

EFEKTIVITAS INOVASI PEMBELAJARAN KIMIA PADA PENGGUNAAN E-LKPD DILENGKAPI AUGMENTED REALITY BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING

Chelly Sonelvia Utami ^{a*)}, Kriswantoro ^{a)}, Asrial ^{a)}, Muhammad Damris ^{a)}

^{a)} Pascasarjana, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

^{*)}e-mail korespondensi: chellysonelviautami@gmail.com

Article history: received 01 October 2025; revised 12 November 2025; accepted 04 December 2025

DOI : <https://doi.org/10.33751/jmp.v13i2.13015>

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas inovasi pembelajaran kimia melalui penggunaan e-Lembar Kerja siswa (e-LKPD) yang dilengkapi dengan Augmented Reality (AR) dan dikembangkan berbasis Problem Based Learning (PBL). Inovasi ini diimplementasikan untuk membantu siswa dalam memahami konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak serta meningkatkan minat dan keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran. Metode penelitian yang digunakan adalah mixed metod dengan teknik pengumpulan data melalui angket, wawancara dan dokumentasi. Subjek penelitian meliputi siswa dan guru pada jenjang SMA, yaitu SMAN 4 Kota Jambi yang telah menggunakan e-LKPD tersebut dalam kegiatan belajar mengajar. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD berbasis AR dan PBL dinilai efektif dalam mendukung proses pembelajaran, ditunjukkan oleh peningkatan pemahaman konsep, respons positif siswa terhadap media, serta keterlibatan aktif dalam pemecahan masalah. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi dan pendekatan pembelajaran kontekstual dapat menjadi alternatif inovatif dalam pengembangan media pembelajaran kimia yang lebih menarik dan bermakna.

Kata Kunci: e-LKPD, Augmented Reality, Problem Based Learning, pembelajaran kimia, efektivitas pembelajaran

THE EFFECTIVENESS OF CHEMICAL LEARNING INNOVATIONS IN THE USE OF E-LKPD EQUIPPED WITH AUGMENTED REALITY BASED ON PROBLEM-BASED LEARNING

Abstract. This study aims to evaluate the effectiveness of chemistry learning innovation through the use of e-Student Worksheets (e-LKPD) equipped with Augmented Reality (AR) and developed based on Problem Based Learning (PBL). This innovation is implemented to help students understand abstract chemical concepts and increase their interest and involvement in the learning process. The research method used is a mixed method with data collection techniques through questionnaires, interviews and documentation. The research subjects included students and teachers at the high school level, namely SMAN 4 Jambi City who have used the e-LKPD in teaching and learning activities. The results of the analysis show that the use of e-LKPD based on AR and PBL is considered effective in supporting the learning process, indicated by increased conceptual understanding, positive student responses to the media, and active involvement in problem solving. This study shows that the integration of technology and contextual learning approaches can be an innovative alternative in developing more interesting and meaningful chemistry learning media.

Keywords: e-LKPD, Augmented Reality, Problem Based Learning, chemistry learning, learning effectiveness

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar siswa secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara' (UU No 20 tahun 2003). Pendidikan adalah aktivitas yang memiliki tujuan tertentu untuk dicapai. Karena itu, pendidikan perlu direncanakan dengan baik. Kegiatan yang tidak sesuai dengan tujuan harus dihindari agar tidak menganggu pencapaian tujuan pendidikan. Tujuan pendidikan mempunyai dua fungsi, yaitu memberikan arah dan menjadi tujuan yang ingin dicapai melalui kegiatan pendidikan [1]

Media pembelajaran merupakan segala bentuk alat bantu yang digunakan dalam proses belajar-mengajar untuk menyampaikan informasi, merangsang motivasi, dan memfasilitasi pemahaman siswa terhadap materi pelajaran. Di era perkembangan teknologi yang pesat seperti saat ini, media pembelajaran telah mengalami transformasi signifikan dari bentuk konvensional seperti papan tulis dan buku teks, menjadi bentuk digital seperti video interaktif, aplikasi pembelajaran, platform e-learning, dan media berbasis virtual reality (VR). Perubahan kebutuhan media pembelajaran ini terjadi seiring dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pada keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta literasi digital. Tantangan yang dihadapi guru salah satunya adalah rendahnya motivasi belajar siswa, kurangnya variasi dalam metode pembelajaran yang digunakan, serta keterbatasan guru dalam merancang media pembelajaran yang inovatif dan menarik. Kondisi fenomena ini dapat solusi yang dapat diimplementasikan adalah penggunaan media pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis teknologi, seperti Lembar Kerja Elektronik Peserta Didik (e-LKPD) [2].

