



Pengembangan e-Modul Interaktif Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Berbantuan *Augmented Reality* (Ar) Berorientasi Minat Belajar Murid Materi Ikatan Kimia

Risma Junita Amriani^{1),*}, Rayandra Asyhar¹⁾, Muhammad Haris Effendi Hasibuan¹⁾, Wilda Syahri¹⁾, Isra Miharti¹⁾

¹⁾Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Jambi

*Corresponding Author: rismajunita291@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan agar dapat mengembangkan materi e-modul interaktif pembelajaran berbasis masalah (PBL) dan *augmented reality* (AR) untuk meningkatkan minat siswa terhadap ikatan kimia. Latar belakang penelitian ini adalah rendahnya minat siswa dan kesulitan memahami konsep abstrak ikatan kimia, serta penggunaan media pembelajaran non-interaktif. Metodologi penelitian dan pengembangan (R&D) yang digunakan mengacu pada model pengembangan *Lee & Owens*, yakni tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Studi percontohan terbatas dilakukan menggunakan instruksi individual dan eksperimen kelompok kecil dengan siswa kelas XI di SMA Negeri 8 Kota Jambi. Instrumen survei yang dipakai meliputi wawancara, kuesioner penilaian kebutuhan, lembar validasi oleh ahli ilmu material dan media, lembar evaluasi guru, dan kuesioner siswa. Hasil memperlihatkan bahwa e-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria berdasarkan validasi ahli dan evaluasi guru. Respons siswa terhadap produk yang dikembangkan sangat positif. Integrasi sintaks PBL dan representasi visual 3D menggunakan AR memungkinkan siswa untuk memahami konsep secara lebih realistis, meningkatkan perhatian, keterlibatan, relevansi, dan kenikmatan dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: e-Modul; *Problem Based Learning*; *Augmented Reality*; Minat Belajar Murid; Ikatan Kimia

This is an open access article under the CC - BY license.



PENDAHULUAN

Pendidikan sangat berpengaruh penting dalam mengembangkan sumber daya manusia berkualitas tinggi. Keberhasilan individu dalam menghadapi tantangan masyarakat modern amat bergantung pada kualitas pendidikan yang diterimanya. Oleh karena itu, peningkatan perhatian pada bidang pendidikan ditargetkan dapat menumbuhkan generasi yang cakap dan kompetitif yang mampu beradaptasi dengan perubahan global di masa yang akan datang. Hal ini sejalan dengan Keputusan Menteri Pendidikan Indonesia Nomor 13 (2025), yang menekankan pentingnya mengembangkan individu yang beriman kepada Tuhan Yang Maha Esa, memiliki karakter mulia, dan menjunjung tinggi nilai-nilai Pancasila (lima prinsip dasar Indonesia). Untuk mencapai tujuan ini, kurikulum dan strategi pembelajaran harus terus disesuaikan dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, tren global, serta keragaman sosial dan budaya yang ada di masyarakat. Dalam konteks ini, pendidikan memiliki kontribusi signifikan dalam mengembangkan sumber daya manusia yang dapat menanggapi dan beradaptasi dengan perkembangan tersebut. Implementasi kurikulum independen menekankan pembelajaran yang menjadikan siswa sebagai pelaku utama dan berfokus pada pengembangan karakter serta penanaman kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Maka dari itu, pemanfaatan media pembelajaran inovatif merupakan inisiatif penting yang mendorong terciptanya proses pembelajaran yang bermakna dan meningkatkan motivasi siswa untuk belajar (Fildza et al., 2023). Media tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pengajaran, tetapi juga menjadi jembatan yang menghubungkan antara konsep abstrak dan pengalaman nyata, sehingga pembelajaran terasa lebih hidup dan bermakna (Purba & Harahap, 2022). Selain itu penggunaan media pembelajaran dalam proses pembelajaran akan memberi kontribusi terhadap efektivitas pencapaian tujuan pembelajaran. Sebagaimana ditunjukkan oleh berbagai temuan penelitian secara umum,

berbagai jenis media pembelajaran memberikan dukungan yang signifikan kepada siswa dalam proses pembelajaran. (Nisaurreyidah et al., 2021).

