

# **Teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam Pembelajaran kimia, Tinjauan Pustaka: Bentuk-bentuk, Hambatan dan Pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) dalam Pembelajaran kimia**

**Ova Okta Rita<sup>1</sup>, Guspatni<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup>Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang

e-mail: [ovaoktarita02@gmail.com](mailto:ovaoktarita02@gmail.com)

## **Abstrak**

Perkembangan teknologi *Augmented Reality* (AR) telah menjadi fenomena signifikan dalam konteks pembelajaran kimia. Teknologi AR sebagai suatu paradigma perkembangan teknologi era digital menawarkan solusi inovatif untuk mengubah cara siswa memahami konsep-konsep kimia yang abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi perkembangan dan pemanfaatan teknologi AR dalam lingkup pembelajaran kimia. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dengan analisis deskriptif kualitatif. Data bersumber dari literatur terkait dengan kurun waktu terbit 5 tahun terakhir. Berdasarkan hasil analisis data didapatkan hasil bahwa pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran kimia sangat beragam. Teknologi AR dikembangkan dan diimplementasikan dalam buku pelajaran berupa smart book, modul, media pembelajaran, dan laboratorium virtual. Pengimplementasian AR sangat cocok dalam pembelajaran kimia karena dapat memvisualisasi dan menjelaskan konsep-konsep abstrak dalam pembelajaran. Namun masih terdapat beberapa tantangan dan hambatan dalam perkembangan dan pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran kimia. Masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut agar pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran kimia dapat dimaksimalkan.

**Kata kunci:** *Augmented Reality, Bentuk Aplikasi, Penggunaan AR.*

## **Abstract**

The development of *Augmented Reality* (AR) technology has become a significant phenomenon in the context of chemistry learning. AR technology as a paradigm of digital-era technology development offers innovative solutions to transform the way students understand abstract chemistry concepts. The research aims to investigate the development and use of AR technology in the field of chemistry learning. This research uses a literary study approach with qualitative descriptive analysis. Source data from the literature relates to the time-out of the last five years. Based on the results of data analysis, the results were obtained that the use of AR technology in learning chemistry

is very varied. AR technology is developed and implemented in textbooks such as smart books, modules, learning media, and virtual laboratories. The AR implementation is perfectly suited to chemistry learning because it can visualize and explain abstract concepts in learning. However, there are still some challenges and obstacles in the development and use of AR technology in chemistry learning. More research is still needed to maximize the use of AR technology in chemistry learning.

**Keywords :** *Augmented Reality, From of application, Use of AR.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi era digital menjadi bagian integral dalam berbagai aspek kehidupan, terutama ada aspek pendidikan. Perkembangan teknologi mengantarkan kegiatan pembelajaran yang lebih kreatif dan inovatif (Aryana, p. 2019). Teknologi membawa transformasi yang sangat signifikan dalam aspek pendidikan, memberikan berbagai kelebihan yang mempengaruhi proses belajar dan mengajar. Penggunaan teknologi dalam kegiatan pembelajaran memungkinkan guru dan siswa untuk mendapatkan akses informasi yang luas (said, 2023), pembelajaran lebih interaktif (Ariani, 2019), personalisasi pendidikan, kolaborasi, pengembangan keterampilan digital, pendidikan jarak jauh, sumber daya multimedia seperti gambar, video dan simulasi (Lestari, et al.), memudahkan guru dalam menganalisis dan melakukan evaluasi serta menjadi inovasi dalam kegiatan pembelajaran (Susanto, 2021). Pemanfaatan teknologi secara bijak dapat mendorong kegiatan pembelajaran menjadi lebih inklusif, responsive dan relevas serta memberikan manfaat jangka panjang bagi perkembangan masyarakat dan individu.

Komponen dalam kegiatan pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan teknologi yaitu media pembelajaran. Media pembelajaran yang mendukung dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan kompetensi. Media pembelajaran dapat diartikan sebagai alat untuk menyalurkan pesan dari pengirim kepada penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian serta minat peserta didik dalam proses pembelajaran (Daniyanti, 2023). Media pembelajaran merujuk pada segala bentuk alat atau bahan yang digunakan untuk membantu menyampaikan informasi pada proses pembelajaran. Media ini dapat berupa alat visual, audio dan audio visual (Fadillah, 2020).