Kelebihan e-LKPD adalah dapat mempermudah dan mempersempit ruang dan waktu sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif. Selain itu, e-LKPD dapat menjadi sarana yang menarik ketika minat belajar siswa berkurang yaitu pengembangan e-LKPD dengan berbagai inovasi sesuai dengan kebutuhan dan tujuan pembelajaran [3]. Pemahaman konsep dasar pada materi ikatan kimia sangatlah penting, karena dari konsep dasar tersebutlah semua ilmunya bergerak dan berkembang hingga luas. Materi ikatan kimia juga memiliki tingkat keabstrakkan yang tinggi, sehingga jika guru menggunakan metode pembelajaran yang tidak tepat, maka siswa akan mengalami miskonsepsi. Sifat keabstrakannya inilah yang membuat materi ikatan kimia sering dianggap sulit untuk dipelajari oleh siswa. Pembelajaran berbasis masalah atau Problem Based Learning (PBL) merupakan salah pembelajaran inovatif satu model yang dapat memberi kondisi belajar aktif kepada siswa. Model PBL, mempersiapkan pelajaran untuk berpikir kritis dan analitis, serta untuk menemukan dan menggunakan sumber belajar [4]. Kurang menariknya bahan ajar juga menjadi faktor penyebab siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu sangat dibutuhkan suatu media yang dapat memperdalam pemahaman dalam belajar sehingga perlu adanya suatu inovasi pembelajaran dimana proses pembelajaran dapat meningkatkan fokus siswa dalam belajar terutama pada materi ikatan kimia.

Penggunaan e-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik) dalam pembelajaran Kimia di sekolah saat ini telah menjadi salah satu upaya untuk memudahkan proses belajar mengajar, terutama dalam mendukung pembelajaran daring maupun blended learning. Biasanya, e-LKPD yang digunakan berbentuk dokumen digital seperti PDF atau Google Form yang berisi materi berupa teks, gambar dua dimensi, serta soal latihan yang harus dijawab siswa. Meskipun demikian, e-LKPD konvensional ini masih memiliki keterbatasan signifikan, terutama dalam hal visualisasi konsep yang abstrak dan kompleks yang banyak ditemukan dalam pelajaran Kimia. Misalnya, materi seperti struktur atom, konfigurasi elektron, atau bentuk molekul kimia hanya dapat disajikan dalam bentuk gambar statis yang sulit memberikan gambaran nyata mengenai bentuk tiga dimensi dan dinamika partikel di dalamnya. Akibatnya, siswa cenderung mengalami kesulitan dalam memahami konsep tersebut secara mendalam karena kurangnya pengalaman visual dan interaksi langsung dengan materi. Kondisi ini dapat mengakibatkan rendahnya motivasi belajar, kurangnya minat, serta terbatasnya kemampuan siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Oleh karena itu, muncul kebutuhan untuk mengembangkan e-LKPD yang lebih inovatif dengan mengintegrasikan teknologi Augmented Reality (AR). Melalui AR, e-LKPD dapat menghadirkan model-model tiga dimensi yang dapat dilihat dan diinteraksikan secara langsung oleh siswa melalui perangkat digital seperti smartphone atau tablet. Misalnya, dalam materi struktur atom, siswa tidak hanya membaca teks atau melihat gambar, tetapi dapat mengamati model atom yang berputar, memperbesar bagian-bagiannya, dan melihat simulasi pergerakan elektron dalam orbital secara real time. Pengalaman belajar seperti ini tentu lebih imersif dan kontekstual sehingga mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kimia yang abstrak sekaligus menumbuhkan minat dan motivasi belajar mereka. Selain itu, e-LKPD berbasis AR juga mendorong siswa untuk belajar secara aktif dan mandiri dengan eksplorasi visual yang interaktif, yang sangat sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad 21 yang menekankan pada kreativitas, kolaborasi, dan keterampilan teknologi digital. Dengan demikian, inovasi e-LKPD berbasis AR tidak hanya memperbaiki kualitas media pembelajaran, tetapi juga membantu menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan, efektif, dan relevan dengan perkembangan teknologi saat ini, sehingga mampu meningkatkan hasil belajar dan kesiapan siswa menghadapi tantangan masa depan. AR telah membuka cara baru dalam pembelajaran, memberikan pengalaman yang lebih interaktif dan mendalam bagi para pelajar. Penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan dapat meningkatkan proses pembelajaran, motivasi belajar, dan efektivitas pembelajaran secara keseluruhan [5]. Augmented reality (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan informasi di dunia maya dengan dunia nyata. Alat teknis yang digunakannya dapat berupa multimedia, pemodelan 3D, pelacakan dan registrasi waktu nyata, interaksi cerdas, dan penginderaan. Prinsipnya adalah untuk menerapkan informasi virtual yang dihasilkan komputer (seperti teks, gambar, model 3D, musik, dan video) ke dunia nyata setelah simulasi. Sehingga kedua jenis informasi tersebut dapat saling melengkapi untuk mencapai peningkatan dunia nyata. Augmented reality memiliki banyak keunggulan dalam proses pembelajaran kimia, seperti lebih efisien dalam hal waktu dan proses pembelajaran, dan dapat digunakan secara langsung menggunakan smartphone yaitu lebih interaktif dan efektif dalam penggunaan, pemodelan objek cukup sederhana, dalam pembuatannya tidak terlalu memakan banyak biaya, dapat diimplementasikan ke berbagai jenis media dan mudah dioperasikan [6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah e-LKPD dilengkapi AR yang dibuat berhasil dan dapat diterima oleh penggunanya. Penelitian ini dilakukan pada siswa kelas XI dengan menggunakan berbagai metode pengumpulan data seperti wawancara, kuesioner dan dokumentasi. Penelitian ini berpusat pada materi ikatan kimia.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan model penelitian non-eksperimen yaitu penelitian survei dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari sejumlah besar sampel untuk mendapatkan gambaran umum tentang peserta didik, dengan menggunakan angket atau wawancara dan dokumentasi. Gabungan kuantitatif dan kualitatif dalam penelitian survei dikenal sebagai *mixed methods*. Pendekatan ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data kuantitatif untuk memperoleh gambaran umum, lalu melengkapinya dengan data kualitatif untuk memberikan penjelasan yang lebih mendalam.