Di tingkat sekolah menengah atas, kimia sering dianggap sebagai bidang studi yang sulit dan kurang menarik bagi murid, karena sifat abstrak dari konsep-konsepnya dan tingkat kompleksitasnya yang tinggi (Priliyanti et al., 2021). Ikatan kimia adalah salah satu topik yang menimbulkan kesulitan, terutama dalam memahami konfigurasi elektron, struktur Lewis, prinsip oktahedral dan biner, serta jenis-jenis ikatan (Sariati et al., 2020). Padahal, pemahaman konsep merupakan aspek esensial dalam pembelajaran kimia (Miharti et al., 2024). Materi ikatan kimia ini dianggap sulit dikarenakan bersifat abstrak, keabstrakan tersebut muncul karena konsep ini berkaitan dengan pergerakan dan interaksi elektron, seperti pelepasan, penerimaan, serta perpindahan elektron yang menyebabkan terjadinya ikatan antar atom (Yuzan & Jahro, 2022).

Penggunaan media pembelajaran konvensional yang cenderung monoton belum mampu memvisualisasikan konsep abstrak secara optimal. Pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR) memungkinkan visualisasi objek dua dimensi menjadi tiga dimensi, modul yang dirancang secara menarik dengan tata letak yang baik serta isi yang mampu memberikan pengetahuan tambahan, dan dilengkapi dengan visualisasi dalam bentuk nyata (3D) selain penyajian materi pembelajaran, dapat memberikan motivasi tersendiri bagi murid untuk membaca buku atau modul pembelajaran kimia serta berpotensi meningkatkan minat belajar mereka sehingga membantu murid memahami konsep secara lebih konkret (Agussalim et al., 2021). *Augmented Reality* (AR) memiliki tiga prinsip utama. Pertama, AR menggabungkan lingkungan nyata dengan elemen virtual. Kedua, proses AR bersifat interaktif dan berlangsung secara real-time. Ketiga, AR melibatkan integrasi objek tiga dimensi, di mana objek virtual diintegrasikan langsung ke dalam lingkungan nyata (Sari et al., 2022). Disisi lain, model pembelajaran berbasis masalah, yaitu *Problem Based Learning* (PBL), membantu siswa untuk dapat terlibat secara aktif dalam proses memecahkan masalah situasional, sehingga mengembangkan kemampuan berpikir kritis mereka secara optimal (Wulandari & YI, 2023). Integrasi teknologi dalam bentuk e-modul interaktif juga terbukti mendukung pembelajaran mandiri dan meningkatkan motivasi belajar (Putra, 2023).

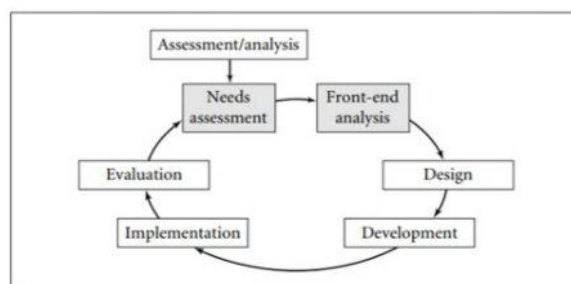
Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) dalam pembelajaran kimia memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis serta pemahaman konseptual peserta didik. (Wulandari & YI, 2023). Pengembangan modul berbantuan AR juga terbukti dapat meningkatkan minat dan motivasi untuk belajar murid melalui visualisasi konsep abstrak secara nyata (Agussalim et al., 2021). Disamping itu, e-modul interaktif dinilai efektif sebagai media pembelajaran digital karena memuat teks, animasi, audio, dan video yang mendukung keterlibatan aktif murid (Putra, 2023).

Meskipun demikian, penelitian yang mengintegrasikan PBL dan AR dalam bentuk e-modul interaktif yang secara khusus berorientasi pada minat belajar murid pada materi ikatan kimia masih terbatas. Minat murid dalam belajar merupakan salah satu aspek utama dari proses pembelajaran, karena minat yang kuat dalam belajar dapat mendorong ketertarikan, rasa ingin tahu, dan partisipasi aktif siswa dalam semua kegiatan pembelajaran (Manalu, 2022). Oleh sebab itu, inovasi diperlukan dalam mengembangkan media pembelajaran yang mampu mengintegrasikan ketiga aspek tersebut secara komprehensif dan terpadu. Media pembelajaran ini diharapkan bersifat interaktif, karena situasi interaktif secara signifikan meningkatkan nilai komunikasi, memungkinkan informasi untuk didengar maupun dilihat dalam bentuk cetak, Selain itu, teknologi tersebut mampu menghasilkan simulasi dan animasi yang menarik, sehingga dapat meningkatkan minat pengguna serta menyajikan tampilan presentasi dengan kualitas grafis yang tinggi (Ricu Sidiq & Najuah, 2020).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu modul elektronik interaktif pemecahan masalah yang memanfaatkan teknologi realitas tertambah untuk materi ikatan kimia, mengevaluasi kelayakan hasilnya, dan menganalisis reaksi guru dan siswa terhadap penggunaan modul elektronik sebagai inisiatif untuk meningkatkan motivasi belajar siswa.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian jenis pengembangan (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan mengacu pada model Lee & Owens (2004), yang terdiri atas lima tahapan, yaitu analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*).