Salah satu inovasi media pembelajaran yang terintegrasi dengan teknologi yaitu media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* atau yang lebih sering dikenal dengan AR. AR adalah teknologi yang menggabungkan elemen digital dari dunia nyata untuk membuat lingkungan belajar yang lebih mendalam dan dinamis (Wahiddiy, 2023). Dalam pendidikan, AR dapat diterapkan melalui berbagai media, seperti kartu pembelajaran, buku, dan simulasi virtual (Logayah, 2023). Media pembelajaran yang terintegrasi *Augmented Reality* memungkinkan terciptanya suatu pembelajaran yang tidak terikat ruang dan waktu (Arwansyah, 2023). Peserta didik dapat belajar kapan saja dan dimana saja melalui *smartphone* sebagai sarana *Augmented Reality*.

Kimia adalah cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari sifat, struktur, komposisi, reaksi, dan perubahan materi ( Amakraw & Kartika, 2022). Ilmu kimia berkonsentrasi pada pemahaman dasar tentang atom, molekul, elemen, dan senyawa, serta interaksi dan transformasi antarpartikel yang membentuk materi. Kimia secara luas digunakan untuk menjelaskan fenomena kimia dunia dari tingkat molekuler hingga makroskopik. Oleh karena itu, dalam pembelajaran kimia dibutuhkan media pembelajaran yang dapat menjelaskan dan menggambarkan materi-materi yang abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung.

Pemanfaatan media pembelajaran Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran kimia menciptakan pengalaman belajar yang lebih dinamis, menarik, dan aplikatif (SM. Wardatul, 2023). Dengan menyediakan alat visualisasi yang lebih baik dan simulasi praktis, AR dapat membantu siswa memahami konsep-konsep kimia secara lebih mendalam dan memotivasi keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran. Pemanfaatannya pun beranekaragam, disesuaikan dengan kebutuhan guru dan siswa. Diperlukan penelitian awal yang menghimpun informasi mengenai pemanfaatan AR dalam pembelajaran kimia. Melalui tinjauan pustaka ini, akan dipelajari bagaimana AR telah diterapkan dalam konteks pembelajaran kimia di berbagai tingkat pendidikan, mulai dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Dengan memperhatikan keberhasilan, tantangan, dan peluang yang terkait dengan pemanfaatan AR dalam pembelajaran kimia, tinjauan ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam bagi para pendidik, peneliti, dan praktisi pendidikan dalam mengintegrasikan teknologi ini ke dalam kurikulum dan metode pengajaran yang ada.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan penelitian tinjauan pustaka yang terfokus untuk mengeksplorasi dan menganalisis literatur-literatur yang telah ada dalam bidang tertentu. Melalui penelitian tinjauan pustaka akan membantu dalam mengidentifikasi cara dan teknik yang efektif dalam menggunakan dan mengembangkan teknologi AR dalam pembelajaran kimia, serta memahami pemanfaatan dan dampaknya terhadap pembelajaran kimia. Informasi yang didapatkan dari penelitian ini juga dapat dimanfaatkan menjadi analisis awal untuk penelitian selanjutnya.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi literatur. Studi literatur melibatkan eksplorasi, analisis dan penyajian literatur yang berkaitan dengan masalah yang diteliti (Fernando, 2023). Tujuan dari studi literatur adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang masalah penelitian dan untuk menemukan celah atau kebutuhan penelitian tambahan (Ridwan, 2021).

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis deskriptif kualitatif yang menggambarkan hasil analisis literatur secara garis besar. Data yang didapatkan akan direduksi. Reduksi data meliputi proses pemilihan, pemutusan perhatian pada penyederhanaan, pengastrakkan dan transformasi data kasar yang didapatkan dari literature. Data nantinya akan disajikan berupa teks naratif berbentuk paragraf yang padu dan ditarik kesimpulannya (Rijali, 2019).