Tempat dan Subjek

Penelitian ini dilakukan di sebuah sekolah SMAN 4 Kota Jambi, Subjek penelitian sebanyak 36 siswa di kelas XI F6

Analisis Data

Instrumen yang digunakan menggunakan skala *Likert*. Hasil kuantitatif mungkin menunjukkan bahwa mayoritas siswa merasa terbantu, sedangkan hasil kualitatif menjelaskan bahwa visualisasi 3D mempermudah pemahaman konsep abstrak. cara mengumpulkan data dari sejumlah besar sampel untuk mendapatkan gambaran umum tentang siswa, dengan menggunakan kuesioner atau wawancara. Angket respon siswa terhadap penggunaan e-LKPD berbasis AR. Wawancara guru mengenai efektivitas media dalam proses pembelajaran. Dokumentasi hasil belajar siswa berupa tugas dan lembar refleksi setelah penggunaan media.

Analisis data angket respon siswa akan menggunakan skala *likert* yang diolah secara deskriptif menjadi interval. Penggunaan skala *likert* untuk menentukan kelayakan produk. Pada penentuan klasifikasi respon siswa digunakan persentase kelayakan dengan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{\sum F}{N \times I \times R} \times 100\%$$

Keterangan:

- K = Presentasi
- $\sum F$ = Jumlah keseluruhan jawaban responden
- N = Skor tertinggi dalam angket
- I = Jumlah pertanyaan dalam angket
- R = Jumlah responden

Kriteria Angket Respon

Table 1 Kriteria angket respon siswa

No	Percentase Skor jawaban (%)	Kategori
1.	80,1% - 100%	Sangat Baik
2.	60,1% - 80%	Baik
3.	40,1% - 60%	Kurang Baik
4.	20,1% - 40%	Tidak Baik
5.	0% - 20%	Sangat Kurang Baik

[7]

Berdasarkan tabel persentase kelayakan di atas, Produk e-LKPD yang dikembangkan apabila memperoleh penilaian di atas 60% maka media yang dikembangkan dapat dikatakan layak secara praktis.

Setelah produk diimplementasikan, selanjutnya yaitu dinilai oleh para ahli kemudian hasil penilaian yang diperoleh akan dianalisis dan diolah secara deskriptif menjadi data interval dengan menggunakan skala Likert. Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis sesuai dengan banyaknya kelas interval yang ditentukan. Untuk klasifikasi berdasarkan rerata skor jawaban:

- Skor minimal = 1
- Skor maksimal = 5
- Kelas interval = 5

$$\text{Jarak kelas Interval} = \frac{\text{Skor Maksimal} - \text{skor minimal}}{\text{Kelas interval}} = \frac{(5 - 1)}{5} = 0,8$$

Table 2 Kriteria Angket Penilaian

No	Rerata Skor Jawaban	Kriteria Validasi
1.	> 4,2-5,0	Sangat layak
2.	> 3,4-4,2	Layak
3.	> 2,6-3,4	Kurang layak
4.	> 1,8-2,6	Tidak layak
5.	> 1,0-1,8	Sangat Kurang layak

[7]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk e-LKPD dilengkapi *augmented reality* berbasis *problem based learning* yang dikembangkan dalam penelitian ini telah melalui tahap validasi oleh para ahli. Proses validasi dilakukan untuk memastikan kesesuaian isi, kejelasan tampilan, kemudahan penggunaan, serta relevansi produk dengan tujuan pembelajaran kimia. Setiap ahli memberikan penilaian melalui instrumen validasi yang mencakup aspek isi, kebahasaan, tampilan, dan keterpaduan dengan model PBL. Hasil validasi ahli media menurut validator 1 mendapatkan nilai 4,8 dalam kategori sangat layak dan hasil validasi ahli materi menurut validator 2 mendapatkan nilai 4 dalam kategori layak. Adapun Kisi-kisi Instrumen yang telah divalidasi dapat dilihat pada tabel 3. [8] menggunakan wawancara dan kuesioner berbasis kisi-kisi untuk menilai pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi reaksi redoks. Instrumen berbasis kisi-kisi membantu peneliti mengidentifikasi kesulitan siswa secara konsisten dan sistematis.