Gambar 1. Langkah-langkah model pengembangan Lee & Owens

Tahap analisis bertujuan agar dapat menelaah kebutuhan media belajar siswa dan untuk menyelidiki berbagai masalah yang muncul dalam pelaksanaan proses pembelajaran Materi Ikatan Kimia di kelas XI Tingkat F SMA Negeri 8, Kota Jambi. Langkah ini penting agar produk yang akan dikembangkan benar-benar memenuhi kebutuhan pengguna. Proses analisis kebutuhan dilakukan dengan mendistribusikan kuesioner kepada siswa dan mewawancarai guru kimia di Kelas XI, Tingkat F di sekolah tersebut.

Tahap desain adalah tahap di mana produk yang akan diproduksi dirancang. Tahap desain dimulai dengan mengorganisir tim pengembangan, membuat jadwal penelitian, menentukan spesifikasi media yang akan dikembangkan, dan secara sistematis merancang struktur bahan ajar, termasuk diagram alir, storyboard, dan evaluasi. Hasil desain kemudian didiskusikan dengan guru mata pelajaran di SMAN 8 Kota Jambi.

Tahap pengembangan bertujuan untuk memproduksi dan memvalidasi produk yang dikembangkan pada fase sebelumnya. Pada fase ini, para peneliti menerjemahkan desain awal ke dalam versi produk berupa storyboard menjadi produk akhir berupa modul elektronik menggunakan aplikasi Canva. Selanjutnya, melalui sistem Assembler Edu, para peneliti mengubah elemen augmented reality menjadi tampilan 3D interaktif dengan menambahkan elemen pendukung seperti penjelasan konten, video, gambar, audio, dan meningkatkan penyajian pertanyaan agar lebih menarik dan mudah digunakan. Produk yang dikembangkan kemudian diuji untuk menilai kelayakannya oleh para ahli dalam proses evaluasi. Proses verifikasi dilakukan menggunakan alat evaluasi yang telah dikembangkan dan divalidasi sebelumnya pada fase desain. Hasil evaluasi yang berupa masukan dan saran dari para validator dimanfaatkan sebagai dasar dalam proses analisis data serta perbaikan terhadap produk yang dikembangkan, menghasilkan modul elektronik yang layak dan sesuai dengan tujuan pengembangan. Setelah proses ini, produk akan memasuki fase pengujian terbatas.

Tahap implementasi bertujuan untuk mengaplikasikan produk yang telah dikembangkan dalam konteks pembelajaran yang sesungguhnya kepada pengguna sebenarnya, dalam hal ini murid. Sebelum diterapkan, produk terlebih dahulu melalui proses validasi baik dari aspek materi maupun media guna memastikan kelayakan isi dan tampilan. Pelaksanaan uji coba dilakukan pada murid kelas XI Fase F 1.1 SMAN 8 Kota Jambi. Tujuan dari tahap ini ialah mengumpulkan informasi mengenai kualitas dan kegunaan produk setelah digunakan dalam proses pembelajaran. Tes dilakukan secara bertahap, termasuk tes individu dan tes kelompok dengan murid pada tingkat kompetensi tinggi, menengah, dan rendah. Sampel ditentukan berdasarkan rekomendasi guru kimia, yang juga berpartisipasi dalam mendistribusikan kuesioner siswa dalam modul elektronik interaktif yang dikembangkan.

Tahap evaluasi memiliki tujuan untuk menilai tingkat kesesuaian produk yang dikembangkan dengan kebutuhan pengguna. Proses evaluasi dilakukan setelah produk diujicobakan kepada murid, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan umpan balik dari mereka. Umpan balik tersebut diperoleh melalui instrumen berupa kuesioner (angket) yang dirancang untuk menilai aspek-aspek penting dari *e*-modul. Hasil evaluasi ini menjadi dasar untuk melakukan perbaikan dan penyempurnaan pada produk.