Sumber data didapatkan dari artikel yang telah terpublikasi pada jurnal-jurnal ilmiah. Sumber data yang digunakan berasal dari rentang tahun 2019 hingga 2024, dan sesuai dengan topik yang dibahas, yakni Bentuk-bentuk, Dampak dan Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality (AR) dalam Pembelajaran kimia. Setiap literatur yang digunakan dianalisis dan ditabulasikan dalam sebuah tabel, yang mencakup nama penulis, judul jurnal, dan hasil penelitian mereka.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi artikel-artikel yang didapatkan dari berbagai sumber dihimpun dan dianalisis untuk direduksi dan diambil kesimpulannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan dan pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran kimia. Artikel yang direview bersumber dari artikel seminar, jurnal nasional dan internasional. Berikut tabulasi hasil temuan dari beberapa artikel yang telah ditelusuri dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Sintesis artikel perkembangan dan pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran kimia**

No	Penulis	Judul	Hasil penelitian
1	Ucu Cahyana, Ika Lestari, Irwanto Irwanto, & Jarot Sembodo Suroso (2024)	Development of a mobile learning network for science with augmented reality and its impact on students' literacy and numeracy	Produk yang dikembangkan adalah aplikasi m-learning dengan AR. Media m-learning ini berisi materi, forum diskusi, kuis, AR, video pembelajaran, daftar pustaka, dan perangkat pembelajaran. Secara keseluruhan media m-learning ini menghasilkan penilaian kelayakan dengan kriteria sangat layak. Hasil implementasi menunjukkan bahwa MLNFS-AR efektif dalam meningkatkan literasi dan numerasi siswa.
2	Sri Rahmadani & Guspatni (2023)	Design of Augmented Reality Integrated Learning Applications on Acid and Base Subject Material for Phase Students	Desain aplikasi pembelajaran menggunakan model pengembangan Plomp menghasilkan Prototipe II yang sesuai dengan desain berdasarkan hasil analisis pada penelitian awal berhasil sesuai dengan yang diharapkan. Aplikasi ini menjadi solusi sebagai media pembelajaran yang dapat membantu pengguna lebih memahami materi asam basa melalui penemuan konsep menggunakan augmented reality dan menguji setiap sub materi.
3	Ananta Ardyansyah and Sri Rahayu (2023)	Development and Implementation of Augmented Reality -Based Card Game Learning Media with Environmental Literacy for Improving Students'	Produk yang dibuat pada penelitian ini berupa media pembelajaran kartu senyawa karbon berbasis AR dan mengaitkan aspek literasi lingkungan dapat dikategorikan layak dan dapat diimplementasikan. Hasil implementasi menunjukkan adanya perbedaan signifikan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah diajar menggunakan media ChemiCa, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh

		Understanding of Carbon Compounds	penggunaan media terhadap hasil belajar siswa. Siswa merasa senang dengan adanya media pembelajaran sehingga diduga motivasi belajarnya meningkat sehingga meningkatkan hasil belajarnya.
4	Supriadi, Wildan, Jeckson Siahaan <sup>3</sup> , Muntari, & Mukhtar Haris (2023)	Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Teknologi Augmented Reality (Ar) untuk Melatih Model Mental Siswa	Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya media pembelajaran yang sudah valid, praktis, dan efektif. erdasarkan data post-test, banyak siswa yang memiliki model mental sintetik, namun belum mampu mencapai saintifik. Hasil ini menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan sudah efektif.
5	Pavlo P. Nechypurenko <sup>1</sup> , Serhiy O. Semerikov, & Olesia Yu. Pokhlietova <sup>1</sup> (2023)	Cloud Technologies of Augmented Reality as A Means of Supporting Educational and Research Activities in Chemistry for 11th Grade Students	Alat yang dikembangkan adalah laboratorium kimia virtual yang menggabungkan teknologi augmented reality (AR-based virtual chemical laboratory): penanda individu sesuai dengan reagen, dan sepasang kombinasi penanda mengaktifkan pemutaran video yang menunjukkan interaksi kimia antara pasangan reagen yang terkait.
6	Cindy Pradita Efendy Bau, Salahudin Olli, & Nikmasari Pakaya (2022)	Perbandingan Motivasi Belajar Pada Mata Pelajaran Kimia Sebelum dan Sesudah Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality Chemistry	Terjadi perbedaan tingkat motivasi siswa untuk belajar kimia sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran AR. Motivasi belajar siswa yang menggunakan media pembelajaran augmented reality lebih besar daripada siswa yang menggunakan media pembelajaran konvensional. Hasil observasi menunjukkan bahwa aktivitas siswa lebih efektif ketika mereka menerima perlakuan daripada ketika mereka melakukannya sebelum perlakuan. Penggunaan media pembelajaran augmented reality dapat membantu siswa memahami konsep dan mendorong mereka untuk mempelajari lebih banyak tentang materi struktur atom.
7	Achmad Saiful Whatoni, & Hari Sutrisno (2022)	Development of A Learning Module Supported by Augmented Reality on Chemical Bonding Material to Improve Interest and Motivation of Students Learning for Senior High School	Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa modul pembelajaran ikatan kimia yang dikembangkan dengan dukungan <i>Augmented Reality</i> sangat layak digunakan dalam pembelajaran kimia khususnya pada materi ikatan kimia. Sebelum dan sesudah menggunakan modul pembelajaran ikatan kimia dengan augmented reality terdapat perbedaan minat dan motivasi belajar siswa secara simultan maupun individu.
8	Mifta Hurrahman, Erlina, Husna Amalya Melati,	Pengembangan E-Modul Berbasis Multipel Representasi	E-modul yang dikembangkan berdasarkan hasil validasi ahli dinyatakan sangat valid dan dapat digunakan tanpa perbaikan. Hasil uji respon