Table 3 Kisi-kisi wawancara dan kuesioner

No	Aspek	Indikator
1.	Motivasi Belajar	Ketertarikan siswa dalam belajar kimia dengan media AR
2.	Pemahaman Konsep	Kemudahan memahami materi kimia melalui Visualisasi AR
3.	Keterlibatan dalam PBL	Keaktifan siswa dalam diskusi dan pemecahan masalah
4.	Kemandirian belajar	Kemampuan siswa belajar mandiri dengan panduan e-LKPD
5.	Kemenarikan Media	Tampilan, Interaktivitas, dan kemudahan penggunaan AR
6.	Hambatan Teknis	Kendala perangkat, jaringan atau penggunaan AR
7.	Penerimaan Inovasi	Kesediaan siswa menggunakan kembali media ini di materi lain
8.	Dampak terhadap keterampilan	Pengembangan keterampilan berpikir kritis & kolaboratif

Kisi-kisi wawancara dan kuesioner ini disusun untuk memastikan bahwa instrumen penelitian mampu mengukur aspek-aspek penting yang terkait dengan efektivitas penggunaan e-LKPD berbasis *augmented reality* dalam pembelajaran kimia berbasis *problem based learning* (PBL). Penyusunan kisi-kisi dilakukan berdasarkan tujuan penelitian, kajian literatur, serta relevansi dengan indikator keberhasilan pembelajaran. Aspek yang diukur meliputi motivasi belajar, pemahaman konsep, keterlibatan dalam PBL, kemandirian belajar, kemenarikan media, hambatan teknis, penerimaan inovasi, dan dampak terhadap keterampilan. Setiap aspek dijabarkan ke dalam indikator yang lebih spesifik, kemudian diturunkan menjadi butir pernyataan dalam kuesioner dan pertanyaan terbuka dalam wawancara.

Selain itu, media ini juga telah diimplementasikan oleh guru di sekolah sebagai bagian dari pembelajaran kimia. Setelah penggunaan media didapatkan respon dari siswa terkait media yang digunakan. Respon siswa tersebut dapat dilihat pada tabel 4 Sesuai kategori

Table 4 Hasil respon siswa

Aspek	Indikator	persentase	kategori
Motivasi Belajar	Ketertarikan siswa dalam belajar kimia dengan media AR	81%	Sangat baik
Pemahaman Konsep	Kemudahan memahami materi kimia melalui Visualisasi AR	80%	Baik
Keterlibatan dalam PBL	Keaktifan siswa dalam diskusi dan pemecahan masalah	71%	Baik
Kemandirian belajar	Kemampuan siswa belajar mandiri dengan panduan e-LKPD	90%	Sangat Baik
Kemenarikan Media	Tampilan, Interaktivitas, dan kemudahan penggunaan AR	85%	Sangat Baik
Hambatan Teknis	Kendala perangkat, jaringan atau penggunaan AR	30%	Tidak Baik
Penerimaan Inovasi	Kesediaan siswa menggunakan kembali media ini di materi lain	98%	Sangat Baik
Dampak terhadap keterampilan	Pengembangan keterampilan berpikir kritis & kolaboratif	82%	Sangat Baik

Dari tabel 4 dapat dijelaskan bahwa hasil Motivasi belajar merupakan salah satu faktor paling penting dalam menentukan keberhasilan proses pembelajaran. Ketika siswa memiliki motivasi yang tinggi, mereka cenderung lebih fokus, tekun, dan bersemangat dalam mengikuti kegiatan belajar. Dalam konteks ini, penggunaan media AR terbukti mampu meningkatkan ketertarikan siswa dalam mempelajari mata pelajaran kimia, yang selama ini dikenal sebagai pelajaran yang cukup sulit karena banyak mengandung konsep abstrak dan rumus. Dengan persentase 81%, dapat disimpulkan bahwa mayoritas siswa merasa lebih tertarik dan termotivasi ketika materi kimia disampaikan dengan bantuan teknologi AR. Media AR membuat pembelajaran terasa lebih hidup dan interaktif, sehingga membantu menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan dan tidak monoton. Ketertarikan yang tinggi ini bisa menjadi modal penting dalam meningkatkan capaian pembelajaran secara keseluruhan.

Pemahaman konsep dalam pelajaran kimia sangat penting, terutama karena banyak materi kimia bersifat abstrak, seperti ikatan kimia, struktur atom, dan reaksi molekul. Dengan visualisasi berbasis AR, siswa dapat melihat representasi 3D dari objek-objek tersebut secara langsung, yang secara signifikan membantu proses berpikir konseptual. Persentase 80% mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa merasa terbantu memahami materi saat media AR digunakan. Meskipun kategori masih “Baik” dan belum mencapai “Sangat Baik”, hal ini menunjukkan potensi besar media AR sebagai alat bantu visual dalam pembelajaran. Ke depannya, peningkatan dapat dilakukan dengan menyesuaikan konten visual agar lebih kontekstual dan interaktif, serta menyelaraskan dengan tingkat kognitif siswa.