Subjek uji coba penelitian ini adalah satu kelas siswa dengan tiga tingkat kompetensi kognitif yang berbeda: rendah, sedang, dan tinggi. Tes kemudian dilaksanakan pada kelompok kecil yang mencakup 10 siswa yang terdaftar di Kelas 11 Fase F SMAN 8 Kota Jambi. Pemilihan subjek penelitian dilakukan berdasarkan rekomendasi guru mata pelajaran kimia dengan mempertimbangkan kondisi serta karakteristik murid pada kelas tersebut. Pada tahap uji coba ini, peneliti mengumpulkan data yang berkaitan dengan kualitas *e*-modul yang telah dikembangkan. Data yang didapatkan kemudian dianalisis dan dijadikan dasar untuk melakukan revisi serta penyempurnaan produk, sehingga *e*-modul yang dihasilkan menjadi lebih optimal dan sesuai kebutuhan pembelajaran.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi wawancara, kuesioner, dan dokumentasi. Wawancara digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi dan menganalisis kebutuhan guru. Kuesioner digunakan untuk menganalisis kebutuhan siswa, melakukan penilaian dari pakar bidang studi dan profesional media, mendapatkan evaluasi guru, dan mengumpulkan tanggapan siswa terhadap modul yang dirancang.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari (1) wawancara guru, (2) kuesioner analisis kebutuhan siswa, (3) lembar verifikasi oleh ahli materi, (4) lembar verifikasi oleh ahli media, (5) lembar evaluasi oleh guru, dan (6) kuesioner tanggapan siswa. Kuesioner ini dibuat berdasarkan indikator kesesuaian media, kesesuaian materi, dan motivasi siswa (perhatian, keterlibatan, relevansi, kepuasan, dll). Data yang didapatkan dikaji menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif.

Data kuantitatif dikaji menggunakan cara menghitung persentase skor evaluasi dengan persamaan (1):

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_{maks}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan persamaan (1) menyatakan bahwa P merupakan persentase kelayakan, $\sum X$ adalah jumlah skor yang diperoleh, dan $\sum X_{maks}$ adalah jumlah skor maksimum dikali butir soal. Hasil persentase diinterpretasikan berdasarkan kriteria kelayakan dan kategori produk yang telah ditentukan. Data kualitatif, termasuk saran dan pendapat dari validator, guru, dan siswa, dideskripsikan secara analitis untuk melengkapi modul elektronik yang telah dikembangkan.

Data yang diperoleh dari validasi ahli, evaluasi guru, dan respons siswa dikaji menggunakan skala Likert dan dikategorikan ke dalam kategori spesifik untuk menentukan kelayakan. Selanjutnya, data kualitatif seperti saran dan pendapat dari validator dipakai sebagai dasar pemikiran dalam proses peninjauan dan perbaikan produk yang dibuat. Hasil analisis ini digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kelayakan modul elektronik interaktif terkait ikatan kimia yang dikembangkan dengan mengintegrasikan model pembelajaran berbasis masalah (PBL) dan teknologi augmented reality (AR). Kriteria evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Skor Ahli Materi, Ahli Media, dan Penilaian Guru (Widyoko, S., & Putro, 2012)

Rata-rata skor	Kriteria
>4,2 - 5,0	Sangat Layak
>3,4 - 4,2	Layak
>2,6 - 3,4	Kurang Layak
>1,8 - 2,6	Tidak Layak
>1,0 - 1,8	Sangat Tidak Layak

Adapun kriteria penilaian pada skor respon murid, sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Penilaian Skor Respon Murid (Widyoko, S., & Putro, 2012)

Rata-rata skor %	Kriteria
81-100	Sangat Baik
61-80	Baik
41-60	Kurang Baik
21-40	Tidak Baik
0-20	Sangat Tidak Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian pengembangan ini berupa e-modul interaktif berdasarkan *problem based learning* berbantuan *augmented reality* berorientasi minat belajar murid materi ikatan kimia ini dilaksanakan dengan berpatokan pada model pengembangan Lee & Owens. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa modul elektronik yang dikembangkan memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Hal ini ditunjukkan melalui hasil validasi oleh ahli materi dan ahli media yang memperoleh kategori sangat layak, serta didukung oleh penilaian guru yang menunjukkan bahwa e-modul tersebut dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Selain itu, respon murid terhadap penggunaan modul elektronik sangat positif. Integrasi

pendekatan PBL dan visualisasi konseptual menggunakan teknologi AR memudahkan murid memahami konsep abstrak ikatan kimia secara lebih konkret, meningkatkan minat, perhatian, dan kontribusi mereka dalam kegiatan pembelajaran.

