, L. E., Suratman, D., & Umar, S. (2015). Pengembangan Multimedia Interaktif Pembelajaran Kimia Untuk Perolehan Belajar Konsep Ikatan Kimia Kelas X IPA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 4(9), 1-14.  
<https://doi.org/10.26418/jppk.v4i9.11299>
- Putra, I. N. T. A., Kartini, K. S., Putra, P. S. U., Adnyana, I. N. W., & Pande, N. K. N. N. (2021). Design and Development of Interactive Media Application Based on Android Case Study of Hydrocarbon Chemical Lesson Materials. In *2021 6th International Conference on New Media Studies (CONMEDIA)*, 113–117.  
<https://doi.org/10.1109/CONMEDIA53104.2021.9616994>
- Rahmawati, Y., Dianhar, H., & Arifin, F. (2021). Analysing students' spatial abilities in chemistry learning using 3D virtual representation. *Education Sciences*, 11(4), 185.  
<https://doi.org/10.3390/educsci11040185>
- Ramadani, A. N., Kirana, K. C., Astuti, U., & Marini, A. (2023). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Terhadap Dunia Pendidikan (Studi Literatur). *Jurnal Pendidikan Dasar dan Sosial Humaniora*, 2(6), 749-756.  
<https://doi.org/10.53625/jpdsh.v2i6.5432>
- Retnawati, H. (2016). *Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian*. Parama Publishing.
- Safitri, M., & Aziz, M. R. (2022). ADDIE, sebuah model untuk pengembangan multimedia learning. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 3(2), 50–58.  
<https://ebook.umpwr.ac.id/jpd/article/view/2237>
- Sabekti, A. W., Widarti, H. R., & Mahmudi. (2014). Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI IPA SMAN 1 Malang Pada Topik Bentuk Molekul. *Jurnal Zarrah*, 2(1).
- Setiawan, N. C. E., Putri, D. E. K., Marfu'ah, S., Pramesti, I. N., & Rosli, M. S. (2023). 21st Century Skills: The Perspective of Chemistry Teachers in Indonesia. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(4), 354–364.  
<https://doi.org/10.33394/hjkk.v11i4.8575>
- Supriono, N., & Rozi, F. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Bentuk Molekul Kimia Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 3(1), 53-61.  
<https://doi.org/10.29100/jipi.v3i1.652>
- Tegeh, I. M., & Kirna, I. M. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Metode Penelitian Pendidikan dengan ADDIE Model. *Jurnal IKA*, 11(1), 12-26.  
<https://doi.org/10.23887/ika.v11i1.1145>

- Zakiyah, B. Z., & Firdausiyah. (2023). Model Pembelajaran Edutainment Melalui Media Gambar 3 Dimensi dalam Mengembangkan Konten Pembelajaran di Madrasah Ibtidaiyah Darul Ulum Curahdami Bondowoso. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(2), 2785-2794.  
<https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i2.673>