Problem-Based Learning (PBL) menuntut siswa untuk aktif berpartisipasi dalam proses belajar, baik melalui diskusi kelompok, identifikasi masalah, hingga mencari solusi secara kolaboratif. Melalui pendekatan ini, siswa bukan hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga pencari dan pengolah informasi. Dengan persentase 71%, keaktifan siswa dalam PBL tergolong “Baik”, namun masih bisa ditingkatkan. Beberapa faktor yang memengaruhi keterlibatan ini antara lain: rasa percaya diri siswa dalam berdiskusi, keterampilan komunikasi, dan kemampuan berpikir kritis. Untuk itu, dukungan berupa pelatihan soft skill, penataan kelompok belajar yang lebih efektif, serta penyediaan kasus-kasus kontekstual berbasis AR bisa membantu meningkatkan partisipasi siswa dalam pembelajaran PBL.

Kemandirian belajar adalah kemampuan siswa untuk belajar secara aktif tanpa bergantung sepenuhnya pada guru. Dalam era pembelajaran digital, e-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik berbasis elektronik) menjadi alat yang sangat bermanfaat dalam mendukung pembelajaran mandiri. Dengan persentase yang sangat tinggi, yakni 90%, bisa disimpulkan bahwa e-LKPD berhasil memberikan arahan, tantangan, dan ruang eksplorasi bagi siswa untuk belajar mandiri. e-LKPD yang terintegrasi dengan media AR membuat siswa lebih mudah memahami petunjuk, mengakses materi, dan menyelesaikan tugas. Hal ini sangat positif karena membentuk karakter siswa yang tanggung jawab, proaktif, dan mandiri, sejalan dengan profil pelajar Pancasila. Ulifatin et al. (2025) menunjukkan bahwa PBL meningkatkan berpikir kritis dan komunikasi siswa melalui proyek yang menuntut analisis dan pemecahan masalah; pendekatan ini sejalan dengan pembelajaran kimia SMA, di mana siswa sering dituntut untuk menganalisis data percobaan dan menarik kesimpulan berdasarkan reaksi kimia yang diamati. Dengan demikian, integrasi AR, PBL, dan e-

LKPD dalam pembelajaran kimia SMA tidak hanya membuat materi lebih mudah dipahami, tetapi juga efektif mengembangkan keterampilan abad 21 secara menyeluruh, termasuk berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi.

Tampilan visual dan kemudahan penggunaan sangat menentukan efektivitas suatu media pembelajaran. Dalam hal ini, AR dinilai sangat menarik dari segi desain, interaktivitas, dan user interface. Persentase 85% menunjukkan bahwa media ini mampu memikat perhatian siswa dan membuat mereka betah untuk mengeksplorasi konten pembelajaran. Interaktivitas AR memungkinkan siswa untuk melihat, memutar, dan memperbesar objek kimia 3D, yang menambah daya tarik dan meningkatkan keterlibatan. Kemudahan penggunaan juga penting, karena jika aplikasi sulit digunakan, siswa akan mudah frustrasi dan kehilangan minat. Maka, hasil ini menunjukkan bahwa media yang digunakan telah memenuhi prinsip desain pembelajaran modern: menarik, intuitif, dan fungsional.

Berdasarkan data, hanya sekitar 30% siswa yang mengalami kendala teknis seperti keterbatasan perangkat, jaringan internet yang tidak stabil, atau kesulitan dalam penggunaan aplikasi AR. Hal ini berarti mayoritas siswa, yaitu 70%, tidak mengalami hambatan teknis dan dapat menggunakan media AR dengan lancar. Kondisi ini menunjukkan bahwa secara umum infrastruktur dan kesiapan teknis di lingkungan pembelajaran sudah cukup memadai untuk mendukung penggunaan teknologi ini. Namun demikian, meskipun hanya sebagian kecil siswa yang mengalami kendala, angka 30% ini cukup signifikan dan tidak boleh diabaikan. Hambatan teknis yang dialami siswa tersebut berpotensi mengganggu proses belajar mereka dan menimbulkan kesenjangan akses terhadap teknologi pembelajaran. Oleh karena itu, sangat penting bagi pihak sekolah dan pengembang media untuk menyediakan solusi, seperti pelatihan penggunaan AR, penyediaan perangkat yang memadai, serta peningkatan kualitas jaringan internet, agar seluruh siswa dapat merasakan manfaat teknologi pembelajaran ini secara merata. Dengan demikian, hambatan teknis yang ada dapat diminimalkan, dan efektivitas media AR dalam proses pembelajaran dapat semakin maksimal.

Persentase yang sangat tinggi ini merupakan indikator keberhasilan adopsi media pembelajaran inovatif. Sebanyak 98% siswa menunjukkan antusiasme untuk menggunakan kembali media AR di pelajaran lain, bukan hanya pada materi kimia. Ini mencerminkan bahwa siswa menyukai pendekatan baru ini dan melihat nilai tambahnya dalam membantu mereka belajar. Penerimaan yang tinggi terhadap inovasi menunjukkan bahwa siswa siap untuk memasuki era digital learning yang lebih luas. Selain itu, hal ini membuka peluang untuk mengembangkan media AR tidak hanya untuk mata pelajaran IPA, tetapi juga untuk pelajaran lain seperti matematika, biologi, atau bahkan sejarah. [9] menemukan bahwa integrasi AR dan PBL meningkatkan kreativitas dan kolaborasi siswa dalam proyek berbasis sistem komputer, yang relevan untuk eksperimen kimia berbasis simulasi atau virtual lab di SMA.