Tahap Analisis (Analysis)

Fase analisis dilakukan melalui wawancara dengan salah satu guru kimia di SMA Negeri 8 Kota Jambi. Selanjutnya, pada Fase F1.1, para peneliti membagikan kuesioner analisis kebutuhan kepada 36 siswa kelas satu SMA. Kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang berbagai hambatan yang dialami oleh guru dan peserta didik selama berlangsungnya proses pembelajaran, khususnya terkait materi ikatan kimia. Lebih lanjut, para peneliti juga menganalisis berbagai data yang berkaitan dengan produk yang sedang dikembangkan. Data yang diperoleh dari kuesioner analisis kebutuhan ditinjau melalui dua fase: penilaian kebutuhan dan analisis awal. Hasil kuesioner dianalisis berdasarkan beberapa aspek, termasuk kebutuhan belajar, karakteristik siswa, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, dan penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran.

Hasil angket kebutuhan menunjukkan bahwa 67% siswa mengalami kesulitan memahami topik kimia, terutama tentang ikatan kimia. Selain itu, 80,6% siswa percaya bahwa pembelajaran kimia akan lebih efektif jika menggunakan materi multimedia interaktif seperti modul elektronik interaktif untuk membuat pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan. 75% siswa setuju bahwa modul elektronik dengan bantuan augmented reality perlu dikembangkan tentang ikatan kimia. Hasil analisis karakteristik peserta didik menunjukkan bahwa seluruh siswa (100%) telah memiliki smartphone atau telepon seluler, serta pihak sekolah memberikan izin kepada peserta didik untuk membawa perangkat tersebut ke lingkungan sekolah, tetapi penggunaannya dibatasi hanya pada jam pelajaran, setelah itu perangkat tersebut diserahkan kepada guru yang bertugas atau guru pembimbing. Analisis tujuan dan isi mengacu pada hasil pembelajaran dan tujuan kurikulum mandiri yang menekankan pemahaman konsep, kestabilan unsur (aturan oktaf dan biner), sifat fisik dan proses pembentukan ikatan ionik, ikatan tunggal, ganda, rangkap tiga, dan ikatan kovalen terkoordinasi. Analisis teknologi pendidikan menunjukkan bahwa sekolah telah dilengkapi dengan fasilitas dan infrastruktur yang memadai untuk mendukung kegiatan pembelajaran. Fasilitas seperti komputer, proyektor, laboratorium, dan akses internet tersedia dan dapat dimanfaatkan dalam pengajaran dan pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis, pengembangan modul elektronik interaktif berbasis pembelajaran berbasis masalah dengan bantuan realitas tertambah dianggap tepat dan perlu sebagai bahan pembelajaran untuk meningkatkan minat siswa dalam mempelajari topik ikatan kimia.

Tahap Desain (Design)

Tahap selanjutnya setelah tahap analisis adalah tahap desain, atau tahap desain produk. Rencana penelitian diimplementasikan dalam langkah-langkah berikut: membuat desain produk berupa modul elektronik yang dikembangkan menggunakan program Canva, melengkapinya dengan gambar 3D menggunakan Augmented Reality (AR), dan mengubahnya menjadi flipbook menggunakan Heyzine Flipbook. Desain produk diawali dengan pembentukan tim pengembangan yang terdiri dari peneliti, dosen, ahli bidang, pakar media, spesialis, dan siswa kelas XI dari SMA Negeri 8, Kota Jambi. Selanjutnya, para peneliti mengembangkan rencana penelitian sistematis yang mencakup beberapa tahapan: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

Konten pembelajaran pada e-modul disusun berdasarkan aturan kurikulum yang didasarkan pada prinsip pembelajaran mandiri dan diimplementasikan di SMA Negeri 8 Kota Jambi. Kurikulum ini terdiri dari hasil pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (ATP), target pembelajaran (TP), dan penjelasan tentang ikatan kimia. Konten pembelajaran disajikan dengan mengaitkan contoh kehidupan nyata dengan objek 3D dalam Augmented Reality (AR).

Pada tahap perancangan, peneliti menyusun flowchart yang digunakan untuk menggambarkan alur serta struktur e-modul sebagai pedoman dalam proses pengembangan. Flowchart tersebut memuat komponen pembuka, bagian inti, dan bagian penutup. Berdasarkan flowchart yang telah disusun, peneliti kemudian mengembangkan storyboard yang berfungsi sebagai panduan dalam proses pengembangan e-modul, yang meliputi pengaturan penyajian materi, penempatan media pendukung seperti gambar dan video berbantuan

Augmented Reality, serta perancangan aktivitas pembelajaran dan asesmen yang terintegrasi dengan sintaks *Problem Based Learning*.