	Eny Enawaty, & Rody Putra Sartika (2021)	dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Pembelajaran Materi Bentuk Molekul	bernilai positif. E-modul dan aplikasi ARMOR mudah digunakan, memiliki tampilan yang menarik, membantu visualisasi konsep bentuk molekul, dan memberikan kepuasan pengguna.
9	Ririn Apriani, Andi Ifriani Harun, Erlina, Rachmat Sahputra, & Maria Ulfah (2021)	Pengembangan Modul Berbasis Multipel Representasi dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Membantu Siswa Memahami Konsep Ikatan Kimia	Modul ikatan kimia berbasis multipel representasi dengan bantuan teknologi AR setelah melalui uji validitas media, bahasa, dan materi sudah berada pada kategori sangat valid sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Guru dan siswa memberikan respon yang sangat baik terhadap modul ikatan kimia berbasis multipel representasi dengan bantuan teknologi AR Produk yang dikembangkan dapat membantu guru menyampaikan materi dan membantu siswa memvisualisasikan dan memahami konsep abstrak ikatan kimia.
10	Ferry Krisnandry & Syamsul Bahri (2020)	Implementasi Teknologi Augmented Reality (AR) pada Aplikasi Smart Book Reaksi Redoks dan Elektrokimia Menggunakan Metode <i>Marker Based Tracking</i> Berbasis Desktop	Augmented reality dapat diterapkan pada media pembelajaran melalui buku pelajaran yang dilengkapi dengan marker,. Ini memungkinkan pengguna berinteraksi dengan buku dengan mengarahkan buku pintar ke aplikasi. Dengan teknologi augmented reality (AR), gambar gambar penjelas pada buku materi dapat divisualisasikan dalam bentuk tiga dimensi. Ini memungkinkan visualisasi reaksi redoks dan elektrokimia. <i>Tracking</i> berbasis marker membutuhkan aktor untuk menampilkan animasi 3D, sehingga interaksi pengguna sangat penting.
11	Syahril Amin (2020)	Perancangan Aplikasi Pengenalan Alat-Alat Praktikum Laboratorium Kimia Berbasis Augmented Reality	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi alat kimia dapat mendeteksi dan mengenali objek dengan sifat permukaan tidak transparan yang tidak memantulkan cahaya dan bayangan benda di sekitarnya dengan 71.42% dan 52.38%.
12	Asmi Aris, Anissa Fitria, Luthfan, & Ihtisyamuddin (2020)	<i>Chemistry Structure Sheet</i> sebagai Media Pembelajaran Kimia Berbasis Augmented Reality pada Materi Struktur Atom	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan CSS terdiri dari aplikasi Android yang memiliki fitur penggunaan untuk aplikasi berbasis AR, modul materi pelajaran, dan kuis. Uji kelayakan media dan validasi materi memperoleh hasil media yang dikembangkan valid dan layak. Penggunaan media CSS untuk mendukung belajar mandiri sangat diterima oleh siswa. Media CSS sangat cocok untuk digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran.
13	Pavlo P. Nechypurenko, Viktoriia G.	Development and Implementation of Educational	Penggunaan teknologi AR dalam pengajaran kimia di sekolah menengah dan perguruan tinggi memiliki potensi metodologis yang luar biasa