Salah satu tujuan penting dari pendidikan saat ini adalah mengembangkan keterampilan abad 21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas. Dengan pembelajaran berbasis AR yang dipadukan dengan PBL dan e-LKPD, siswa dilatih untuk memecahkan masalah secara kritis, berdiskusi dengan teman, dan menghasilkan solusi bersama. Persentase 82% menunjukkan bahwa penggunaan media ini memberikan dampak positif dalam pengembangan soft skills tersebut. Kegiatan kolaboratif, eksplorasi media, dan penyelesaian tugas berbasis proyek memungkinkan siswa belajar secara aktif dan bermakna. [10] meneliti penggunaan PBL berbantuan AR pada konsep tata surya, yang prinsipnya dapat diterapkan pada materi kimia abstrak seperti ikatan kimia atau stoikiometri, di mana visualisasi AR membantu siswa memahami konsep molekul dan reaksi kimia yang sulit diamati secara langsung.

Instrumen kuesioner menggunakan skala Likert 1–5 (sangat tidak setuju hingga sangat setuju), sehingga memungkinkan pengukuran kecenderungan persepsi siswa secara kuantitatif. Sejalan dengan penelitian [11] meneliti efektivitas media AR dalam pembelajaran kimia di era Society 5.0 menemukan bahwa AR membantu visualisasi mendalam, membuat konsep kimia yang abstrak menjadi lebih mudah dipahami, meningkatkan retensi siswa, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif.

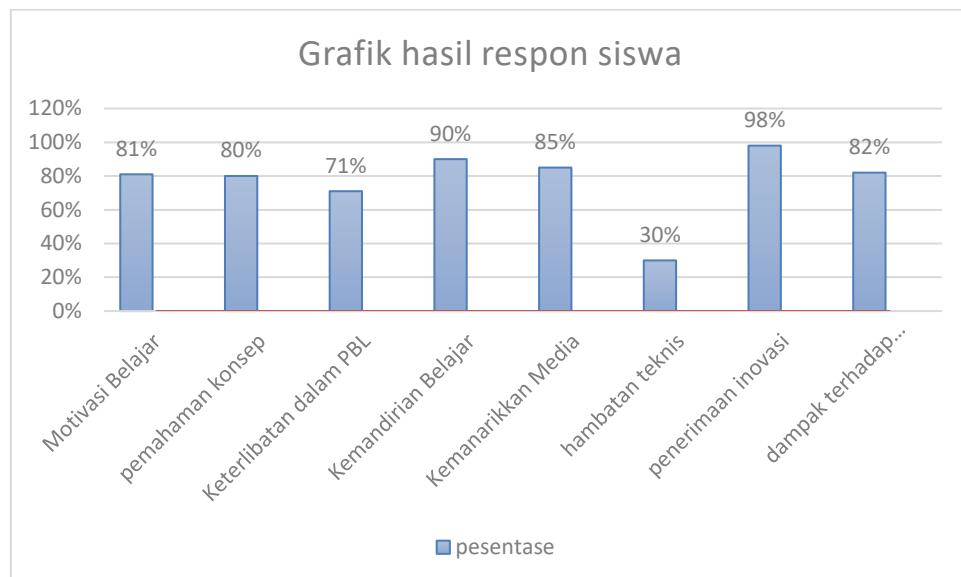
Berdasarkan data hasil respons siswa diketahui bahwa jumlah keseluruhan jawaban responden (F) adalah sebesar 1038, jumlah pertanyaan dalam angket (I) adalah 8, skor tertinggi dalam angket (N) adalah 5, dan jumlah responden (R) adalah 36 siswa. Adapun hasil persentase yang diperoleh berdasarkan data di atas, yaitu:

$$K = \frac{\sum F}{N \times I \times R} \times 100\%$$

$$K = \frac{1038}{5 \times 8 \times 36} \times 100\%$$

$$K = 72,08\%$$

Dari hasil respon siswa setelah menggunakan media, diperoleh persentase jawaban seluruh siswa sebesar 72,08% yang berada pada rentang nilai 61% - 80% dengan kategori "Baik". Berdasarkan hasil data siswa, maka peneliti menyimpulkan bahwa media yang telah diimplementasikan memiliki kualifikasi yang baik dan layak untuk siswa dengan berbagai tingkat kemampuan kognitif. Sejalan dengan penelitian [12] penelitian yang khusus pada materi ikatan kimia mengembangkan e-modul berbasis AR dengan PBL menunjukkan bahwa media tersebut sangat valid dan praktis, serta mendapat respons positif dari siswa, yang konsisten dengan hasil penelitian. Secara keseluruhan, hasil integrasi menunjukkan bahwa inovasi e-LKPD berbasis *augmented reality* memiliki efektivitas yang baik, terbukti tidak hanya meningkatkan motivasi dan pemahaman konsep, tetapi juga memperkuat keterlibatan siswa dalam PBL. Hambatan teknis yang muncul lebih bersifat situasional dan tidak mengurangi tingkat penerimaan siswa terhadap produk secara umum.