Tahap Pengembangan (Development)

Selama fase pengembangan, desain storyboard yang sudah disiapkan diterapkan ke dalam materi pembelajaran berupa modul e-learning interaktif berbasis pembelajaran berbasis masalah (PBL) dengan tema ikatan kimia, menggunakan augmented reality (AR). e-Modul yang dikembangkan berisi elemen pembelajaran komprehensif, termasuk panduan pengguna, peta konsep, indikator hasil pembelajaran, materi pembelajaran, tugas terkait PBL, latihan refleksi, tes pemahaman, penilaian, ringkasan, glosarium, serta daftar pustaka.



Gambar 2. Halaman Cover Pada e-Modul

Produk disajikan dalam format digital interaktif *flipp* sehingga bisa diakses secara mandiri oleh murid melalui perangkat smartphone.

Hasil Validasi Ahli Materi Dan Media

Ahli Materi

Tujuan validasi ini untuk memverifikasi kelayakan produk yang dikembangkan oleh para peneliti bekerja sama dengan para ahli material. Validasi material dilakukan oleh seorang dosen spesialis dari Program Pendidikan Kimia di Universitas Jambi. Data yang didapatkan pada tahap validasi materi tahap I dan tahap II disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Skor Validasi Materi Tahap I

No	Aspek	Skor (%)	Kategori
1	Kelayakan penyajian	66%	Layak
2	Materi	71%	Layak

Tabel 4. Hasil Skor Validasi Materi Tahap II

No	Aspek	Skor (%)	Kategori
1	Kelayakan penyajian	97%	Sangat Layak
2	Materi	91%	Sangat Layak

Penilaian akhir dari validator materi menunjukkan bahwa modul elektronik ini termasuk kategori sangat layak dengan skor 93%. Penilaian ini didasarkan pada penyajian dan konten yang tepat. Peringkat tinggi memberikan gambaran bahwa materi yang disajikan dan dipresentasikan sesuai dengan persyaratan kurikulum independen dan memfasilitasi pembelajaran yang sesuai dengan minat belajar murid. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa pembelajaran kimia materi ikatan kimia akan lebih bermakna apabila materi disajikan secara kontekstual dan berbantuan objek 3D untuk memvisualisasikan konsep yang abstrak dengan optimal serta relevan dengan isu lingkungan yang dekat dengan kehidupan murid.

Validasi Media

Validasi ahli media ini dimaksudkan agar dapat melihat kelayakan dari produk yang di kembangkan oleh peneliti pada ahli media. Proses validasi media dilakukan oleh satu orang dosen ahli dari Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Jambi. Data hasil validasi media pada tahap I dan tahap II disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Skor Validasi media Tahap I

No	Aspek	Skor (%)	Kategori
1	Relevansi dengan kurikulum	73%	Layak
2	Desain Media	72%	Layak
3	Pembelajaran	67%	Layak
4	Kebehasaan	80%	Layak
5	Keterlibatan Murid	60%	Kurang Layak

Tabel 6. Hasil Skor Validasi media Tahap II

No	Aspek	Skor (%)	Kategori
1	Relevansi dengan kurikulum	93%	Sangat Layak
2	Desain Media	90%	Sangat Layak
3	Pembelajaran	93%	Sangat Layak
4	Kebahasaan	93%	Sangat Layak
5	Keterlibatan Murid	100%	Sangat Layak

Validasi oleh para ahli media menunjukkan skor kelayakan yang sangat tinggi, yaitu 93%. Evaluasi mencakup berbagai aspek, termasuk kesesuaian kurikulum, desain media, aspek pembelajaran, bahasa, dan keterlibatan siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa modul e-learning yang dikembangkan tidak hanya sesuai dengan kontennya, tetapi juga mematuhi prinsip-prinsip desain media pembelajaran digital yang menarik dan ramah pengguna. Tampilan interaktif yang menggunakan animasi, ilustrasi, dan tata letak sistematis dianggap efektif dalam mengurangi kebosanan dalam mempelajari materi kimia abstrak dan meningkatkan motivasi siswa. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa materi pembelajaran digital yang didukung oleh visual yang menarik dan penyajian materi yang sistematis dan jelas meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Penilaian Guru

Data yang diperoleh untuk penilaian guru yaitu terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil skor penilaian guru

No	Aspek	Skor (%)	Kategori
1	Indikator Soal	98%	Sangat Layak

Penilaian guru kimia menilai e-modul ini sebagai "sangat layak" dengan skor persentasi sebesar 98%. Guru menilai e-modul ini mudah digunakan untuk pembelajaran, baik secara mandiri maupun terintegrasi ke dalam kegiatan kelas. Lebih lanjut, mereka menilai e-modul ini memenuhi kebutuhan mereka untuk pembelajaran ikatan kimia dan mendukung implementasi pembelajaran berbasis masalah oleh guru. Kemudahan penggunaan modul elektronik ini menunjukkan potensinya sebagai media pembelajaran alternatif yang efektif untuk mendukung implementasi kurikulum mandiri, khususnya dalam mewujudkan pembelajaran yang berpusat pada siswa. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penggunaan modul elektronik berbasis pembelajaran berbasis masalah (PBL) memungkinkan guru untuk lebih efektif memenuhi peran mereka sebagai fasilitator yang mengelola proses pembelajaran, sehingga membuat kegiatan pembelajaran lebih bermakna bagi siswa.