	Stoliarenko, Tetiana V. Starova, & Tetiana V. Selivanova (2020)	Resources in Chemistry With Elements of Augmented Reality	dan akan membawa tingkat baru dalam pengembangan dan penggunaan alat visibilitas. Manfaat dari teknologi AR meliputi aksesibilitas, visibilitas, interaktivitas, dan kemampuan untuk memberikan peluang untuk melihat objek kajian dari perspektif yang lebih luas.
14	I Sari, P Sinaga, and Hernani (2020)	Augmented Reality Technology as A Tool To Support Chemistry Learning: A Scoping Review	Merancang aplikasi dengan memanfaatkan teknologi AR dalam pembelajaran kimia dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (yaitu keterampilan berpikir kritis, memecahkan masalah, berpikir kreatif, dan berpikir tingkat tinggi) serta pengambilan keputusan sebagai hasil dari kegiatan pembelajaran.
15	Anna V. Iatsyshyn, Valeriia O. Kovach, Yevhen O. Romanenko, Iryna I. Deinega, Andrii V. Iatsyshyn, Oleksandr O. Popov, Yulii G. Kutsan, Volodymyr O. Artemchuk, Oleksandr Yu. (2020)	Application of Augmented Reality Technologies for Preparation of Specialists of New Technological Era	Hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: penerapan teknologi AR berkontribusi besar terhadap pendidikan oleh karena itu diperlukan peningkatan jumlah spesialis AR; adanya peningkatan tingkat profesional siswa karena penerapan teknologi AR; adanya penjelasan mengenai fitur adaptasi teknologi AR dalam disiplin ilmu pembelajaran untuk siswa; disarankan untuk menerapkan pendekatan terpadu dalam proses mempersiapkan profesional masa depan di era teknologi baru; penerapan teknologi AR meningkatkan motivasi belajar, meningkatkan tingkat asimilasi informasi karena keragaman dan interaktivitas representasi visualnya.
16	Rifqon Hakiki <sup>1</sup> , M. Muchson, Oktavia Sulistina, & Asia Febriana (2020)	The Development of Learning Media Based on Augmented Reality, Hologram, and Ludo Game on the Topic of Molecular Shapes	Komponen media pembelajaran berbasis Augmented Reality, Hologram, dan permainan ludo pada materi bentuk molekul meliputi: (1) papan permainan ludo, (2) pion, (3) dadu, (4) kartu soal, (5) informasi kartu, (6) kartu informasi lebih lanjut, (7) prisma kaca holografik, (8) video holografik, (9) buku manual, dan (10) aplikasi untuk menampilkan objek 3D AR. Hal ini dapat menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan dan memudahkan siswa dalam memahami bentuk molekul.
17	Faruku Aliyu, Corrienna Abdul Talib, Hassan Aliyu, Bilkisu Umar Mani, Kang Myoung Sook and Siow Chee Loon (2020)	A Preliminary Study for Designing and Developing Augmented Reality-Based Module for Teaching Chemical Bonding in Nigerian Secondary Schools	Hasil analisis kuisioner dari 30 orang guru kimia menunjukkan rendahnya keterampilan visualisasi spasial, penalaran spasial dan prestasi di kalangan siswa karena rendahnya kejelasan dimensi penggunaan gambar. Responden sepakat bahwa menggabungkan grafik 3 dimensi dan pembelajaran dunia nyata pada materi ikatan kimia dan penggunaan ponsel cocok untuk menyajikan

---

mekanisme, bentuk, dan struktur ikatan kimia meskipun 90% dari mereka tidak menyadari bahwa penerapan AR dan penunjang dalam kegiatan pembelajaran.

---

### **Bentuk Pengembangan dan Pemanfaatan *Augmented Reality* (AR)**

Pengimplementasian teknologi AR dalam pembelajaran kimia telah mengubah paradigma pembelajaran tradisional dan membuka jalan menuju pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif, visual, dan dinamis. Teknologi AR memungkinkan siswa dalam kegiatan pembelajaran masa kini dapat merasakan, memanipulasi, dan menyelami dunia kimia secara lebih nyata.

#### *Aplikasi smart book*

Aplikasi *smart book* menggunakan teknologi AR dapat memfasilitasi siswa untuk dapat melihat reaksi kimia dengan lebih nyata dengan memproyeksikan objek dalam bentuk 3D (tiga dimensi). Penyampaian informasi melalui aplikasi *smart book* menggunakan teknologi AR juga menambah nilai informasi sehingga penyampaian informasi menjadi lebih tinggi (Krisnandry & Syamsul, 2020).