Gambar 1. Hasil Kuantitatif Respon Siswa

Guru berperan langsung dalam mengintegrasikan e-LKPD berbasis AR ke dalam kegiatan belajar, baik pada tahap orientasi masalah, diskusi kelompok, maupun presentasi solusi sesuai sintaks PBL. Hasil implementasi ini memperkuat relevansi instrumen, karena kuesioner dan wawancara disusun berdasarkan pengalaman nyata siswa dalam menggunakan produk di kelas, bukan sekadar simulasi. Dengan demikian, data yang dikumpulkan benar-benar mencerminkan efektivitas produk ketika diterapkan pada konteks pembelajaran sebenarnya. Dengan cara ini, kisi-kisi berfungsi tidak hanya sebagai pedoman penyusunan instrumen, tetapi juga sebagai jembatan untuk menghubungkan hasil pengukuran kuantitatif dan kualitatif dengan praktik nyata guru di sekolah. Hal ini mendukung penerapan mixed methods secara optimal, sehingga hasil penelitian menjadi lebih komprehensif, valid, dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran. [13] dari penelitian ini melakukan survei melalui kuesioner dan wawancara untuk mengetahui kesulitan siswa dalam praktikum kimia di SMA/MA. Penggunaan kisi-kisi memastikan pertanyaan kuesioner dan wawancara fokus pada indikator yang sama, sehingga analisis data menjadi lebih valid dan reliabel. Hal ini menunjukkan bahwa kisi-kisi sangat penting untuk memperoleh gambaran yang akurat mengenai pengalaman belajar siswa.

Hasil penilaian guru dengan penggunaan media menunjukkan bahwa produk memperoleh kategori baik 4,3 hingga sangat baik pada seluruh aspek. menilai konten e-LKPD telah sesuai dengan kurikulum dan akurat secara konsep, sedangkan ahli media menekankan bahwa tampilan visual, navigasi, serta integrasi augmented reality mudah dipahami dan menarik bagi siswa. Sementara itu, ahli pembelajaran menyatakan bahwa alur kegiatan berbasis PBL yang terintegrasi dalam e-LKPD mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif. Guru menilai media pembelajaran Augmented Reality (AR) ini sangat efektif dan memberikan dampak positif yang signifikan terhadap proses belajar mengajar di kelas. Nilai 4,3 dari skala 5 menunjukkan bahwa media ini memiliki kualitas yang sangat baik dari berbagai aspek, termasuk kemudahan penggunaan, daya tarik, serta kemampuan dalam membantu siswa memahami konsep kimia yang biasanya abstrak dan sulit. Media AR mampu menghadirkan visualisasi interaktif yang membuat materi kimia menjadi lebih nyata dan mudah dipahami oleh siswa. Dengan bantuan teknologi ini, siswa tidak hanya pasif menerima informasi, tetapi juga dapat bereksplorasi secara aktif dan interaktif, yang meningkatkan motivasi belajar dan keterlibatan mereka selama pelajaran. Selain itu, media ini memudahkan saya sebagai guru dalam menyampaikan materi kompleks dengan cara yang lebih inovatif dan menarik. Walaupun media ini sudah sangat baik, tentu ada ruang untuk perbaikan, terutama dalam hal dukungan teknis dan infrastruktur agar penggunaan AR dapat lebih optimal bagi semua siswa. Secara keseluruhan, media AR ini merupakan inovasi pembelajaran yang sangat layak dipertahankan dan dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung pembelajaran yang lebih efektif dan menyenangkan. Penelitian kuasi-eksperimental ini menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan media AR untuk materi ikatan kimia memiliki peningkatan nilai signifikan dibanding siswa yang belajar dengan PowerPoint konvensional. Hasil ini memperkuat argumen bahwa AR bukan hanya “menyenangkan”, tetapi juga efektif meningkatkan prestasi belajar pada materi kimia yang sering abstrak seperti ikatan kimia [14].

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-LKPD berbasis *Augmented Reality* dan *Problem Based Learning* memberikan dampak positif terhadap efektivitas pembelajaran kimia. Visualisasi melalui AR memungkinkan siswa membayangkan konsep yang sebelumnya hanya bisa dipahami melalui gambar 2D atau deskripsi teks, seperti model atom, ikatan kimia, dan konfigurasi elektron. Pendekatan PBL mendorong siswa untuk aktif dalam mencari solusi dari permasalahan yang diberikan, yang sesuai dengan karakteristik pembelajaran abad 21. Siswa tidak hanya dituntut memahami teori, tetapi juga mengaitkannya dengan konteks nyata, sehingga belajar menjadi lebih bermakna. Secara keseluruhan, integrasi

teknologi AR dalam e-LKPD yang dikembangkan secara sistematis dan kontekstual melalui PBL terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa, pemahaman konsep, dan sikap positif terhadap pembelajaran kimia. Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis teknologi dan masalah dapat meningkatkan kualitas pembelajaran sains. Melalui systematic literature review (SLR), penelitian ini menemukan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran kimia membawa sejumlah keefektifan seperti visualisasi konsep kimia yang kompleks, peningkatan keterlibatan siswa, serta retensi materi yang lebih lama. Temuan ini mendukung bahwa AR adalah inovasi penting yang selaras dengan era Society 5.0, karena menggabungkan teknologi dengan pembelajaran yang interaktif dan mendalam. [15]