Respon One To One

Hasil uji coba one to one melibatkan tiga murid kelas XI Fase F.1.1 dengan tingkat kognitif rendah, sedang, dan tinggi yang ditetapkan berdasarkan rekomendasi guru kimia. Data yang diperoleh untuk respon one to one terdapat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Skor Respon Murid Pada Uji Coba One To One

No	Aspek	Skor (%)	Kategori
1	Penggunaan e-modul	97%	Sangat Layak
2	Respon pemakaian	100%	Sangat Layak
3	Materi	95%	Sangat Layak
4	Aktivitas	100%	Sangat Layak
5	Soal	100%	Sangat Layak

Sebagai hasil dari uji coba satu lawan satu, total skor respons (F) dari responden mencapai 206 poin. Kuesioner (I) terdiri dari 14 pertanyaan, dan skor maksimum untuk setiap item (N) adalah 5 poin. Respondennya adalah tiga mahasiswa (R). Berdasarkan hasil perhitungan, tingkat respons dari seluruh responden mencapai 98%, yang berada dalam kisaran 81% hingga 100%, dan termasuk dalam kategori "sangat baik". Aspek yang dievaluasi dalam uji coba ini meliputi penggunaan e-modul, respons yang digunakan, materi, aktivitas, dan pertanyaan. Berdasarkan data dari uji coba satu lawan satu ini, para peneliti menyimpulkan bahwasanya e-modul yang dikembangkan berdasarkan pembelajaran berbasis masalah yang dibantu oleh *augmented reality* sangat baik dan mudah diterapkan kepada siswa dengan berbagai tingkat kemampuan.

Uji Coba Kelompok Kecil

Setelah dilakukan pelaksanaan uji coba one to one atau uji coba perorangan, peneliti melanjutkan tahap pengujian produk e-modul pembelajaran melalui uji coba kelompok kecil. Uji coba tersebut melibatkan 10 orang peserta didik kelas XI Fase F1.1 di SMA Negeri 8 Kota Jambi. Data yang diperoleh terkait respons murid pada uji coba kelompok kecil disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Skor Respon Murid Pada Uji Coba Kelompok Kecil

No	Aspek	Skor (%)	Kategori
1	Indikator Soal	94%	Sangat Baik

Sebagai hasil dari uji kelompok kecil, total skor respons (F) responden adalah 515. Instrumen kuesioner (I) memiliki 11 pertanyaan, skor maksimum untuk setiap item (N) adalah 5, dan jumlah responden (R) adalah 10. Berdasarkan hasil perhitungan, tingkat respons dari seluruh responden adalah 94%, yang berkisar antara 81% hingga 100%, dan termasuk dalam kategori "sangat baik". Dilihat dari hasil uji kelompok kecil, para peneliti menyimpulkan bahwa media pembelajaran e-modul berbasis pembelajaran berbasis masalah (PBL) yang dikembangkan dengan bantuan *augmented reality* (AR) memiliki kualitas yang sangat baik dalam mendukung proses pembelajaran tentang bahan ikatan kimia.

Berdasarkan hasil validasi oleh spesialis media dan spesialis materi pembelajaran, validasi guru, dan respon murid, disimpulkan bahwa produk e-modul interaktif berbasis pembelajaran berbasis masalah (PBL) yang memanfaatkan *augmented reality* (AR) dan meningkatkan minat belajar murid pada materi ikatan kimia adalah layak dan telah menerima tanggapan yang sangat positif dari guru dan murid.