#### *Modul pembelajaran berbasis AR*

Modul pembelajaran berbasis teknologi AR menawarkan pendekatan yang interaktif dalam kegiatan pembelajaran kimia. Melalui pemanfaatan teknologi AR siswa dapat melihat struktur molekuler, memahami hubungan antar atom, dan melakukan aktivitas interaktif yang meningkatkan pemahaman mengenai konsep kimia (Hurrahman, 2022). Modul pembelajaran berbasis teknologi AR memiliki kemampuan untuk menggabungkan pengalaman belajar praktis dengan melibatkan partisipasi aktif (Apriani, 2021).

#### *Media pembelajaran berbasis AR*

Media ini menyajikan konsep kimia dengan visualisasi yang lebih mendalam dalam bentuk video, animasi, atau presentasi (Bau, 2022). Media pembelajaran AR juga dapat diakses di luar kelas, memungkinkan siswa untuk memperdalam pemahaman mereka dengan menggunakan sumber daya yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Media pembelajaran berbasis AR tidak terbatas. Contohnya permainan atau game yang memuat konten pembelajaran kimia.

#### *Aplikasi laboratorium kimia virtual berbasis AR*

Aplikasi laboratorium kimia virtual dengan memanfaatkan kecanggihan teknologi AR dapat menghasilkan pengalaman eksperimental aman (Nechypurenko, 2023). Melalui laboratorium virtual siswa dapat melakukan percobaan kimia, melihat reaksi, dan mengidentifikasi hasil tanpa memerlukan bahan kimia fisik. Laboratorium virtual tidak hanya memperluas cakupan praktikum, namun juga memungkinkan siswa untuk menguji hipotesis dan mengembangkan keterampilan praktis mereka dalam lingkungan yang aman dan terkendali. Mengintegrasikan inovasi AR ke dalam berbagai aspek pembelajaran, dapat membentuk generasi pembelajar yang lebih siap untuk



menghadapi tantangan ilmu kimia dengan cara yang lebih inovatif dan interaktif (Nechypurenko, et al., 2020).

### **Manfaat Pengimplementasian *Augmented Reality* (AR)**

Pengimplementasian teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran kimia memberikan sejumlah manfaat signifikan yang dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas proses pembelajaran. Berikut adalah beberapa manfaat utama dari penggunaan AR dalam konteks pembelajaran kimia: Visualisasi konsep yang lebih jelas, simulasi percobaan tanpa resiko, peningkatan keterlibatan siswa, pembelajaran aktif dan berbasis pengalaman, akses mudah ke informasi tambahan, pemahaman konsep yang lebih mendalam, motivasi dan minat siswa yang meningkat (Whatoni & Sutrisno Hari, 2022), kesiapan untuk era digital, pengembangan keterampilan praktis, dan penilaian pemahaman yang lebih akurat.

### **Kesulitan dalam Pengembangan dan Pemanfaatan *Augmented Reality* (AR)**

Meskipun pengembangan dan pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran kimia menawarkan banyak kelebihan, namun masih ada beberapa kesulitan dan hambatan yang harus diselesaikan. Beberapa kesulitan dan hambatan yang dihadapi diantaranya yaitu: Infrastruktur dan keterbatasan akses, pelatihan guru dan keahlian teknis, biaya implementasi dan pemeliharaan, aspek keamanan dan privasi, integrasi dengan kurikulum yang sudah ada, kesulitan standarisasi, dan tidak semua perangkat *smartphone* terutama android yang mumpuni untuk mengoperasikan aplikasi pembelajaran berbasis AR.

Meskipun terdapat beberapa hambatan, penting untuk diingat bahwa kemajuan teknologi selalu membutuhkan waktu dan penyesuaian. Implementasi AR dalam pembelajaran kimia dapat membuat pelajaran lebih dinamis dan interaktif dan meningkatkan pemahaman siswa tentang kimia. Ini dapat dicapai dengan solusi inovatif yang diciptakan oleh pemerintah, lembaga pendidikan, pengembang teknologi, dan masyarakat.