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa e-LKPD dilengkapi *Augmented Reality* berbasis *Problem Based Learning* efektif digunakan dalam pembelajaran kimia, terutama pada materi yang bersifat abstrak seperti ikatan kimia oleh siswa. Media ini mampu meningkatkan motivasi, pemahaman konsep, dan keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Visualisasi AR membantu siswa dalam memodelkan konsep abstrak, sedangkan pendekatan PBL mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Guru dan siswa memberikan respon positif terhadap media ini, meskipun terdapat kendala teknis seperti keterbatasan perangkat dan akses internet.

V. REFERENSI

- Astin Lukum, Hariani, Rahmatiya Abjul, Nuning Angraini Dangkua, And Sri Liani Minggu, *Pengembangan Kurikulum Dan Inovasi Pembelajaran Kimia*. Jawa Timur: Jwais Inspirasi Indonesia, 2025.
- R. Firdaus, “Inovasi Pembelajaran Berbasis E-Lkpd Dalam Pengabdian Masyarakat: Meningkatkan Profesionalisme Guru Dan Capaian Belajar Siswa,” *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ilmu Pendidikan*, Vol. 4, No. 1, 2025, Doi: 10.23960/Jpmip.V4i1.
- S. Suryaningsih And R. Nurlita, “Pentingnya Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-Lkpd) Inovatif Dalam Proses Pembelajaran Abad 21,” *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, Vol. 2, No. 7, 2021.
- R. Silaban, F. Tua Musa Panggabean, F. Mutiara Hutapea, E. Hutahaean, And I. Josafat Alexander, “Implementasi Problem Based-Learning (Pbl) Dan Pendekatan Ilmiah Menggunakan Media Kartu Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Tentang Mengajar Ikatan Kimia,” Vol. 8, No. 2, Pp. 69–76, 2020, [Online]. Available: <Http://Ejournal.Uncen.Ac.Id/Index.Php/Jipi>
- A. H. Yusup *Et Al.*, “Literature Review: Peran Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Dalam Media Sosial,” 2023, Doi: 10.59818/Jpi.V3i5.575.
- D. Ayu Wiranti, D. Ratnasari, And P. Aditya Ferdian Ariawantara, *Kumpulan Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasional 2021*. 2021.
- E. P. Widoyoko, *Teknik Analisis Data*. Pustaka Pelajar, 2012.
- N. Irawati, W. Agustina, And S. Mulyani, “Penerapan Model Pembelajaran Inkuiiri Terbimbing Dilengkapi Lks Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Pokok Reaksi Reduksi-Oksidasi Kelas X Mia Sma Islam 1 Surakarta Tahun Pelajaran 2017/2018,” *Jurnal Pendidikan Kimia*, 2020.
- N. Sugihartini And I. G. A. M. Swisnandy, “Augmented Reality In Computer Systems Integrated With Project-Based Learning In Vocational Schools,” *Indonesian Journal Of Educational Development (Ijed)*, Vol. 6, No. 2, Pp. 465–478, Aug. 2025, Doi: 10.59672/Ijed.V6i2.5093.
- I. R. W. Atmojo, D. Y. Saputri, R. K. Dewi, M. Salimi, R. M. Roslan, And L. Halim, “The Effect Of The Implementation Of A Project-Based Learning Model Assisted By Augmented Reality On Sixth Graders’ Critical Thinking Skills On Solar System Materials,” *Educational Process: International Journal*, Vol. 15, 2025, Doi: 10.22521/Edupij.2025.15.131.
- R. Wulansari And Nuryadi, “Efektivitas Penggunaan E-Lkpd Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Peserta Didik,” 2022.
- J. Saddam Akbar And D. Djakariah, “Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Dalam Pembelajaran Kimia Di Era Society 5.0 The Effectiveness Of Using Augmented Reality-Based Learning Media In Chemistry Learning In The Era Of Society 5.0,” 2024.

Y. Kurniawati And D. S. Rahmawati, "Identifikasi Kesulitan Siswa Dalam Pelaksanaan Praktikum Kimia Madrasah Aliyah Swasta Di Kota Pekanbaru The Identification Of Students' Problems In Practical Teaching Of Chemistry In Private Islamic High Schools In Pekanbaru," 2024.

H. Sagita Nurillah And K. Kharisma Purwanto, "Penggunaan Media Augmented Reality Berbasis Android Terhadap Peningkatan Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Ikatan Kimia Using Android-Based Augmentedreality Media On Increasing Student Achievement In Chemical Bonding Material," 2023.

J. Saddam Akbar And D. Djakariah, "Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality Dalam Pembelajaran Kimia Di Era Society 5.0 The Effectiveness Of Using Augmented Reality-Based Learning Media In Chemistry Learning In The Era Of Society 5.0," 2024.