SIMPULAN

Studi ini mengembangkan modul elektronik interaktif (e-modul) yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis masalah (PBL) dan teknologi realitas tertambah (AR) terkait ikatan kimia, menggunakan model pengembangan Lee & Owens. Model pengembangan terdiri dari beberapa tahapan: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sebagai bahan ajar yang tepat. Verifikasi oleh para ahli bahan ajar dan ahli media menilai modul tersebut sebagai "sangat tepat," dan evaluasi guru menunjukkan "sangat praktis." Lebih lanjut, uji coba individu dan kelompok dengan siswa menunjukkan respons yang sangat positif terhadap penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran. Dengan mengintegrasikan model pembelajaran berbasis masalah dan teknologi realitas tertambah (AR) ke dalam penyajian bahan ajar, siswa dapat memvisualisasikan konsep abstrak ikatan kimia dengan cara yang lebih konkret dan realistis. Hal ini meningkatkan perhatian, keterlibatan, relevansi, dan kepuasan belajar siswa. Oleh karena itu, modul e-learning interaktif yang dikembangkan berpotensi menjadi inovasi pendidikan yang efektif yang mendukung pembelajaran kimia dan meningkatkan minat siswa terhadap ikatan kimia.

Daftar Pustaka

- Agussalim, H., Muharram, M., & Danial, M. (2021). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbentuk Komik Berbasis Augmented Reality pada Materi Pokok Ikatan Kimia. *Chemistry Education Review (CER)*, 4(2), 121. <https://doi.org/10.26858/cer.v4i2.20063>
- Fildza, F. M., Fathin, A. F., Feronika, N., Rohmaniyah, A., Hakiki, & Badriah, L. (2023). Kurikulum Merdeka: Implementasi Di Kelas 1 Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata*, 4(2), 619-624. <https://doi.org/10.51494/jpdf.v4i2.975>
- Manalu, N. H. (2022). Jurnal pendidikan ips. *Kompleksitas Konflik Ukraina-Rusia, Vol. 12, N(Konflik Ukraina-Rusia)*, 39-48. <https://doi.org/10.37630/jpi.v12i1.617>
- Miharti, I., Tentia, I., romundza, F., & Jambi, U. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran CTL (Contextual Teaching And Learning) Terhadap Kemampuan Siswa Dalam ... (Tita Artasari Simannullang, Tigor Sitohang, Vina Merina Sianipar) Analisis Pemahaman Konsep Siswa SMA Berdasarkan Gaya Belajar Pada Materi Struktur Atom. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(2), 227-232. <https://doi.org/10.55338/saintek.v6i2.3546>
- Nisaurreyidah, I., Soeteja, Z. S., & Prawira, N. G. (2021). Penggunaan Media Wordwall Saat Pandemi Covid-19 Pada Mata Pelajaran Seni Budaya Di Smp. In *Gorga : Jurnal Seni Rupa* (Vol. 10, Issue 2). <https://doi.org/10.24114/gr.v10i2.27502>
- Priliyanti, A., Muderawan, I. W., & Maryam, S. (2021). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Dalam Mempelajari Kimia Kelas Xi. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 5(1), 11-18. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v5i1.32402>
- Purba, Y. A., & Harahap, A. (2022). Pemanfaatan Aplikasi Canva Sebagai Media Pembelajaran Matematika Di SMPN 1 NA IX-X Aek Kota Batu. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 1325-1334. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i2.1335>
- Putra, M. N. (2023). ENGEMBANGAN E-MODUL PEMBELAJARAN TEKNIK INSTALASI TENAGA LISTRIK BERBASIS ANDROID DI SMK MEDAN. *Journal of Electrical Vocational Teacher Education*, 3(1), 79. <https://doi.org/https://doi.org/10.24114/jevte.v3i1.49464>
- Ricu Sidiq, & Najuah. (2020). Development of Android-based interactive E-modules in teaching and learning strategy courses. *Journal of History Education*, 9(1), 1-14. <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jps/article/view/13650>
- Sari, I. P., Batubara, I. H., Hazidar, A. H., & Basri, M. (2022). Introduction to Building Space Using Augmented Reality as a Learning Media. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 1(4), 209-215.
- Sariati, Kadek, N., Suardana, Nyoman, I., Wiratini, & Made, N. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Kelas Xi Pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran P-ISSN : 1858-4543 e-ISSN : 2615-6091*, 4(1), 86-97. <https://doi.org/10.23887/jipp.v4i1.15469>
- Widyoko, S., & Putro, E. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penilaian. Puataka Pelajar*.
- William W. Lee, D. L. O. (2004). *Multimedia-based Instructional Design*. Pfeiffer An Imprint of Wiley.
- Wulandari, R., & Yl, I. S. (2023). *The Effectiveness of Problem-Based Learning Chemistry Modules and Their Impact on Students ' Critical Thinking Abilities*. 9, 163-170. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.5757>
- Yuzan, I. F., & Jahro, I. S. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Pokok Bahasan Ikatan Kimia untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Inovasi Pemebelajaran Saburai*, 02(01), 54-65.