### **Dampak *Augmented Reality* (AR) Terhadap Pembelajaran**

Pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran kimia memberikan dampak yang signifikan dalam memperkaya pengalaman belajar siswa dan meningkatkan efektivitas pengajaran. Berikut adalah beberapa dampak positif dari pemanfaatan teknologi AR dalam konteks pembelajaran: Meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa, memperkuat pemahaman konsep abstrak terutama dalam pembelajaran kimia, menciptakan pengalaman pembelajaran kolaboratif, memungkinkan merangsang imajinasi dan kreativitas siswa, dan meningkatkan retensi informasi siswa. Tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa, namun juga memperkaya pengalaman belajar serta meningkatkan efektivitas pengajaran secara keseluruhan.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan. Penelitian ini menyoroti perkembangan dan pemanfaatan teknologi AR dalam pembelajaran kimia. Penggunaan AR membawa inovasi yang signifikan dalam memvisualisasikan konsep kimia, meningkatkan keterlibatan siswa, dan menyajikan alternatif aman untuk

percobaan kimia. Meskipun ada beberapa tantangan, potensi positif teknologi ini dalam meningkatkan kualitas pendidikan menawarkan pandangan optimis untuk masa depan pembelajaran kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aliyu F, Talib CA, Aliyu H, Mani BU, Sook KM. 2020. A Preliminary Study for Designing and Developing Augmented Reality-Based Module for Teaching Chemical Bonding in Nigerian Secondary Schools. *Solid State Technol* ;63(1s):638–47.
- Amin S. 2020. Perancangan Aplikasi Pengenalan Alat-alat Praktik Laboratorium Kimia Berbasis Augmented Reality. *Syntax Lit J Ilm Indones*;5(8):681–94.
- Ani Daniyati, Ismy Bulqis Saputri, Ricken Wijaya, Siti Aqila Septiyani, Usep Setiawan. 2023. Konsep Dasar Media Pembelajaran. *J Student Res* ;1(1):282–94.
- Apriani R, Harun AI, Erlina E, Sahputra R, Ulfah M. 2021. Pengembangan Modul Berbasis Multipel Representasi dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Membantu Siswa Memahami Konsep Ikatan Kimia. *J IPA Pembelajaran IPA* ;5(4):305–30.
- Ardyansyah A, Rahayu S. 2023. Development and Implementation of Augmented Reality-Based Card Game Learning Media with Environmental Literacy for Improving Students' Understanding of Carbon Compounds. *Orbital*;15(2):118–26.
- Ariani R. 2019. Analisis Landasan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Pendidikan dalam Pengembangan Multimedia Interaktif. *J Penelit Pembelajaran Fis* ;5(2):155–62.
- Aris A, Fitria A, Ihtisyamuddin L. 2020. Chemistry Structure Sheet sebagai Media Pembelajaran Kimia Berbasis Augmented Reality pada Materi Struktur Atom. *J Pendidik Mat dan Sains* ;8(2):77–81.
- Arnyana IBP.2019.Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kompetensi 4C (Communication, Colaboration,Critical Thingking Dan Creative Thingking) Untuk Menyongsong Era Abad 21. *Pros Konf Nas Mat dan IPA Univ PGRI Banyuwangi* ;1(1):i–xiii.
- Arwansyah N, Fika A, Putri P, Lupi A, Panias HA. 2023. CHEMPRO: Media Edukasi Pembelajaran Model Senyawa Kimia Terintegrasi Augmented Reality Sebagai Upaya Meningkatkan Transformasi Pendidikan di Era Digital ;31–8.
- Cahyana U, Lestari I, Irwanto I, Suroso J. 2024. Development of a mobile learning network for science with augmented reality and its impact on students' literacy and numeracy. *Int J Innov Res Sci Stud* ;7(2):576–86.
- Fadillah M. 2020. Upaya Meningkatkan Kemampuan Membaca Siswa Dengan Pemanfaatan Media Audio-Visual Di Kelas Rendah. *J Penelitian, Pendidik dan Pengajaran JPPP* ;1(1):16.
- Fernando R. 2023. Kajian Literatur Efektivitas Penggunaan Competency Based Learning Terhadap Kompetensi Siswa Vokasional. *Pros Semin Pendidik Kejuru dan Tek Sipil (E-Journal* ;1.
- Hakiki R, Muchson M, Sulistina O, Febriana A. 2022. The Development of Learning Media Based on Augmented Reality, Hologram, and Ludo Game on The Topic of Molecular Shapes. *Int J Interact Mob Technol* ;16(4):70–84.
- Hurrahman M, Erlina E, Melati HA, Enawaty E, Sartika RP. 2022. Pengembangan E-Modul Berbasis Multipel Representasi Dengan Bantuan Teknologi Augmented Reality untuk Pembelajaran Materi Bentuk Molekul. *J Pendidik Sains Indonesia* ;10(1):89–114.
- Iatsyshyn A V., Kovach VO, Romanenko YO, Deinega II, Iatsyshynl A V., Popov OO, et al. 2018. Application of augmented reality technologies in archaeology. *English Artic [Internet]*;2018:181–200.

- Krisnandry F, Bahri S. 2020. Implementasi Teknologi Augmented Reality (AR) Pada Aplikasi Smart Book Reaksi Redoks Dan Elektrokimia Menggunakan Metode Marker Based Tracking Berbasis Desktop. *J Komput dan Apl [Internet]* ;8(1):1–12
- Latip A. 2021. Peran Literasi Teknologi Informasi Dan Komunikasi Pada Pembelajaran Jarak Jauh Di Masa Pandemi Covid-19. *EDUTECH J Inov Pendidik Berbantuan Teknol* ;1(1):11–20.
- Lestari L, Aprilia L, Fortuna N, Cahyo RN, Fitriani S, Mulyana Y, et al. 2023. Review: Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Kimia di Era Digital. *Jambura J Educ Chem* ;5(1):1–10.
- Logayah DS, Salira AB, Kirani K, Tianti T, Darmawan RA. 2023. Pengembangan Augmented Reality Melalui Metode Flash Card Sebagai Media Pembelajaran IPS. *J Basicedu* ;7(1):326–38.
- Nechypurenko PP, Stoliarenko, Starova T., Selivanova T V., Markova OM, Modlo YO, et al. 2020. Development and implementation of educational resources in chemistry with elements of augmented reality. *CEUR Workshop Proc*;2547:156–67
- Nechypurenko PP, Semerikov SO, Pokhliestova OY. 2023. Cloud technologies of augmented reality as a means of supporting educational and research activities in chemistry for 11th grade students. *Educ Technol Q* ; (1):69–91.
- Pradita C, Bau E, Olii S, Pakaya N. 2022. INVERTED: Journal of Information Technology Education Perbandingan Motivasi Belajar Pada Mata Pelajaran Kimia Sebelum Dan Sesudah Penerapan Media Pembelajaran Augmented Reality Chemistry. *J Inf Technol Educ [Internet]*. ;2(1):2022.
- Rahmadani S, Guspatni. 2023. Design of Augmented Reality Integrated Learning Applications on Acid and Base Subject Material for F Phase Students. *Hydrog J Kependidikan Kim* ;11(6):912–30.
- Said S. 2023. Peran Tekonologi Sebagai Media Pembelajaran di Era Abad 21. *J PenKoMi Kaji Pendidik Ekon* ;6(2):194–202.
- Sari I, Sinaga P, Hernani. 2021. Augmented reality technology as a tool to support chemistry learning: A scoping review. *J Phys Conf Ser* ;1806(1).
- Setiawan A, Rostianingsih S, Widodo TR. 2018. Implementation of Chemical Reaction Based on Augmented Reality. *Adv Nat Appl Sci* ;1–4.
- Sitepu EN. 2021. Media Pembelajaran Berbasis Digital. *Mahesa* ;1(1):242–8.
- Susanto H, Jamaludin J, Prawitasari M. 2023. Evaluasi Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Sejarah Proklamasi Berbasis Android. *ANDHARUPA J Desain Komun Vis Multimed* ;9(01):130–43.
- Wahiddiyah NP, Luthfia AN, Safitri D, Jl A, Muka R, Rw RT, et al. 2023. Pemanfaatan Augmented Reality dalam Pembelajaran IPS Menyajikan Informasi Sejarah dengan Realitas Tambahan pembelajaran IPS dapat memberikan solusi terhadap tantangan pengajaran sejarah ;2(4).
- Whatoni AS, Sutrisno H. 2022. Development of A Learning Module Supported by Augmented Reality on Chemical Bonding Material to Improve Interest and Motivation of Students Learning for Senior High School. *J Penelit Pendidik IPA* ;8(4):2210–8.